Consejo Nacional de Áreas Protegidas

Guatemala y su Biodiversidad

Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico



Guatemala, agosto 2008/Documento Técnico 67 (06-2008)

TIEMPO DE SOLIDARIDAD

GOBIERNO DE ÁLVARO COLOM
GUATEMALA





CONAP 2008. **Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico**. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala. 650 p.

El presente documento es producto del proyecto **"Libro sobre biodiversidad de Guatemala: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico"**, ejecutado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, a través de la Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–, financiado por: Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON–, Global Environment Facility –GEF–, Gobierno Real de los Países Bajos, The Nature Conservancy –TNC–, Conservation International –CI–, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landivar –IARNA/URL–, Plan de Acción Forestal Maya –PAF MAYA–.

Las conclusiones e información expresadas en este Libro son exclusiva responsabilidad del equipo de especialistas del Proyecto y pueden no coincidir necesariamente con los de las instituciones financiantes.

Equipo Coordinador de la Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–
Director OTECBIO: M.A. Fernando García-Barrios
Director Proyecto: Dr. César Azurdia Pérez
Técnico Proyectos OTECBIO: Inga. Martha María Ríos Palencia
Asistente Administrativa: Srita. Sandra Mateo

Editores
Dr. César Azurdia Pérez
M.A. Fernando García Barrios
Inga. Martha María Ríos Palencia

Revisión de texto
Lic. Eduardo Villalobos

Diagramación y estilo
Giovanni Rodas
Josselyn León

Traducción al idioma maya k´iche´
Validada por la Academia de Lenguas Mayas de Guatemala –ALMG–

Créditos fotográficos
Portada: Mirador Río Azul, Sara Chin; Guacamaya, Cadena Volcánica y Monte Espinoso, Roberto Quezada; Incendio Forestal, Archivos CONAP; Niña indígena, Iglesia Antigua Guatemala y Baile Los Moros, Jorge Chavarría; Monja Blanca, cultivo de caña de azúcar y oveja en la meseta de los Cuchumatanes, Holger Tobuschat; Reforestación, J. Noriega; Ciudad Guatemala y Cangrejo, Fernando García-Barrios; Sapotaceas, César Azurdia.

Lomo del libro: Jorge Chavarría.

Foto contraportada: Quetzal, Roberto Quezada.

Fotos interiores: Cadena Volcánica, Roberto Quezada; Sacerdote Maya e iguana, Holger Tobuschat; Orquídea (*Barkeria lindleyana*), Fredy Archila.

Diseño de Portada y Contraportada: Departamento de Educación y Fomento, CONAP.

Impresión
Serviprensa, S.A.

Primera edición
1,000 ejemplares, Guatemala de la Asunción, Octubre 2008

ISBN:

Derechos Reservados CONAP, 2008.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta publicación en cualquier forma o por cualquier medio sin la autorización expresa del CONAP bajo pena de incurrir en la violación a los derechos de la propiedad intelectual.

Agradecimientos especiales:

Se agradece el apoyo y colaboración de los siguientes profesionales de CONAP: MSc. Luis Ríos, Licda. Claudia Múnera, Ing. Armando Ismalej, Ing. Helmer Navarro, Lic. Estuardo Solórzano; así como revisores externos especialistas en cada uno de los temas asignados: Capítulo Uno, Dr. Charles MacVean; Capítulo Cuatro, MSc. Vicente Martínez y Dr. Fernando Hernández; Capítulo Cinco, MSc. Maria José González y Dr. Jack Shuster; Capítulo Seis, Licda. Mercedes Barrios; Capítulo Siete, MSc. Juventino Gálvez y Lic. Antonio Salaverria; Capítulo Nueve, Ing. Álvaro Orellana; Capítulo Diez, Dr. Luis Mejía; Capítulo Once, Ing. Luis Molina y MSc. Werner Tánchez; Capítulo Doce, MSc. Raúl Maas y MSc. Ogden Rodas; Capítulo Trece, Ing. Rodolfo Godoy y MSc. Juan Carlos Godoy; Capítulo Catorce, M.A. Cecilia Cleaves y MSc. Ricardo Ávila. A todos se les agradece su colaboración irrestricta.

Publicación realizada gracias al apoyo de:

Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–
5av. 6-06 zona 1, Edificio IPM 5to, 6to y 7mo Niveles
Ciudad de Guatemala, Guatemala, Centro américa
PBX: (502) 2422 6700
FAX: (502) 2253 4141
www.conap.gob.gt
Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–
otecbio@conap.gob.gt

CONSEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA
GUATEMALA

REFERENCIA _____

PRESENTACIÓN

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- es la autoridad competente responsable de resguardar y administrar la diversidad biológica del país, así como de facilitar, regular y coordinar su uso sostenible. Esta responsabilidad implica desarrollar formas nuevas e innovadoras de conservación y uso racional de sus recursos con el objeto de alcanzar beneficios sociales, ambientales, económicos y políticos con enfoque integral y con efectos intergeneracionales.

Nuestra institución en conjunto con organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, academia, otras entidades gubernamentales, legislativas, de justicia así como la cooperación internacional, estamos vinculados con la gestión de la diversidad biológica. Esta plataforma institucional ha encaminado muchas iniciativas orientadas para conservar y usar sosteniblemente algunos recursos biológicos de alto valor cultural y económico, sin embargo, se deben tomar decisiones oportunas para mejorar la aplicabilidad y desempeño de dichas iniciativas. Para ello, es importante contar con información actualizada basada en ciencia básica y aplicada, lo cual nos lleva a conocer el estado de los componentes de la diversidad biológica nacional en términos de sus potenciales y cualidades, su riqueza, sus tendencias nacionales y su relación con las tendencias globales, su relación con el comercio, sus relaciones con los conocimientos de los pueblos indígenas, sus amenazas y presiones, y su vinculación con el desarrollo.

Bajo esta premisa se inició un esfuerzo interinstitucional con el apoyo del Comité Nacional de Orientación y Asesoría sobre la Diversidad Biológica –CONADIBIO-, y la participación de un renombrado grupo de expertos, para actualizar información de nuestra megadiversidad. Consolidando así, el Libro titulado: "Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico". La razón de este documento es ser una herramienta no solo necesaria sino que básica para poder tener información científica clara, detallada y aplicada a nuestra realidad nacional. Su enfoque de conocimiento aplicado lo orientamos para que sea base de discusión, diseño, evaluación, implementación y actualización sectorial de políticas, planes, programas y proyectos de manejo y protección para la conservación y aprovechamiento de la diversidad biológica nacional.

Por último, una vez más demostramos al mundo que Guatemala es un país megadiverso, no sólo por su riqueza biológica, sino también por su riqueza cultural y diversidad de conocimientos tradicionales, lo que nos da una ventaja altamente competitiva como país ante las tendencias de la variabilidad climática mundial, en términos de mitigación y adaptación al cambio climático; así mismo esta ventaja nos permite estar en línea con iniciativas y movimientos de acción por la conservación de carácter internacional. La megadiversidad que nos rodea y su gestión debe con urgencia convertirse en una prioridad transversal del Estado guatemalteco, bajo el cual deben compartirse responsabilidades institucionales para que se contribuya como una categoría de bien público al desarrollo sostenible del país.

MSc. Claudia Santizo
Secretaria Ejecutiva
Consejo Nacional de Áreas Protegidas

CONSEJO NAC. DE AREAS PROTEGIDAS
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
Guatemala, C. A.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

La Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) es la unidad responsable de darle seguimiento a la Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad, en respuesta al compromiso adquirido por Guatemala ante el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica (CDB). En este sentido, una de las principales tareas es la consignada en la estrategia seis referente a Conocimiento e Información sobre la Biodiversidad. Por lo tanto, el presente libro constituye el primer intento por organizar y analizar la información disponible sobre biodiversidad de Guatemala, desarrollado de una forma integral y novedosa con el objetivo de sentar la línea base del conocimiento de nuestra biodiversidad y que pueda ser utilizada por todas aquellas instituciones, organizaciones y personas relacionadas con la gestión de la biodiversidad nacional.

Se plantea la conservación de la biodiversidad en sus niveles esenciales, a saber, ecosistemas, especies y genes. Sin embargo, por primera vez en un documento relacionado con la biodiversidad de Guatemala, el concepto de biodiversidad incluye además de los componentes tradicionales (flora y fauna), el componente humano desde el punto de vista de su riqueza puramente étnica así como de su componente cultural. Basados en este enfoque se sustenta el hecho conocido que Guatemala es un centro mundial de diversidad biológica no solo por su naturaleza propia (biogeografía e historia geológica) sino que también por el aporte de la amplia diversidad cultural existente en Guatemala. El CDB de hecho reconoce la importancia de incluir el componente cultural como parte importante de la biodiversidad (artículo 8j).

Si bien es entendido que el CONAP es el ente de gobierno responsable de la biodiversidad de Guatemala, es razonable pensar que la institución por si sola no puede desarrollar tremenda responsabilidad. En este sentido, el papel que debe de jugar es el de ser el ente rector de la biodiversidad, por lo tanto debe coordinar todas las acciones con los demás actores (instituciones de gobierno, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales, instituciones internacionales y academia) para alcanzar los objetivos. El presente libro es una muestra de liderazgo y coordinación en la dirección anotada. Resulta pues, que gracias a los esfuerzos coordinados de varias instituciones y del propio CONAP a través de OTECBIO se ha logrado la creación y edición del presente libro, el cual se espera venga a llenar en parte, el vacío de información en la temática de biodiversidad, existente en el país.

Se espera que este tipo de esfuerzos coordinados continúen para poder alcanzar plenamente los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Solamente de esta manera se le estará dando la importancia que tiene la biodiversidad de Guatemala, la cual, es una de las riquezas más grandes con las que cuenta el país. La conservación per se de la biodiversidad es importante, sin embargo, es necesario que la misma sea elemento que contribuya al desarrollo sostenible, tanto económico como social de Guatemala. Solamente con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad guatemalteca, se podrá alcanzar plenamente el ideal de CONAP: "Biodiversidad para Siempre".

OFICINA TÉCNICA DE BIODIVERSIDAD

GUATEMALA Y SU BIODIVERSIDAD

Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico



CONAP 2008. **Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico**. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Oficina Técnica de Biodiversidad. Guatemala. 650 p.

El presente documento es producto del proyecto **"Libro sobre biodiversidad de Guatemala: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico"**, ejecutado por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, a través de la Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–, financiado por: Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–, Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON–, Global Environment Facility –GEF–, Gobierno Real de los Países Bajos, The Nature Conservancy –TNC–, Conservation International –CI–, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landivar –IARNA/URL–, Plan de Acción Forestal Maya –PAF MAYA–.

Las conclusiones e información expresadas en este Libro son exclusiva responsabilidad del equipo de especialistas del Proyecto y pueden no coincidir necesariamente con los de las instituciones financiantes.

Equipo Coordinador de la Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–
Director OTECBIO: M.A. Fernando García-Barrios
Director Proyecto: Dr. César Azurdia Pérez
Técnico Proyectos OTECBIO: Inga. Martha María Ríos Palencia
Asistente Administrativa: Srita. Sandra Mateo

Editores
Dr. César Azurdia Pérez
M.A. Fernando García Barrios
Inga. Martha María Ríos Palencia

Revisión de texto
Lic. Eduardo Villalobos

Diagramación y estilo
Giovanni Rodas
Josselyn León

Traducción al idioma maya k´iche´
Validada por la Academia de Lenguas Mayas de Guatemala –ALMG–

Créditos fotográficos
Portada: Mirador Río Azul, Sara Chin; Guacamaya, Cadena Volcánica y Monte Espinoso, Roberto Quezada; Incendio Forestal, Archivos CONAP; Niña indígena, Iglesia Antigua Guatemala y Baile Los Moros, Jorge Chavarría; Monja Blanca, cultivo de caña de azúcar y oveja en la meseta de los Cuchumatanes, Holger Tobuschat; Reforestación, J. Noriega; Ciudad Guatemala y Cangrejo, Fernando García-Barrios; Sapotaceas, César Azurdia.

Lomo del libro: Jorge Chavarría.

Foto contraportada: Quetzal, Roberto Quezada.

Fotos interiores: Cadena Volcánica, Roberto Quezada; Sacerdote Maya e iguana, Holger Tobuschat; Orquídea (*Barkeria lindleyana*), Fredy Archila.

Diseño de Portada y Contraportada: Departamento de Educación y Fomento, CONAP.

Impresión
Serviprensa, S.A.

Primera edición
1,000 ejemplares, Guatemala de la Asunción, Octubre 2008

ISBN:

Derechos Reservados CONAP, 2008.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta publicación en cualquier forma o por cualquier medio sin la autorización expresa del CONAP bajo pena de incurrir en la violación a los derechos de la propiedad intelectual.

Agradecimientos especiales:

Se agradece el apoyo y colaboración de los siguientes profesionales de CONAP: MSc. Luis Ríos, Licda. Claudia Múnera, Ing. Armando Ismalej, Ing. Helmer Navarro, Lic. Estuardo Solórzano; así como revisores externos especialistas en cada uno de los temas asignados: Capítulo Uno, Dr. Charles MacVean; Capítulo Cuatro, MSc. Vicente Martínez y Dr. Fernando Hernández; Capítulo Cinco, MSc. Maria José González y Dr. Jack Shuster; Capítulo Seis, Licda. Mercedes Barrios; Capítulo Siete, MSc. Juventino Gálvez y Lic. Antonio Salaverria; Capítulo Nueve, Ing. Álvaro Orellana; Capítulo Diez, Dr. Luis Mejía; Capítulo Once, Ing. Luis Molina y MSc. Werner Tánchez; Capítulo Doce, MSc. Raúl Maas y MSc. Ogden Rodas; Capítulo Trece, Ing. Rodolfo Godoy y MSc. Juan Carlos Godoy; Capítulo Catorce, M.A. Cecilia Cleaves y MSc. Ricardo Ávila. A todos se les agradece su colaboración irrestricta.

Publicación realizada gracias al apoyo de:

Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–
5av. 6-06 zona 1, Edificio IPM 5to, 6to y 7mo Niveles
Ciudad de Guatemala, Guatemala, Centro américa
PBX: (502) 2422 6700
FAX: (502) 2253 4141
www.conap.gob.gt
Oficina Técnica de Biodiversidad –OTECBIO–
otecbio@conap.gob.gt

CONSEJO DE ÁREAS PROTEGIDAS
PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA
GUATEMALA

REFERENCIA _____

PRESENTACIÓN

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- es la autoridad competente responsable de resguardar y administrar la diversidad biológica del país, así como de facilitar, regular y coordinar su uso sostenible. Esta responsabilidad implica desarrollar formas nuevas e innovadoras de conservación y uso racional de sus recursos con el objeto de alcanzar beneficios sociales, ambientales, económicos y políticos con enfoque integral y con efectos intergeneracionales.

Nuestra institución en conjunto con organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, academia, otras entidades gubernamentales, legislativas, de justicia así como la cooperación internacional, estamos vinculados con la gestión de la diversidad biológica. Esta plataforma institucional ha encaminado muchas iniciativas orientadas para conservar y usar sosteniblemente algunos recursos biológicos de alto valor cultural y económico, sin embargo, se deben tomar decisiones oportunas para mejorar la aplicabilidad y desempeño de dichas iniciativas. Para ello, es importante contar con información actualizada basada en ciencia básica y aplicada, lo cual nos lleva a conocer el estado de los componentes de la diversidad biológica nacional en términos de sus potenciales y cualidades, su riqueza, sus tendencias nacionales y su relación con las tendencias globales, su relación con el comercio, sus relaciones con los conocimientos de los pueblos indígenas, sus amenazas y presiones, y su vinculación con el desarrollo.

Bajo esta premisa se inició un esfuerzo interinstitucional con el apoyo del Comité Nacional de Orientación y Asesoría sobre la Diversidad Biológica –CONADIBIO-, y la participación de un renombrado grupo de expertos, para actualizar información de nuestra megadiversidad. Consolidando así, el Libro titulado: "Guatemala y su Biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico". La razón de este documento es ser una herramienta no solo necesaria sino que básica para poder tener información científica clara, detallada y aplicada a nuestra realidad nacional. Su enfoque de conocimiento aplicado lo orientamos para que sea base de discusión, diseño, evaluación, implementación y actualización sectorial de políticas, planes, programas y proyectos de manejo y protección para la conservación y aprovechamiento de la diversidad biológica nacional.

Por último, una vez más demostramos al mundo que Guatemala es un país megadiverso, no sólo por su riqueza biológica, sino también por su riqueza cultural y diversidad de conocimientos tradicionales, lo que nos da una ventaja altamente competitiva como país ante las tendencias de la variabilidad climática mundial, en términos de mitigación y adaptación al cambio climático; así mismo esta ventaja nos permite estar en línea con iniciativas y movimientos de acción por la conservación de carácter internacional. La megadiversidad que nos rodea y su gestión debe con urgencia convertirse en una prioridad transversal del Estado guatemalteco, bajo el cual deben compartirse responsabilidades institucionales para que se contribuya como una categoría de bien público al desarrollo sostenible del país.

MSc. Claudia Santizo
Secretaria Ejecutiva
Consejo Nacional de Áreas Protegidas

CONSEJO NAC. DE AREAS PROTEGIDAS
PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
Guatemala, C. A.

CONSIDERACIONES PRELIMINARES

La Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) es la unidad responsable de darle seguimiento a la Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad, en respuesta al compromiso adquirido por Guatemala ante el Convenio sobre la Biodiversidad Biológica (CDB). En este sentido, una de las principales tareas es la consignada en la estrategia seis referente a Conocimiento e Información sobre la Biodiversidad. Por lo tanto, el presente libro constituye el primer intento por organizar y analizar la información disponible sobre biodiversidad de Guatemala, desarrollado de una forma integral y novedosa con el objetivo de sentar la línea base del conocimiento de nuestra biodiversidad y que pueda ser utilizada por todas aquellas instituciones, organizaciones y personas relacionadas con la gestión de la biodiversidad nacional.

Se plantea la conservación de la biodiversidad en sus niveles esenciales, a saber, ecosistemas, especies y genes. Sin embargo, por primera vez en un documento relacionado con la biodiversidad de Guatemala, el concepto de biodiversidad incluye además de los componentes tradicionales (flora y fauna), el componente humano desde el punto de vista de su riqueza puramente étnica así como de su componente cultural. Basados en este enfoque se sustenta el hecho conocido que Guatemala es un centro mundial de diversidad biológica no solo por su naturaleza propia (biogeografía e historia geológica) sino que también por el aporte de la amplia diversidad cultural existente en Guatemala. El CDB de hecho reconoce la importancia de incluir el componente cultural como parte importante de la biodiversidad (artículo 8j).

Si bien es entendido que el CONAP es el ente de gobierno responsable de la biodiversidad de Guatemala, es razonable pensar que la institución por si sola no puede desarrollar tremenda responsabilidad. En este sentido, el papel que debe de jugar es el de ser el ente rector de la biodiversidad, por lo tanto debe coordinar todas las acciones con los demás actores (instituciones de gobierno, instituciones privadas, organizaciones no gubernamentales, instituciones internacionales y academia) para alcanzar los objetivos. El presente libro es una muestra de liderazgo y coordinación en la dirección anotada. Resulta pues, que gracias a los esfuerzos coordinados de varias instituciones y del propio CONAP a través de OTECBIO se ha logrado la creación y edición del presente libro, el cual se espera venga a llenar en parte, el vacío de información en la temática de biodiversidad, existente en el país.

Se espera que este tipo de esfuerzos coordinados continúen para poder alcanzar plenamente los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Solamente de esta manera se le estará dando la importancia que tiene la biodiversidad de Guatemala, la cual, es una de las riquezas más grandes con las que cuenta el país. La conservación per se de la biodiversidad es importante, sin embargo, es necesario que la misma sea elemento que contribuya al desarrollo sostenible, tanto económico como social de Guatemala. Solamente con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad guatemalteca, se podrá alcanzar plenamente el ideal de CONAP: "Biodiversidad para Siempre".

OFICINA TÉCNICA DE BIODIVERSIDAD

Prólogo

Del reconocimiento de que somos un país altamente rico en recursos biológicos nace la idea de compilar información para generar este libro. *Guatemala y su biodiversidad*, no obstante, va más allá de un concepto puramente biológico. La integración de esfuerzos e iniciativas de varios expertos y actores ha permitido una compilación de información cuyo fin es actualizar el conocimiento sobre la biodiversidad de nuestro país, la cual ha sido, en parte, resguardada a través del tiempo por medio de las costumbres y tradiciones de nuestros pueblos indígenas y comunidades locales. Bajo diferentes enfoques salen a relucir las bondades que ofrece esta biodiversidad para Guatemala, su utilidad y beneficio para las comunidades locales y para la sociedad en general y, por ende, la contribución que representa para el mundo entero.

La información es, entonces, un instrumento de trabajo que permite comprender conceptos relacionados con el origen de la biodiversidad guatemalteca (incluyendo aspectos puramente biológicos o culturales), su riqueza actual, su estado, así como los pasos a seguir para alcanzar su uso sostenible y su conservación. Es decir, se pretende contestar inquietudes como ¿De dónde viene nuestra biodiversidad? ¿Cuál es su estado actual? ¿Cómo hacer una planificación de uso sostenible promoviendo la conservación y el desarrollo nacional? ¿Cuáles serían las acciones actuales que deben priorizarse para iniciar un proceso de sostenibilidad? Además de otros cuestionamientos que pueden formularse bajo el actual contexto económico, biológico, cultural, político y social de Guatemala.

Con el fin de responder estas inquietudes definimos la biodiversidad, según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Según este concepto, la biodiversidad se encuentra asociada a elementos que hacen más compleja su gestión y su relación con otros ámbitos (sociales, económicos, políticos, entre otros). En la Figura 1 se pueden apreciar algunas interrelaciones entre algunos temas que son abordados dentro del presente libro.

El concepto tradicional de biodiversidad debe asociarse a las implicaciones de un contexto particular determinado, sobre todo en términos sociales, ambientales, políticos, económicos y culturales. Esta asociación permite profundizar en aquellos elementos necesarios para conocer y determinar las causas de la riqueza de la biodiversidad guatemalteca y en cómo la diversidad cultural y sus conocimientos tradicionales son un valor agregado en el uso y conservación de sus elementos. El esquema pretende proporcionar variables para el debate sobre la aplicación del concepto bajo diferentes perspectivas. Algunas de ellas pueden ser:

- Los pueblos indígenas son actores fundamentales en la conservación de la biodiversidad con la ayuda de un Estado

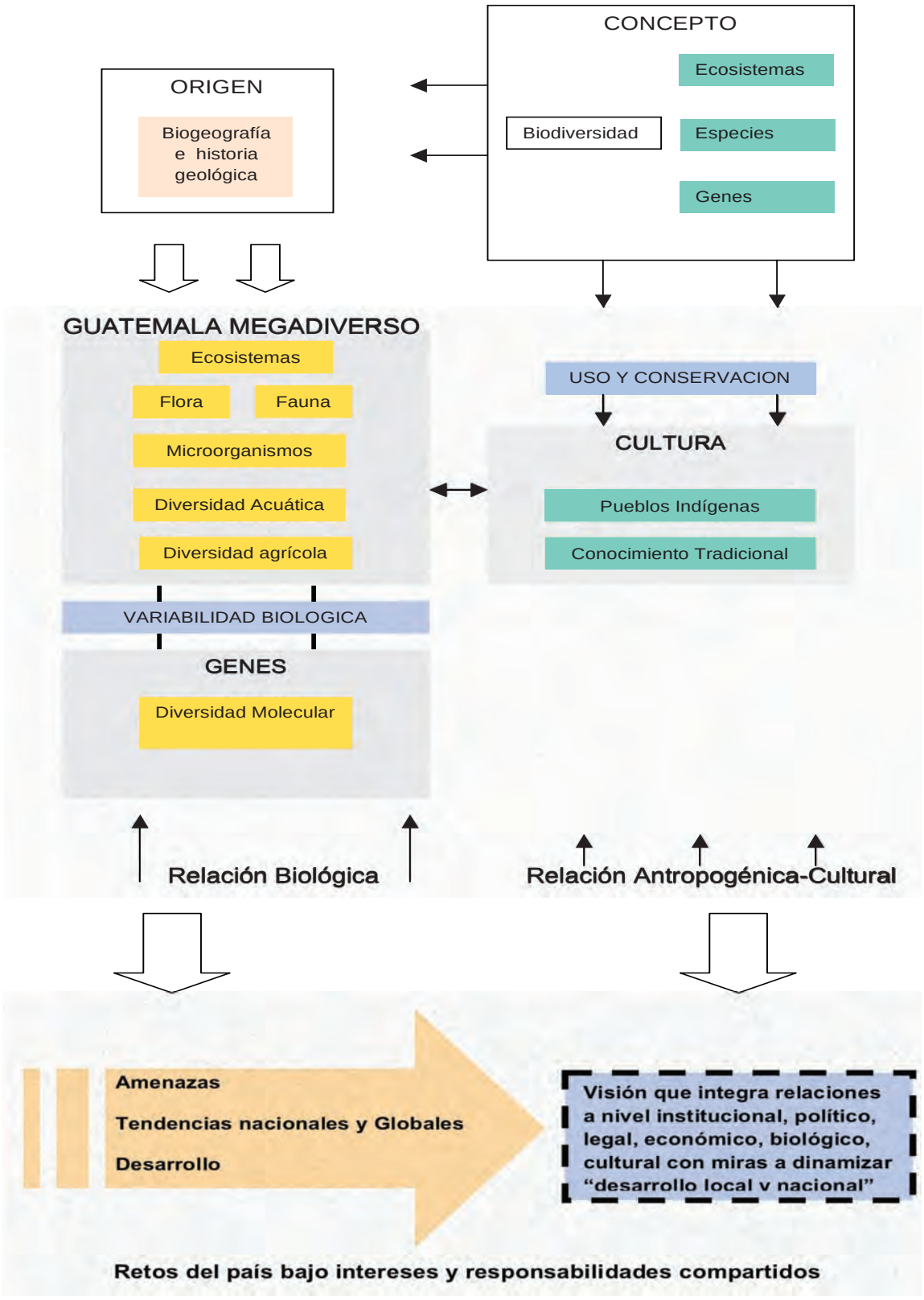


Figura 1. Esquema de Interrelaciones del concepto sobre biodiversidad. Fuente: Elaboración OTECBIO (2008)

sólido, coherente y con un esquema de desarrollo de capacidades locales.

- Las amenazas actuales a la biodiversidad constituyen retos y a la vez oportunidades para ajustar el marco institucional, legal, económico, social y ambiental del país.

- Las tendencias globales que coinciden con las políticas nacionales se convierten en fortalezas para negociaciones en el marco internacional del comercio justo y mecanismos de desarrollo limpio, con el propósito de adaptar estrategias de energías renovables, por ejemplo.

- El capital social, económico y ambiental comprende esferas estratégicas de gestión que inciden recíproca y multilateralmente, y que permiten desarrollar inversiones del Estado guatemalteco.

- La gestión de la biodiversidad es la base para un desarrollo social a nivel local y nacional en cuanto a seguridad alimentaria, comercio justo y venta de bienes y servicios ambientales, lo cual incide en la reducción de la pobreza y en la creación de oportunidades.

- La biodiversidad frente al cambio climático, como tendencia y efecto a escala global.

Éstas y otras variables pueden ser vinculadas a las relaciones que la aplicación del concepto de biodiversidad puede brindar; sin embargo, es fundamental resaltar que los aspectos de la visión integradora que se muestra en el esquema están orientados a crear modalidades que garanticen un estabilidad ambiental a largo plazo. Paralelamente, el planeta presenta índices demográficos cada vez mayores, índices de comercio internacional con reglas dinámicas que afectan procesos micro y macroeconómicos en los países, modelos de producción en el campo internacional que ejecutan acciones que modifican el comportamiento de la conservación y los usos de la biodiversidad, entre otros aspectos.

Bajo este argumento, la estabilidad ambiental está sesgando su tendencia a la realización de "negocios" bajo el concepto de comercio de la biodiversidad. Éste es un elemento esencial para el desarrollo de economías a nivel local; sin embargo, hay variables que se asocian, para países como el nuestro, con economías en transición y con recientes adopciones de tratados de libre comercio con las naciones del primer mundo. Las consideraciones en el comercio y el derecho internacional hacen que nuestros países desarrollen mecanismos de negociación para incorporar temas de seguridad en cuanto a:

1. Seguridad sobre la propiedad y los derechos intelectuales.

2. Seguridad en el desarrollo de micro, medianas y pequeñas empresas.

3. Seguridad en sistemas arancelarios.

4. Seguridad ambiental y protección de patrimonio natural endémico del país frente a productos exóticos.

Este nivel de asociación entre el ser humano, la biodiversidad y los procesos productivos significa una oportunidad que puede potencializarse para fortalecer los mecanismos de desarrollo rural en Guatemala. El potencial radica principalmente en las fuentes locales de producción (artesanías, turismo, energías renovables, productos maderables y no maderables, fauna, flora, etc.) con que cuenta el país. Complementariamente, la puesta en marcha de alianzas estratégicas entre los sectores público y privado debe ser el pilar para enfocar estrategias de mercado, estrategias empresariales locales, estrategias financieras conjuntas, entre otros aspectos, con el propósito de impulsar una utilización "responsa-

ble" de la biodiversidad en los ámbitos social, económico y ambiental.

A este respecto, los capítulos del libro buscan explicar la biodiversidad nacional y su relación con aspectos de su contexto y evolución, dando especial énfasis a los componentes social, cultural, biológico y económico, y proporcionando elementos a ser tomados en cuenta en las planificaciones de manejo y conservación adecuadas, a través de decisiones argumentadas e informadas. Los alcances de los capítulos plantean la información siguiente:

El **Capítulo I** plantea que la biodiversidad actual de Guatemala es también resultado de la historia geológica del país. Debido a procesos de reagrupación de las masas continentales, Centroamérica quedó como corredor entre la masa Neoártica de Norteamérica y la del Neotrópico del Sur, lo cual dio lugar a la formación de variados microclimas y a la consecuente evolución y migración de especies. Además, se plantea la reflexión de que si bien se puede estar ante una nueva época de cambio climático, no se debe olvidar que estos cambios se dan en períodos relativamente largos de tiempo, en relación con el ciclo de vida de un ser humano. Se concluye además que el mayor daño y cambio de la biodiversidad se produce por la actividad antropogénica reciente.

En el **Capítulo II** se muestra el origen de los pueblos indígenas de Guatemala, los fenómenos sociales y económicos que determinaron la forma en que éstos se relacionaban con la biodiversidad desde su condición de nómadas-recolectores o cazadores hasta su paso al sedentarismo, que propició el uso de los recursos naturales por medio de la agricultura. Se hace particular énfasis en el desarrollo de cultivos de importancia en la alimentación mundial como maíz, frijol, cucurbitáceas, yuca y chile, entre otros. Se explica que los elementos de riqueza cultural y biológica crearon y reforzaron los sistemas de producción que aún se desarrollan en gran parte de la agricultura y en el manejo de la biodiversidad en Guatemala. Otro aporte importante de este capítulo es la inferencia de que la biodiversidad no comprende solamente plantas, animales y ecosistemas, sino también las culturas y lenguas que han evolucionado con ellos.

El **Capítulo III** hace énfasis en el papel de las comunidades locales y la incidencia de sus costumbres y tradiciones en la conservación y uso de la biodiversidad. Se plantea que el conocimiento tradicional colectivo es un sistema de discernimientos vinculados a un sistema de derecho propio de los pueblos indígenas y está ligado a la cosmovisión indígena; fomenta, por lo tanto, la reciprocidad y solidaridad dentro de las comunidades; dichos conocimientos son de carácter intergeneracional y de propiedad intelectual colectiva de los pueblos indígenas; además, son inalienables y su conservación y uso forman parte de la autodeterminación de los pueblos indígenas.

En los **capítulos IV, V, VI, VII** y **VIII** se plantea una justificación teórica y conceptual acerca de por qué Guatemala es un país megadiverso, explicándose la biodiversidad como la variabilidad de vida expresada en los ecosistemas, especies y genes en los ámbitos terrestre y acuático. En relación con la diversidad ecosistemática del país, se presentan diferentes clasificaciones basadas en criterios climáticos, fisiográficos, florísticos y ecosistemáticos; se concluye que las más utilizadas son las de ecorregiones y zonas de vida.

En cuanto a la diversidad de especies, se analiza la flora, la fauna y los microorganismos presentes en el país, estudiados no solo con fines informativos sino también para desarrollar estrategias de conservación y mantenimiento de la diversidad biológica en áreas que han sido importantes en la evo-

lución de las especies, ya que éstas presentan altos niveles de endemismo y riqueza de especies, y además funcionan como refugios históricos en condiciones climáticas adversas y podrían funcionar como tales durante los siguientes cambios climáticos. Por primera vez en un documento acerca de la biodiversidad de Guatemala se incluye la diversidad de microorganismos; resulta que los estudios sobre este tema son relativamente escasos en nuestro medio, y los pocos que existen se enfocan en microorganismos patógenos. Se espera que este reporte estimule los trabajos acerca de este grupo importante aunque poco estudiado.

Los **capítulos IX y X**, que abordan la riqueza en agrobiodiversidad y la riqueza molecular, son novedosos y representan una ventaja tanto informativa como analítica que permite la valoración de los recursos naturales a niveles antes desconocidos. Esto da lugar a nuevos métodos de conservación con un enfoque económico-sostenible dentro de las poblaciones rurales. En este sentido, Guatemala es parte de uno de los centros, reconocidos mundialmente, de origen y diversidad de plantas cultivadas; esta riqueza se debe a la combinación de elementos culturales y de biodiversidad con los que cuenta nuestro país. La agrobiodivesidad guatemalteca es utilizada para satisfacer necesidades primarias (alimentación, medicina, contrarrestar frío-calor) y secundarias (colorantes, especias, culturales, entre otras) y aquí se hace énfasis en el papel que puede jugar en la ingesta alimentaria de la población guatemalteca.

Por su parte, la riqueza a nivel molecular de nuestro país, es decir, la diversidad genética, es un tema casi desconocido. Esto sucede en parte porque se necesitan metodologías más específicas y especializadas para su estudio, así como individuos altamente capacitados. No obstante, la poca información obtenida hasta hoy ha confirmado la importancia que tiene Guatemala en aspectos como riqueza comparativa, genética de poblaciones, presencia de genes útiles para mejoramiento de especies, etc. La importancia de todo lo anterior se amplía con el uso de esta información para orientar y establecer modalidades innovadoras de conservación y uso sostenible de la biodiversidad a nivel *in situ* y *ex situ*.

En los últimos tres **capítulos, XI, XII** y **XIII**, más que conocer e investigar los componentes de la biodiversidad, ésta es analizada en función de los factores externos directos e indirectos que afectan su integridad. Para ello se hace un análisis somero de las diferentes causas que dan origen a las principales amenazas a la biodiversidad, tales como manejo no integrado de sus componentes, inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra, escasa valoración económica de la biodiversidad y de los bienes y servicios derivados, debilidad del estado de derecho y de la institucionalidad, presiones provocadas por los altos niveles de pobreza, estructura agraria prevaleciente, desempleo urbano y rural, y crecimiento poblacional intensivo y extensivo desmedido; además, se presentan las amenazas derivadas de los aspectos mencionados. También se describe cómo se descuida o desatiende la salvaguarda de la biodiversidad como elemento generador de bienes y servicios ambientales, lo cual afecta drásticamente las oportunidades de desarrollo sostenible en los niveles comunitario y nacional. En este contexto, la base del razonamiento que se analiza en el capítulo "Biodiversidad y su relación con el desarrollo" implica un modelo lógico entre variables como capital natural, capital humano y capital físico-financiero que facilita la generación de información estratégica para argumentar las políticas públicas a seguir y por tanto buscar una nueva forma de alcanzar un desarrollo local y nacional sostenible.

Con base en lo anterior, es posible deducir que el planeta está cambiando radicalmente

y nuestro país no está exento de esta degradación del capital natural que trae consigo un futuro abrumador y de escasez; bajo este argumento complejo sobre la dinámica de las formas de vida en la Tierra, se hace un análisis de las tendencias sobre el uso y conservación de la biodiversidad en los ámbitos internacional y nacional, todo ello dentro del marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Estrategia Nacional para la Conservación de la Biodiversidad, entre otros.

Para dar respuesta a estos cambios del planeta, es necesario entender la biodiversidad como un componente transversal de la vida y el desarrollo del ser humano que abarca aspectos sociales, políticos, económicos, de salud, educación y seguridad, entre otros. Es menester visualizar la biodiversidad más allá de su concepto tácito e interiorizarla en la complejidad armónica del planeta y las actividades que en éste ocurren.

Lo anterior permitirá la reflexión a partir de un concepto científico con implicaciones transcendentales y transversales a todo nivel. Para el caso de Guatemala, al ser un país megadiverso, con un Estado complejo y una dinámica cuyas prioridades hacen que la biodiversidad y el medio ambiente sean poco atendidos, se torna fundamental proponer acciones innovadoras y creativas que perfilen una gestión efectiva en un plazo mayor de 10 años, que contemple la repartición equitativa de beneficios y que propicie un desarrollo integral del país.

ÍNDICE

I. Prólogo **15**

II. Capítulo 1. Biodiversidad de Guatemala en relación con su historia geológica y biogeografía. **21**

1. Introducción 23
2. Marco conceptual y metodológico 23
3. Resultados y discusión 24
4. Notas 38
5. Bibliografía 39
6. Anexos 48

III. Capítulo 2. La diversidad cultural de Guatemala. Algunas relaciones con la biodiversidad. **55**

1. Introducción 58
2. Origen de los pueblos indígenas en Guatemala 59
3. Situación y tendencias de la diversidad lingüística en el país 75
4. Relación espiritual, cultural, social y económica de los pueblos indígenas con la biodiversidad 87
5. Correspondencia entre la distribución de la diversidad cultural y la distribución de la biodiversidad existente 100
6. El derecho indígena ambiental y la diversidad cultural en el manejo de la biodiversidad 101
7. Notas 110
8. Bibliografía 111

IV. Capítulo 3. Conocimiento tradicional colectivo y biodiversidad. **117**

1. Introducción 120
2. Marco teórico 120
3. Metodología 123
4. Resultados 124
5. Elementos identificados 168
6. Conclusiones y recomendaciones 174
7. Lecciones aprendidas 175
8. Notas 176
9. Glosario 177
10. Bibliografía 178

V. Capítulo 4. Diversidad de ecosistemas en Guatemala. **181**

1. Introducción 185
2. Objetivos y metodología 186

3. Diversidad, ecosistemas y su clasificación 187
4. Características biofísicas, migración y ecosistemas 192
5. Clasificaciones utilizadas en Guatemala 196
6. Diversidad ecológica 213
7. Sistema actual de áreas protegidas y representatividad de Ecosistemas 218
8. Estrategias y niveles de manejo ecosistémico 221
9. Conclusiones 222
10. Notas 226
11. Bibliografía 227
12. Agradecimientos 229

VI. Capítulo 5. Diversidad faunística de Guatemala. 231

1. Introducción 233
2. Marco conceptual 233
3. La riqueza de la fauna de Guatemala 235
4. Especies endémicas, importantes y/o amenazadas 245
5. Vulnerabilidad de la diversidad faunística de Guatemala a la extinción 249
6. Estado de conservación de la fauna de Guatemala 254
7. Conclusiones y recomendaciones 257
8. Bibliografía 258

VII. Capítulo 6. Diversidad florística de Guatemala. 261

1. Introducción 263
2. Marco referencial 263
3. Diversidad florística 264
4. Colecciones de herbario 281
5. Regiones con alto endemismo 283
6. Esfuerzos por la conservación y la sostenibilidad de la biodiversidad 285
7. Conclusiones 290
8. Notas 291
9. Glosario 292
10. Bibliografía 294
11. Agradecimientos 299

VIII. Capítulo 7. Biodiversidad acuática. 301

1. Introducción 303
2. Ecosistemas acuáticos 303
3. Biodiversidad de fauna acuática 306
4. Flora acuática 333
5. Conclusiones y reflexiones 336
6. Notas 339
7. Bibliografía 340

IX. Capítulo 8. Agentes subcelulares y microorganismos. 345

1. Introducción 348
2. Entidades o agentes subvirales 350
3. Virus 353
4. Bacterias 358
5. Bacterias fastidiosas 362
6. Hongos 365
7. Protozoarios 375
8. Nematodos 383
9. Notas 391
10. Bibliografía 392
11. Agradecimientos 397

X. Capítulo 9. Agrobiodiversidad de Guatemala. 399

1. Introducción 404
2. Agrobiodiversidad en agroecosistemas 405
3. Parientes silvestres y su importancia como acervo genético 421
4. Recursos genéticos de algunas especies importantes 436
5. Situación actual de la conservación in situ y ex situ 450
6. Notas 455
7. Bibliografía 456

XI. Capítulo 10. La biodiversidad agrícola y forestal de Guatemala: un acercamiento a su conocimiento bioquímico y molecular y sus implicaciones en conservación. 465

1. Introducción 467
2. Algunos ejemplos de diversidad de flora útil 467
3. Implicaciones en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad 482
4. Algunos retos inmediatos 486
5. Glosario 487
6. Bibliografía 489

XII. Capítulo 11. Biodiversidad y amenazas. 497

1. Introducción 501
2. Marco conceptual y metodológico 503
3. Biodiversidad y las causas fundamentales de sus amenazas 506
4. Las amenazas a la biodiversidad: causas intrínsecas y efectos 519
5. Conclusiones 545
6. Recomendaciones 547
7. Notas 548
8. Glosario 551
9. Bibliografía 554

XIII. Capítulo 12. Biodiversidad de Guatemala y su relación con el desarrollo. 557

1. Introducción 560
2. El concepto de desarrollo y el capital natural 561
3. El valor de la biodiversidad 565
4. Desarrollo y equilibrio de capitales 568
5. Hacia un nuevo paradigma 568
6. Temas clave acerca del valor estratégico de la naturaleza en el desarrollo 576
7. Comentarios finales 584
8. Notas 587
9. Bibliografía 588

XIV. Capítulo 13. Tendencias sobre el uso de la biodiversidad. 589

1. Aspectos introductorios 591
2. Tendencias en el ámbito mundial 592
3. Tendencias en el ámbito nacional 611
4. Comentarios finales 626
5. Notas 628
6. Bibliografía 629

XV. Capítulo 14. Enfoque integrado para reflexionar acerca de la gestión de la biodiversidad. 633

1. Marco de análisis 633
2. Consideraciones para una gestión efectiva de la biodiversidad de Guatemala 635
3. Notas 645
4. Bibliografía 646

Biodiversidad de Guatemala
en relación con su historia geológica y biogeografía



Jack C. Schuster*
Samuel B. Bonis**

RESUMEN

En este capítulo se presenta una breve historia de la vida en la Tierra, enfocada en Guatemala, y se discute cómo los procesos geológicos y geográficos han afectado la especiación de organismos y la biodiversidad presente en el territorio guatemalteco. Además, se relacionan estos procesos con el origen y distribución de la gran biodiversidad del país. La discusión incluye el rompimiento de Gondwana, la caída de un objeto espacial en la región noroeste de Yucatán (llamado cráter Chicxulub), el cierre del istmo centroamericano y el enfriamiento de la Tierra por glaciaciones, entre otros procesos.

Las implicaciones que tienen los procesos geológicos en la biodiversidad se muestran a partir de ejemplos de algunas especies actualmente presentes en el país. Tal es el caso de la coexistencia en Guatemala del ciprés (*Cupressus sp.*) del oeste de Norteamérica con el maple (*Acer sp.*) y el liquidámbar (*Liquidambar sp.*) del este. Asimismo, existen evidencias de que el territorio posee muchas especies y géneros endémicos que se originaron en las montañas relativamente altas de Mesoamérica. Por ejemplo, según Schuster y Cano (2006), especies como *Peromyscus mayensis*, varias especies de *Ogyges* y otros géneros de Passalidae, especies de *Geotrupes* (Geotrupidae), *Phyllophaga* y *Chrysina* (Scarabaeidae).

Al final se adjunta una lista representativa de fósiles conocidos de Guatemala.

Palabras clave: *fósiles, historia geológica, Guatemala, biogeografía, biodiversidad.*

SUMMARY

This chapter presents a brief history of life on Earth focused on Guatemala. We discuss how geologic-geographic processes have affected speciation of organisms and the resultant biodiversity and relate these processes to the origin of the great biodiversity of this country. This discussion includes the breakup of Gondwana, as well as the fall of an extraterrestrial object in the northwest region of Yucatan, Mexico, the closing of Central American isthmus, the cooling of the earth (e.g., glaciations), among other processes.

The implications of these geological processes on the biological diversity of Guatemala are discussed, using as examples some species that exist here. For instance, why does western cypress (*Cupressus*) from western North America, and maple (*Acer*) and liquidambar (*Liquidambar*), from the East, exist together in Guatemala.

Also there is evidence that Guatemala has many endemic species and genera that have originated in the Mesoamerican highlands. These species include *Peromyscus mayensis*, various species of *Ogyges* and other genera of Passalidae, species of *Geotrupes* (Geotrupidae), *Phyllophaga* y *Chrysina* (Scarabaeidae) (Schuster y Cano, 2006).

Finally, a representative list of fossils known from Guatemala is provided.

Keywords: *fossils, geologic history, Guatemala, biogeography, biodiversity.*

* Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Apartado 82, Guatemala, Guatemala.
** Earth Sciences Dept., Dartmouth College, Hanover, Estados Unidos y Sociedad Geológica de Guatemala.

NAB'E UQ'AT WUJ

JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL RECH PAXIL KAYALA' UK'AMOM UQ'AB' RUK' OJER UK'ASLEMAL AB'AJ XKANUL RACHI'L UK'ASLEMAL RULEWAL

CH'UTI'SANEM.

Pa wa jun uq'at wuj xtzijox jub'iq uwach ri ojer uk'aslemal rulewal uwach ulew rech Paxil Kayala', xno'ojix uwach ronojel ub'e'al no'j chak b'anom puwi' ojer taq ab'aj-xkanul-xuquje' rulewal, are k'u wa' uya'om uk'eyewal pa kik'aslemal chaqi'j taq awaj, xuquje' usachik kiwach ri jalajoj wach k'aslemalil e poq'inaq uloq pa rulewal Paxil Kayala'. Xuquje' xmajix uno'jixik uwach ronojel chak b'anom ja taq epoq'inaq wi uloq, rumal jab'un kiwach chuwachulew ri nimalaj jalajoj uwach k'aslemalil e k'o pa qamaq'. Chi' xya' utzijoxik upaxinem uwach rech Gondwana, chi' xtzaq uloq jun k'aslemalil upakaj pa rulewal Yucatán (ub'i:wakamik uchi' xkanul Chicxulub), ri usachinem uwach uk'ux Abya Yala, ri ujorob'inem uwach ulew.

Ronojel uk'eyewal uya'kom jalwachinem ab'aj-xkanul pa uk'aslemal ri jalajoj uwach k'aslemalil xe'k'ut kiwach pa kik'aslemal urexal uwachulew pa qamaq'. Jasche ri k'isis (Cupresus sp), rachi'l maple (*Acer sp.*) xuquje' liquidambar (*Liquidambar sp.*) poq'inaq jela' qajb'al q'ij rech Abya Yala junam e poq'inaq uloq pa rulewal Paxil Kayala. Xuquje' no'jim uwach chi e k'i kiwach uxe' ija' e k'iyinaq uloq pa taq nimaq taq k'ache'laj rech Paxil Kayala, xuquje' ek'iyinaq uloq pa rulewal Abya Yala. Chi' e k'o jun che' ub'i Peromyscus mayensis, k'i uwach ri *Ogyges* chupam xuquje' uwachil ri che' taq kib'i' Passalidae, unan ri *Geotrupes*, (Geotrupidae), *Phyllophaga* y *Chrysina* (Scarabaeidae) (Schuster y Cano, 2006).

Sk'is utzijoxik ruk' utz'ib'axik, ronojel ub'aqilal jalajoj uwach k'aslemalil riqom pa rulewal Paxil Kayala'.

UCHOLAJ TZIJ: *ub'aqilal, ojer uk'aslemal uwach ulew, Paxil Kayala', eta'manen uk'aslemal uwach ulew, jalajoj uwach k'aslemalil*

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este capítulo es ofrecer un breve panorama de la historia geológica de Guatemala, describir lo que se ha llegado a conocer sobre la vida en el pasado a partir de las carácterísticas de fósiles y el análisis de la distribución de ciertos organismos. Además, discutir las implicaciones que tiene esta información en la biodiversidad guatemalteca. El conocimiento geológico y paleontológico disponible es limitado y se circunscribe al ámbito local, lo cual hace difícil relacionarlo con la información de la evolución del resto del planeta. Los conceptos acerca de la antigua configuración geográfica de Guatemala, y acerca de su fauna y flora, son especulativos. Sólo se puede hablar con cierta confianza de la situación actual, que se desarrolló posiblemente en los últimos 20 millones de años. Sin embargo, se espera que este trabajo sirva como un resumen que oriente a personas de varias disciplinas acerca del origen de la maravillosa biodiversidad de Guatemala, la cual está desapareciendo. Para facilitar el conocimiento de la riqueza paleontológica de Guatemala se incluye, en el Anexo 1, una lista representativa de los fósiles conocidos del país.

2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

Es importante definir biodiversidad. El término puede referirse, en primer lugar, al número de especies presentes en un espacio determinado; es decir, la riqueza biológica de un lugar. Se trata de un uso muy común. Pero, también, puede referirse a la variedad de géneros o de cualquier otra categoría de la jerarquía taxonómica. Además, puede tener un sentido ecológico-paisajístico; por ejemplo, el número de diferentes ecosistemas o biomas en una región. Esta última acepción está obviamente muy relacionada con la geografía y la topografía.

Considerando la jerarquía taxonómica, la distribución de especies depende de acontecimientos más recientes que la distribución de géneros o familias. Por ejemplo, la distribución de géneros de escarabajos de la familia Passalidae incluye un grupo de géneros restringido a América, otro a África, uno más a Madagascar, y otro a la región que va desde India (en Asia) hasta Oceanía y Australia. Esta distribución se explica porque estos géneros provienen de una familia que existía en el supercontinente Gondwana, pero tras su rompimiento, durante el Mesozoico, tuvieron evoluciones distintas. Con el aislamiento de algunos segmentos de la población original en los continentes que anteriormente formaron Gondwana, se produjo una evolución independiente, lo cual originó nuevas especies y, finalmente, nuevos géneros. La distribución de especies de un género dado, entonces, depende de acontecimientos más recientes.

Los principales hechos que han influido en la distribución y diversidad de organismos en Guatemala incluyen el rompimiento de Gondwana; la caída de un objeto espacial en la región noroeste de Yucatán hace 64.5 millones de años, el cual formó el cráter Chicxulub; el cierre del istmo centroamericano hace 2 a 5 millones de años; el enfriamiento de la Tierra, que originó las glaciaciones de los últimos 2 millones de años; la entrada del ser humano en este continente en un período que podría situarse hace 12 mil a 30 mil años; y la llegada de los europeos desde 1492. Se tratará brevemente el efecto de cada evento sobre la biodiversidad de Guatemala.

De acuerdo con MacArthur y Wilson (1967), el número de especies (u otra categoría) de una región depende de la relación entre las tasas de inmigración y extinción y, a largo plazo, de la tasa de especiación. Por eso se examinarán los factores que han influido en la inmigración, especiación y extinción de especies en Guatemala.

La especiación ocurre cuando se presenta un aislamiento genético de una población. El factor principal que causa el aislamiento es la presencia de barreras geográficas entre dos poblaciones. Si algunos organismos de una población logran superar una barrera, emigrar y establecer otra población con poco contacto con la primera, puede presentarse una divergencia entre las dos poblaciones y se formarán dos especies. También, puede ocurrir vicarianza cuando una sola población queda dividida por el surgimiento de una barrera. Con el tiempo, estas poblaciones divergen y forman dos especies.

Guatemala posee muchas poblaciones aisladas. Cada montaña que se encuentra separada de otras por valles profundos puede tener fauna y flora endémica, lo cual depende de cuánto tiempo haya estado aislada (Figura 1). También, algunos valles secos intermontanos pueden estar aislados unos de otros y serán lugares donde se pueden desarrollar floras y faunas endémicas. Todas estas barreras contribuyen a la alta biodiversidad de Guatemala.

Stuart (1943) definió áreas de endemismo con base en la distribución de anfibios y reptiles. Schuster (1992) estableció áreas de endemismo para bosques nubosos en Mesoamérica Nuclear basado en escarabajos pasálidos, las cuales fueron ampliadas luego con datos de otros organismos (Figura 2) (Schuster y Cano, 2006).

Los aspectos metodológicos se resumen de la siguiente manera: primero, se sintetiza la historia geológica de Guatemala y su evidencia estratigráfica y fosilífera. Luego, se discuten sus efectos sobre la biodiversidad. Después, se mencionan los principales factores que han contribuido a la especiación y, como consecuencia, a la alta biodiversidad de Guatemala. Por último, se examinan los resultados de estos procesos en términos geográfico-históricos con base en la evidencia proporcionada por la distribución actual de varios organismos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La biodiversidad de un lugar es el resultado de factores históricos y geográficos, y especialmente topográficos y climáticos. En Guatemala todos estos factores son importantes.

3.1. Breve historia de la Tierra, Centroamérica y Guatemala

La Tierra se originó hace unos 4,450 millones de años (Cuadro 1). Después de unos 500 millones de años, durante los cuales se presentaron muchos choques de cuerpos extraterrestres grandes y pequeños contra la Tierra (Era Hadeana o Azoica), se presenta la primera evidencia de vida. Los primeros organismos, células procariotas (bacterias), probablemente se originaron hace 3,800 o 4,000 millones de años, durante la Era Arcaica. Hace 3,400 millones de años había estromatolitos, que eran grandes estructuras rocosas formadas por varios tipos de bacterias, entre las cuales se incluyen bacterias fotosintéticas (cianobacterias). La fotosíntesis inició la liberación de oxígeno, pero éste se precipitó en forma de óxido de hierro en el fondo del mar y de óxido de uranio en el fondo de las masas de agua dulce. Según Knoll (2003), no fue hasta hace unos 2,200 a 2,400 millones de años que la atmósfera empezó a aumentar notablemente su concentración de oxígeno.

La célula eucariota, con un núcleo definido por una membrana, es la célula que compone la mayoría de los organismos macroscópicos que conforman la biodiversidad moderna. Aunque podrían haberse originado antes, los fósiles más viejos comparables a organismos eucariotas vivientes en la actualidad son del ártico de Canadá, y fueron depositados hace 1,200 millones de años. Según Knoll

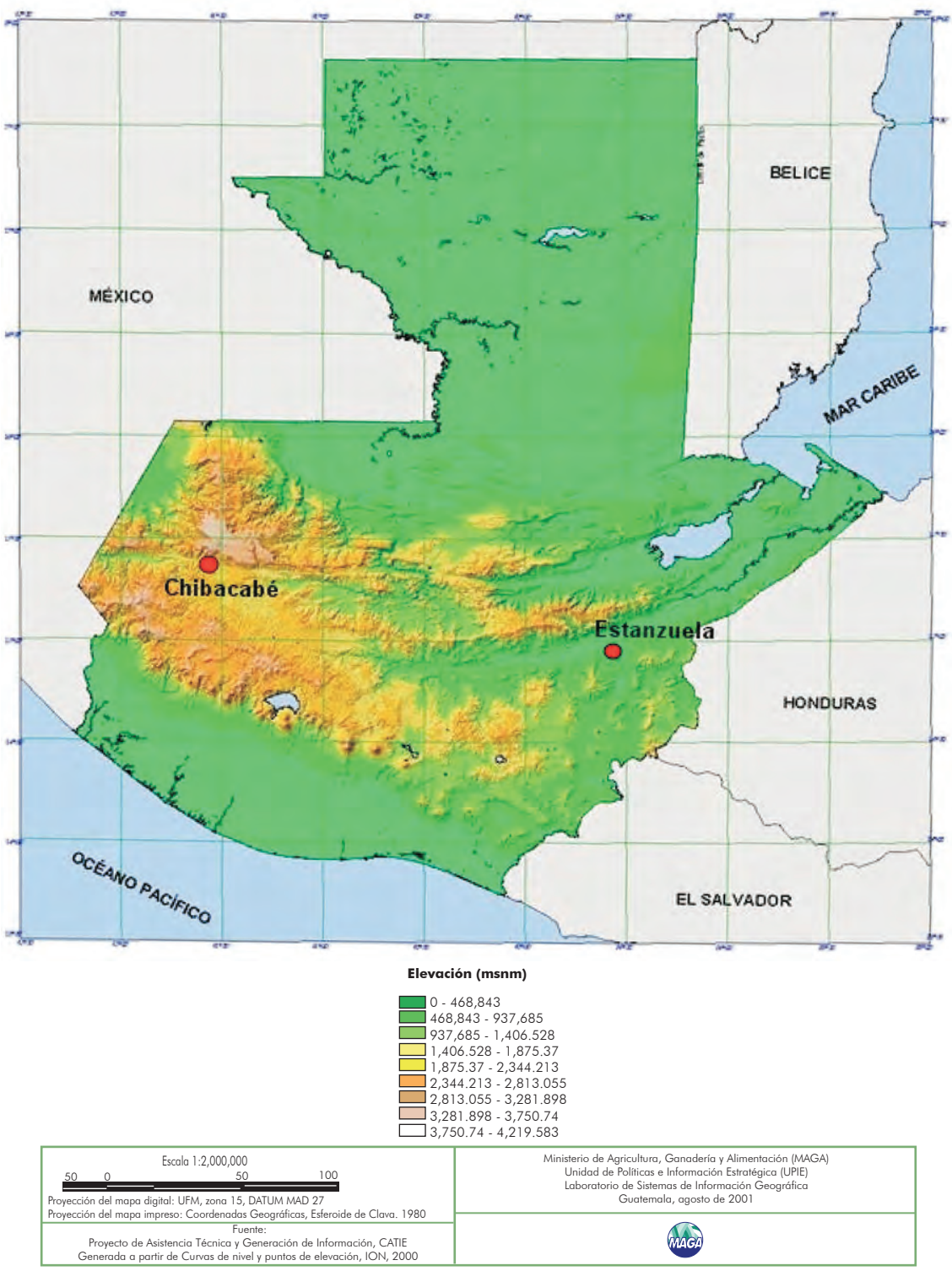


Figura 1. Mapa topográfico de Guatemala con sitios de museos de fósiles. Fuente: MAGA (2001)

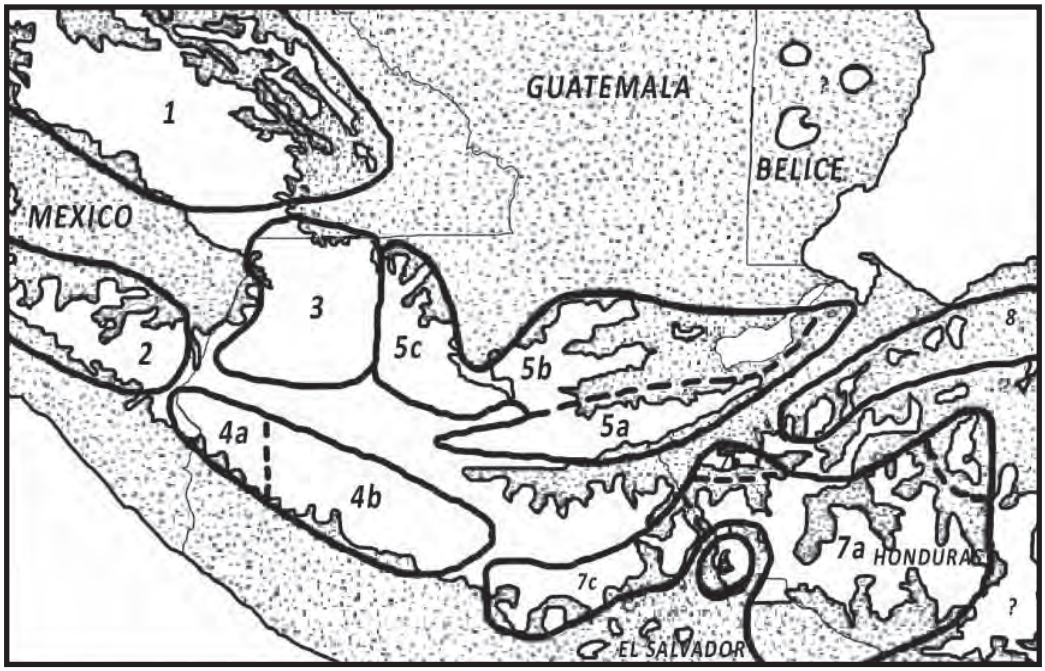


Figura 2. Áreas de endemismo de bosques nubosos basadas en la distribución de Passalidae y otros coleópteros en Guatemala y otras áreas adyacentes. El área punteada se encuentra bajo los 1,000 m de altitud. Modificado a partir de Schuster y Cano (2006)

(2003), éstos parecen ser de algas rojas (Rhodophyta).

Después de las largas y extremas glaciaciones proterozoicas, que congelaron talvez todos los océanos, incluidos los del trópico, se presenta la primera fauna abundante, la Ediacariana, hace unos 555 millones de años, la cual permaneció hasta el final de la era. Estaba formada, en su mayoría, por animales con cuerpos blandos, que algunos autores interpretan como lombrices, medusas, etc. (Glaessner, 1984), y otros como organismos totalmente diferentes de los que existen en la actualidad (Carroll, 2005). Luego, unos 15 a 20 millones de años después del principio de la Era Paleozoica (que empezó hace más o menos 543 + 0-1 millones de años) ocurrió una gran diversificación de animales, la famosa explosión cámbrica (Carroll, 2005). El Período Cámbrico se caracteriza por el origen de organismos con exoesqueletos duros, como las conchas de los moluscos y los caparazones de los crustáceos y trilobites. Durante este período, se originaron casi todos los filos de animales que componen la biodiversidad de la Tierra en la actualidad y, además, varios organismos extraños que ya no existen (Ward, 2006; Gould, 1989). Sin embargo, este período fue dominado por los artrópodos (Carroll, 2005).

Al final del Período Ordovicio aparecieron organismos eucariotas, los cuales invadieron el planeta (Southwood, 2003). No obstante, es probable que antes hubiera cianobacterias sobre la Tierra. Un poco después de la aparición de las primeras plantas terrestres llegaron los primeros animales terrestres, los artrópodos, como escorpiones (Siluriano), arañas y ácaros (Devoniano), ciempiés (Siluriano) y Collembola (Devoniano temprano) (Grimaldi y Engel, 2005).

La vida sobre la Tierra siguió diversificándose durante el resto del Paleozoico. Los vertebrados invadieron la Tierra y se originaron los reptiles. Hubo una sucesión de diferentes

Cuadro 1. Tiempo geológico: edades y eventos principales

Eras	Períodos	Épocas	Fechas (Ma A. P.)[1]	Eventos	Vidas
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	0.011		
		Pleistoceno	2	Volcanes en la costa sur Glaciaciones (Cuchumatanes)	*Homo sapiens*
	Terciario	Plioceno		Cierre del istmo centroamericano	Gran intercambio de organismos entre Suramérica y Norteamérica
		Mioceno			Mastodontes en Guatemala
		Oligoceno		Enfriamiento	
		Eoceno		Caliente	
		Paleoceno	64.5		
Mesozoico	Cretácico			Unión de terranes Chortí y Maya para formar la Sierra de las Minas y la del Merendón.	Extinción masiva al final (dinosaurios, amonitas, etc.). Angiospermas dominantes.
	Jurásico		200	Laurasia y Gondwana	Primera ave.
	Triásico		251	Baja concentración de oxígeno. Pangea.	Primer mamífero, primer dinosaurio. Extinción masiva al final.
Paleozoico	Pérmico			Pangea. Continúa la glaciación en Gondwana.	Gimnospermas dominantes. Extinción masiva mayor (trilobites, etc.).
	Carbonífero: Pensilvánico Misisípico			Glaciación en Gondwana. Alta concentración de oxígeno.	Primeros reptiles. Pantanos, bosques de licopodios, equisetos, etc.
	Devónico				Primeros anfibios. Diversificación de peces con huesos. Extinción masiva al final. Primeros árboles.
	Silúrico				Primeros artrópodos sobre la Tierra.
	Ordovicio			Glaciación. Primeras plantas terrestres.	Extinción masiva al final.
	Cámbrico		543	Concentración de oxígeno similar a la de la actualidad.	Explosión cámbrica (trilobites y otros artrópodos, nautiloides, etc.). Todos filos mayores aún presentes en la actualidad.
Proterozoico			2,500	Precipitación de hierro en el mar y de uranio en el agua dulce que forma estratos rojos, especialmente en el período entre hace 2.2 y 1.8 millones de años. Tremendas glaciaciones y extinciones hacia el final.	Fauna ediacareana. Primeros organismos multiceluares, Rhodophyta, animales.
Arcaico			4,000		Primera vida (bacteria). Estromatolitos. ¿Célula eucariota al final?
Azoico o Hadeano			4,450	Origen de la Tierra y la Luna.	

tipos de bosques, desde formas gigantes de plantas que todavía existen, pero que en la actualidad son pequeñas –por ejemplo, la cola de caballo (*Equisetum*) y los licopodios– hasta bosques de cicas y coníferas.

Hacia el final del Paleozoico, la deriva de las placas tectónicas logró juntar a la mayoría de los continentes en una sola masa continental: el supercontinente Pangea (Figura 3). En realidad, durante los billones de años anteriores, se habían formado y desintegrado una serie de supercontinentes. Pangea fue el último de ellos, formado por la unión de todos los continentes. En la era siguiente, el Mesozoico, Pangea se dividió en dos supercontinentes: hacia el norte, en Laurasia; hacia el sur, en Gondwana (Figura 4).Desde entonces hasta el presente, estos dos supercontinentes también se dividieron en los continentes que se conocen en la actualidad. Sin embargo, antes de esta división, ocurrió un evento que definió el final del período Paleozoico, hace 251 millones de años: la extinción más grande en la historia del planeta. Más del 90% de las especies se extinguieron. Varios factores pueden haber contribuido a ese evento. Uno, apoyado por muchos autores, se refiere a la erupción volcánica más grande que ha ocurrido en los últimos 600 millones de años, la cual ocurrió en Siberia (Benton, 2001; Edwin, 2006).

En el primer período del Mesozoico, el Triásico, surgieron los dinosaurios y los mamíferos. Al final de este período también hubo otra gran extinción. Una hipótesis plantea que fue causada por las condiciones de la atmósfera en esa etapa. En ese momento se presentó la más baja concentración de oxígeno en la atmósfera durante los últimos 500 millones de años (tal vez sólo 13%, distante del 21% actual). También se presentó una alta concentración de dióxido de carbono y, aparentemente, mucho sulfuro de hidrógeno, un compuesto venenoso. La concentración de oxígeno aumentó en el período siguiente, el Jurásico, durante el cual los dinosaurios fueron dominantes (Ward, 2006). En el último período, el Cretácico, las angiospermas (plantas con flores) prevalecieron en la Tierra.

El Mesozoico fue una era relativamente caliente, es decir, sin glaciaciones. Dinosaurios y las plantas subtropicales vivieron cerca de los polos. Estas altas temperaturas de la Tierra hicieron que el agua de los océanos inundara las partes bajas de los continentes, con lo cual se formaron los mares epeíricos sobre los continentes. Se calcula que, si todos los glaciares que existen hoy se derritieran, el nivel del mar subiría unos 300 pies (100 m aproximadamente). Gran parte del territorio de Guatemala se encontraba sumergido durante ese período. En Norteamérica, se formó un mar que lo dividió en dos desde el golfo de México hasta el océano Ártico. Como consecuencia, muchos organismos evolucionaron independientemente en el este y el oeste de Norteamérica. Muchas plantas del oeste estaban relacionadas con las plantas del este de Asia, debido a la conexión de Alaska con Siberia. Al fin de cuentas, cuando apareció Guatemala, ésta recibió inmigrantes de ambos lados de Norteamérica –por ejemplo, el ciprés (*Cupressus*) del oeste, y el maple (*Acer*) y el liquidámbar (*Liquidambar*) del este–. Estas migraciones ocurrieron principalmente en el siguiente período, es decir, el Cenozoico.

Hace 75 millones de años (durante el período Cretácico tardío), existió un intervalo de unos 5 millones de años en los que las proto-Antillas formaron un puente terrestre entre el norte y el sur del continente en una posición ubicada desde Nicaragua hasta Suramérica (Iturralde-Vinet, 2006). Luego, estas islas migraron hacia el este sobre la placa del Caribe y llegaron, al final del período Cenozoico, a su posición actual para formar las Antillas Mayores (Coates, 2003). Durante este tiempo, la fauna de la región centroamericana era más similar a la de Norteamérica que a la de Suramérica.

Al final de este período (hace 64.5 millones de años), cayó un objeto extraterrestre en el noroeste de la península de Yucatán, el cual formó el gran cráter Chicxulub. Este acontecimiento se ha asociado con la extinción de muchos organismos, incluidos los dinosaurios. Ésta podría haber sido la causa principal de la extinción, aunque hay otros factores por considerar, como las tremendas erupciones que ocurrieron en los *Deccan Traps* de la India hace 65.6 millones de años (Southwood, 2003). De todos modos, la caída de un objeto sobre Yucatán, tan cerca de Guatemala, habría eliminado casi toda la vida que existiera en el territorio en ese entonces.

También, hacia el final del Cretácico, la miniplaca (*terrane*) Chortís se movió desde su ubicación en el Pacífico (cerca del actual Oaxaca) hacia el sureste y al final chocó con la miniplaca Maya, que ya se había unido con México. Este choque formó las sierras de las Minas y el Merendón. La miniplaca Chortís (que incluye el sureste de Guatemala, Honduras y el norte de Nicaragua) se desplazó hacia el este, a lo largo de la zona de la falla del Motagua-Polochic, desde el Campaniano hace 80 millones de años.

Más tarde, el choque de la placa de Cocos con la placa Caribe hizo emerger más islas que finalmente formaron el resto del istmo centroamericano. Además del levantamiento del istmo, se produjo el descenso del nivel del mar debido a la disminución de la temperatura del planeta, lo cual activó la formación de glaciares continentales desde el Oligoceno, empezando en la Antártida (Coates, 2003).

Se conservaron algunos corredores marítimos a lo largo del istmo en Panamá, Costa Rica y Nicaragua. Fueron cerrándose lenta e intermitentemente desde hace 15 millones de años hasta que se completó su cierre hace

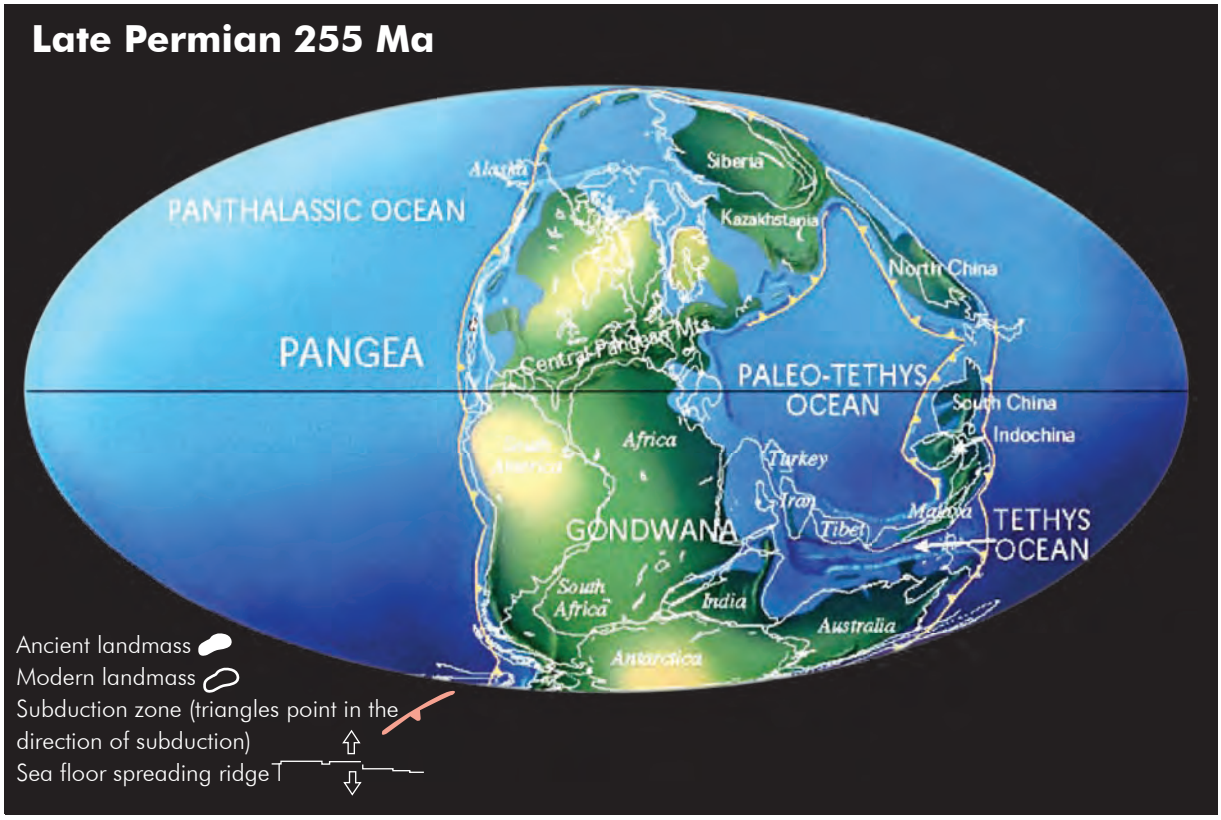


Figura 3. Pangea en el Pérmico tardío hace 255 millones de años. Fuente: Scotese (1997)

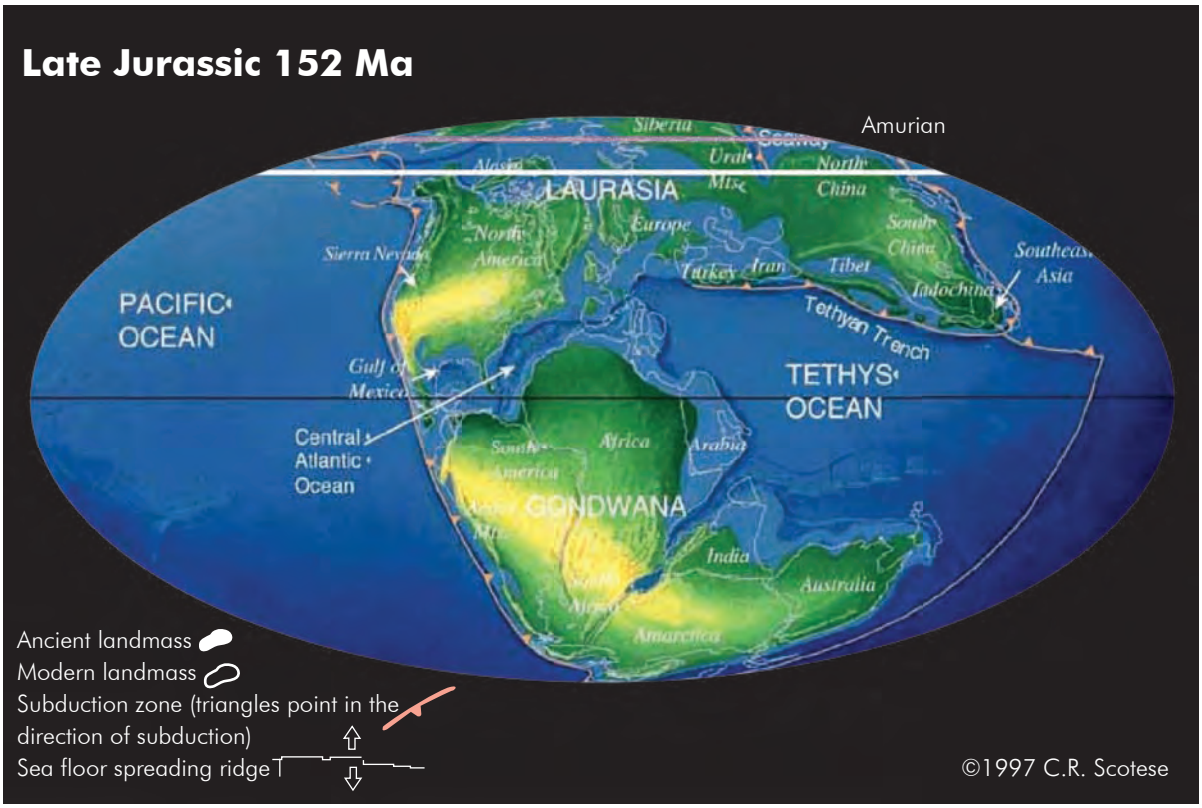


Figura 4. El planeta en el Jurásico tardío hace 152 millones de años. Fuente: Scotese (1997)

3.6 millones de años (Coates *et al.*, 1992; Coates y Obando, 1996). Esto se evidencia en las distintas formas de moluscos en los océanos Pacífico y Atlántico. El istmo se cerró por completo hace cerca de 2.7 millones de años, aunque algunas evidencias de ciertos moluscos señalan un cierre definitivo hace 2 millones de años (Coates, 2003). La unión de las Américas está confirmada por el desarrollo de distintos grupos de foraminíferos planctónicos en ambos océanos hace aproximadamente 1.9 millones de años (Keller *et al.*, 1989; Coates, 1997). La mayoría de los investigadores cree que el último paso marino que se cerró fue el del istmo de Panamá, pero existen otros argumentos que respaldan la teoría de que el último fue el istmo de Tehuantepec (Gartner *et al.*, 1987).

La emersión del istmo centroamericano afectó a la biodiversidad de Guatemala, porque separó las faunas marinas del Pacífico y del Caribe, lo cual dio como resultado su especiación en cada océano. Además, esto permitió la migración de organismos terrestres en ambas direcciones, entre las Américas. El levantamiento de algunas montañas en Centroamérica durante el Mioceno y el enfriamiento del clima afectaron la migración de organismos de regiones templadas hacia el sur. Con base en estudios de polen fósil, Graham (1999) menciona que durante el Mioceno había pocos géneros de árboles templados en Guatemala, y que éstos aparecieron en el Plioceno y el Pleistoceno. Así que organismos originarios de Suramérica migraron hacia el norte y organismos de Norteamérica lo hicieron hacia el sur. Como consecuencia, en Guatemala se observa una mezcla de estas dos faunas y floras. Esto ha dado origen a dos "patrones de dispersión" en insectos según Halffter (1976). Este patrón es aplicable a otros organismos. El patrón Neártico incluye organismos que han

migrado hacia el sur, especialmente durante las glaciaciones, y que ahora se encuentra en Guatemala, muchas veces en elevaciones por encima de los 1,500 m (por ejemplo, cipreses, pinabetes, mapaches, felinos, pinos, *Liquidambar*, *Quercus*). El patrón Neotrópico típico incluye organismos que han migrado desde el sur hacia el norte por las costas de Centroamérica (por ejemplo, armadillos, colibríes, zarigüeyas, ceibas, *Passalus punctiger*), aunque algunos se pueden encontrar en las montañas (por ejemplo, *Podocarpus*). Varios de estos animales inmigrantes ya están extintos, como el perezoso gigante y un ave carnívora de unos 2 metros de altura, el *Titanis*, originarios del sur; y el mastodonte y el mamut, originarios del norte. Webb (1991) presenta una buena descripción de los animales en este gran intercambio. Estudios recientes confirman que el *Titanis*, en realidad, logró cruzar Centroamérica antes de la formación completa del puente de Panamá (McFadden *et al.*, 2007).

Luego, Halffter (1978) propuso el Patrón Mesoamericano de Montaña, que se refiere a especies y géneros endémicos que tienen su origen en las montañas relativamente altas de Mesoamérica (por ejemplo, *Peromyscus mayensis*, *Ogyges* y varios otros géneros de Passalidae, especies de *Geotrupes* (Geotrupidae), *Phyllophaga* y *Chrysina* (Scarabaeidae) (Schuster y Cano, 2006).

Durante esta última era, la Cenozoica, los mamíferos (si se consideran sólo los vertebrados) dominaban la vida terrestre. Las altas temperaturas se conservaron al principio, pero bajaron al final del Oligoceno. En los últimos 3.2 millones de años ha habido una serie de glaciaciones, hasta 35 (Calder, 1983). Estas glaciaciones probablemente son el factor más importante en la determinación de la biodiversidad de Guatemala al nivel de especies. La Figura 1 muestra la ubicación de dos sitios pleistocénicos mencionados en el texto.

En Guatemala, existieron glaciares por lo menos durante la última glaciación, que duró desde hace 72,000 años aproximadamente (Calder, 1983) hasta hace unos 11,600 años, lo que corresponde al final del último período de bajas temperaturas, conocido como el *Younger Dryas*, de acuerdo con Burroughs (2005). Estos acontecimientos se evidencian en forma de morrenas en los Cuchumatanes (Anderson, 1968; Hastenrath, 1974; Lachniet, 2007) y posiblemente en la Sierra de las Minas (Islebe y Leyden, 2006).

El efecto de las glaciaciones fue distinto en diferentes partes de Guatemala. Hasta hace poco, se pensaba que la región de Petén fue más seca durante los períodos fríos (Islebe y Leyden, 2006). De hecho, Leyden (1984) menciona la sustitución de vegetación xérica (sabana, *Juniperus*) del final del Pleistoceno por un bosque templado al principio y un bosque mésico con ramón (*Brosimum*) más tarde; así que, aparentemente, el bosque pluvial tropical no tiene más de unos 10 u 11 mil años. Sin embargo, datos muy recientes de núcleos extraídos del lago Petén-Itzá señalan un ambiente húmedo en la parte más fría de la última glaciación (Anselmetti, 2007). Las muestras de polen extraído de núcleos sacados del fondo de lagunas peteneras indican una considerable variación del clima entre el Pleistoceno tardío y el reciente (Leyden, 1984; Leyden *et al.*, 1993; Hillesheim *et al.*, 2005).

Algunos estudiosos han planteado que, durante las glaciaciones, no había bosque húmedo tropical en Centroamérica; afirman que la recolonización del bosque húmedo ocurrió desde las zonas del Chocó colombiano o la Amazonia (Aide y Rivera, 1998). No obstante, Gentry (1986) ha demostrado que la flora de Centroamérica se relaciona más con la de la Amazonia que con la del Chocó. Por otra parte, Aide y Rivera (1998) sugieren, con base en estudios de tasas de migración y estudios genéticos de ADN de una especie de Moraceae, que los bosques húmedos tropi-

cales recolonizaron las costas de Centroamérica desde refugios riparianos cercanos.

No se ha encontrado mucha evidencia directa de lo que ocurrió en las tierras altas. Colinvaux (2003) menciona que, en Panamá, los bosques de altura de las montañas se mezclaron con los bosques tropicales produciendo formaciones que ya no existen. Algo parecido debe haber sucedido en Guatemala. Por lo menos en algunos momentos, durante las glaciaciones, había bosques húmedos nubosos en elevaciones mucho más bajas que en la actualidad. Esto explica la distribución actual de especies de escarabajos de la familia Passalidae. Por ejemplo, tres especies de *Ogyges*, muy cercanas evolutivamente, tienen distribuciones aisladas (Figura 5). *O. laevissimus* (Figura 6) vive en los volcanes de la costa sur de Guatemala, desde el Chicabal en el oeste hasta el volcán de Agua en el este. *O. hondurensis* es conocido en el Mirador (al oeste del volcán Tecuamburro), en la parte alta de La Unión, Zacapa, en algunas montañas de Honduras y, aparentemente, en el volcán San Salvador (Schuster y Reyes-Castillo, 1990). La tercera especie, *O. politus*, es conocida sólo en El Trifinio, en la frontera entre Honduras, El Salvador y Guatemala.

Para explicar estas distribuciones, se puede plantear que el antecesor común de estas tres especies debió existir en toda el área donde éstas se ubican. Esto implica la existencia de un bosque húmedo (nuboso) que conectaba las tres regiones, tal vez al mismo tiempo o en forma alternada a través del tiempo. Cuando el clima se fue calentando, estos bosques se desplazaron hacia las montañas y quedaron aislados unos de otros por valles calientes y secos, tal y como se observa en el presente. Este aislamiento de las poblaciones de pasálidos dio lugar a la especiación por vicarianza (surgimiento de una barrera que divide una población), así como el origen de las tres especies que se encuentran presentes en la actualidad.

Sería posible explicar esta distribución por una dispersión de larga distancia. Sin embargo, es menos probable por dos razones. Primero, estos escarabajos no vuelan y, como son grandes, el viento no los trasladaría. Segundo, hay otros grupos de organismos, especialmente de Coleoptera, que muestran distribuciones semejantes (Schuster y Cano, 2006).

Puesto que estas migraciones altitudinales por cambios climáticos ocurrieron varias veces durante el Pleistoceno, puede haber ocurrido un ciclo de especiación cada vez que hubo cambios entre tiempos glaciales e interglaciales, lo cual explicaría la gran diversidad de especies. En consecuencia, se puede predecir, por ejemplo, que las montañas aisladas de Guatemala poseen especies endémicas. La Figura 2 muestra áreas de endemismo en Mesoamérica Nuclear según la distribución de Scarabaeoidea, especialmente de bosques nubosos. Cada área tiene un conjunto de especies endémicas (Schuster y Cano, 2006). Igualmente, los valles secos aislados pueden tener organismos endémicos. Se está empezando a descifrar esta complejidad.

Schuster y Cano (2006) propusieron la división de las áreas de endemismo de bosques nubosos en dos grupos relacionados entre sí: uno al norte del corredor subhúmedo del norte de Centroamérica (Stuart, 1954) y otro al sur. Este corredor seco abarca desde la Depresión Central de Chiapas hasta el río Motagua, pasando por Chiquimula hacia Honduras. Durante el Pleistoceno, varios animales de Norteamérica probablemente migraron hacia el sur por este corredor que, en algunos momentos, poseía vegetación tipo sabana. Entre éstos se encuentran el mastodonte, el mamut, el perezoso gigante, el gliptodonte y otros animales ya extintos, de los cuales se han encontrado fósiles en varios lugares del país, incluso en algunos sitios del mencionado corredor, como Chibacabé, Huehuetenango, y Estanzuela, Zacapa (Anexo 1).

Si se compara la biodiversidad de Guatemala con otras áreas de Mesoamérica, se observa que, por lo menos, la fauna de Passalidae pertenece a una unidad biogeográfica que limita al norte con el istmo de Tehuantepec y al sur con la depresión de Nicaragua. La fauna del norte y el sur de esta región posee menos de 14% de semejanza con la unidad a la que pertenece Guatemala, debido principalmente al endemismo producido por especiación en las montañas por encima de 1,500 m de altura (Schuster, 2006). Otros taxa muestran relaciones parecidas (Schuster y Cano, 2006).

Entonces, gran parte de la complejidad de la biodiversidad de Guatemala se debe a la interacción de dos eventos prehistóricos importantes: migración norte-sur debido al cierre del istmo centroamericano, y la migración altitudinal y los cambios climáticos relacionados con las glaciaciones. No se debe olvidar que es bastante posible que actualmente se esté en otra etapa interglacial. El calentamiento global quizás sea la preocupación actual, pero una próxima etapa de glaciación continental es factible.

Un factor geológico importante y reciente que afecta a la biodiversidad son las explosiones volcánicas y las erupciones de las calderas que cubrieron una gran parte del sur de Guatemala con piedra pómez y cenizas. Una de las explosiones más grandes fue la erupción de caldera que creó el lago de Atitlán (hace 84,000 años), la cual produjo depósitos de piedra pómez de hasta centenares de metros de espesor, situación que devastó obviamente la vida en estas zonas (Rose *et al.*, 1987).

El organismo inmigrante que más ha impactado sobre la biodiversidad de Guatemala es el hombre. Hay controversia sobre cuándo llegó a América, pero sin duda fue durante la última glaciación. La gran cantidad de hielo sobre la Tierra redujo el nivel del mar en más de 100 m y expuso la tierra firme, uniendo Alaska con Siberia. Puede haber llegado por tierra a través de esta conexión (Beringia) o por barco al seguir la costa pacífica de Norteamérica desde el norte. Es interesante observar que existe cierta evidencia, basada en la biodiversidad de pulgas en momias y poblaciones indígenas de la costa pacífica, de un posible contacto con poblaciones humanas de las islas del Pacífico. De todos modos, los seres humanos habían llegado a Chile por lo menos hace 12,000 años (Retana, 2005). Aunque probablemente trajeron algunos organismos con ellos (por ejemplo, el perro), el efecto principal de su presencia fue una disminución de la biodiversidad. Probablemente el ser humano fue el causante de la extinción de la megafauna de las Américas (por ejemplo, el mamut, el mastodonte, el perezoso gigante, etc.) (Martin, 2005).

Con la llegada de los europeos a partir de 1492, hubo una enorme influencia en la biodiversidad. Ésta aumentó con la introducción de muchos organismos de otros continentes a Norte y Centroamérica, a veces a propósito (por ejemplo, papa, café, faisanes, gallinas, gatos, estorninos, etc.) y a veces accidentalmente (por ejemplo, abeja africanizada, broca de café, *Oncocerca volvula* –que produce oncocercosis–, y *Plasmodium* –que causa paludismo, viruela, etc.). A veces los organismos introducidos compiten con los nativos y pueden causar la extinción o la reducción de su población. Un ejemplo es la competencia por el néctar y el polen entre la abeja de miel, *Apis mellifera*, y las abejas nativas, *Trigona* y *Melipona*. Otro ejemplo es la invasión, en el valle del Motagua, de *Digitonthophagus gazellae*, *Euniticellus intermedius* (Figura 7) e *Hybosorus illigeri*, originarios de África, y descubiertos en 1998 por alumnos de la Universidad del Valle de Guatemala y la Universidad de San Carlos de Guatemala, que disminuyeron la población de escarabajos coprófagos nativos. De igual manera, el ser humano ha causado muchas extinciones indirectamente debido a la destrucción del

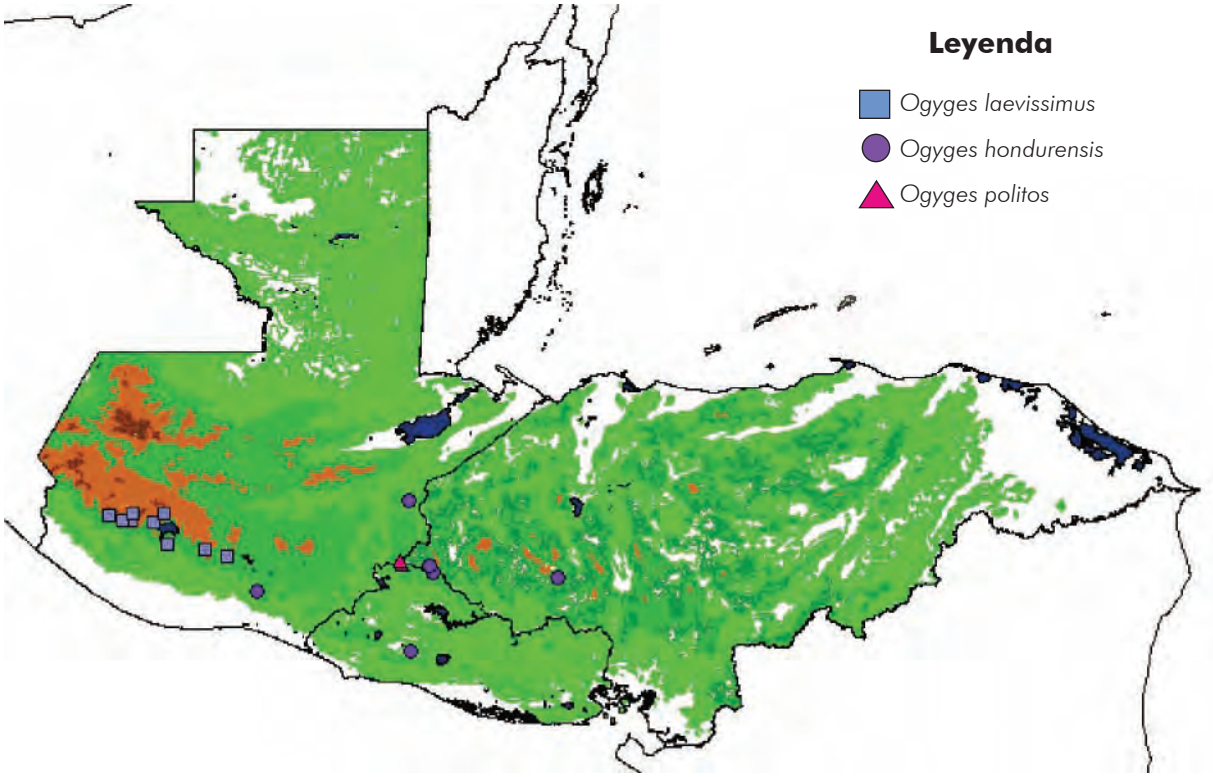


Figura. 5. Mapa de la distribución de las especies de *Ogyges*
Fuente: Schuster y Reyes Castillo (1990)



Figura. 6. O. *laevissimus*. Vista dorsal. Crédito: Schuster, J.

hábitat; por ejemplo, al cortar los bosques de forma no planificada.

En Guatemala, como en muchas zonas tropicales, la mayoría de las especies de Eucarya son insectos y la mayoría de éstos Coleoptera. Los lugares de mayor biodiversidad en el bosque son el dosel y el suelo, lugares relativamente inexplorados. Probablemente se conoce (se ha descrito y nombrado) sólo aproximadamente 10% de los insectos que existen, basado en cálculos sobre datos presentados en Gaston y Spicer (2004). Al cortar el bosque se extinguen los organismos del dosel. El suelo ya está expuesto al sol y la lluvia, aumentando la temperatura y la erosión, lo cual extingue la fauna del suelo. Hay lugares del Amazonas donde han sembrado coca después de cortar el bosque pluvial, y han producido un desierto (Figura 8). Así pasa en Petén cuando cortan el bosque para sembrar maíz; luego, cuando no rinde, venden el terreno para ganadería. Este problema no existía cuando había poca gente y la tierra abandonada tenía la oportunidad de regenerarse, algo que no ocurre en la actualidad.

La humanidad ha influido de forma asombrosa sobre la biodiversidad, ahora desligada de la geografía y la geología. Sin duda, el *Homo sapiens* ha acelerado los cambios ambientales, pero la historia geológica demuestra que el cambio es una constante en la evolución de la Tierra. Sin embargo, en comparación con el tiempo de la última glaciación, los últimos 10,000 años han sido muy estables (Burroughs, 2005). Se espera que las acciones del hombre no provoquen un regreso a la variabilidad climática típica del Pleistoceno.

3.2. Fósiles

La historia de la antigua vida en el planeta queda grabada en los fósiles, que son la evidencia de la vida que se ha registrado en las rocas. Esta preservación requiere de una serie de condiciones especiales: los organismos deben ser soterrados rápidamente, en condiciones de relativa calma y, después, deben consolidarse en forma de roca sin exceso de temperatura y presión. Por estas razones, no se encuentran fósiles en rocas ígneas o metamórficas. Naturalmente, el proceso requiere



Figura. 7. *Euniticellus intermedius*, escarabajo coprófago introducido a este hemisferio de África. Crédito: Cano, E.

que no ocurra erosión en tiempos geológicos posteriores que eliminen las rocas por completo. Cuando se reúnen todas estas condiciones, el récord fosilífero puede ser abundante; si, por el contrario, no se presentan, los fósiles son escasos o inexistentes.

Generalmente, aumenta la probabilidad de que un fósil se preserve cuando vivió en el agua y fue enterrado rápidamente por sedimentación. Por lo tanto, los organismos terrestres tienen mucho menos posibilidades de preservación.

Los fósiles microscópicos han sido estudiados extensamente por las compañías de exploración petrolera. Estos fósiles resultan ser de suma importancia para la identificación, datación y correlación de estratos geológicos. Los más investigados son los foraminíferos, organismos microscópicos unicelulares con gran variedad y distribución en los mares. Su tamaño microscópico propicia su abundancia y, más importante, permite que permanezcan intactos cuando se tritura la roca con barrenos durante la perforación de los pozos petroleros.

El estudio de fósiles en calizas y rocas duras es sumamente especializado y requiere, para su observación en el microscopio, el corte y pulido de la roca en secciones tan delgadas que resultan casi transparentes. En cambio, los estratos de lutitas, arcillas y arenas son con frecuencia suficientemente suaves como para permitir la separación de microfósiles enteros de su matriz, tal y como sucede con las rocas terciarias y cuaternarias.

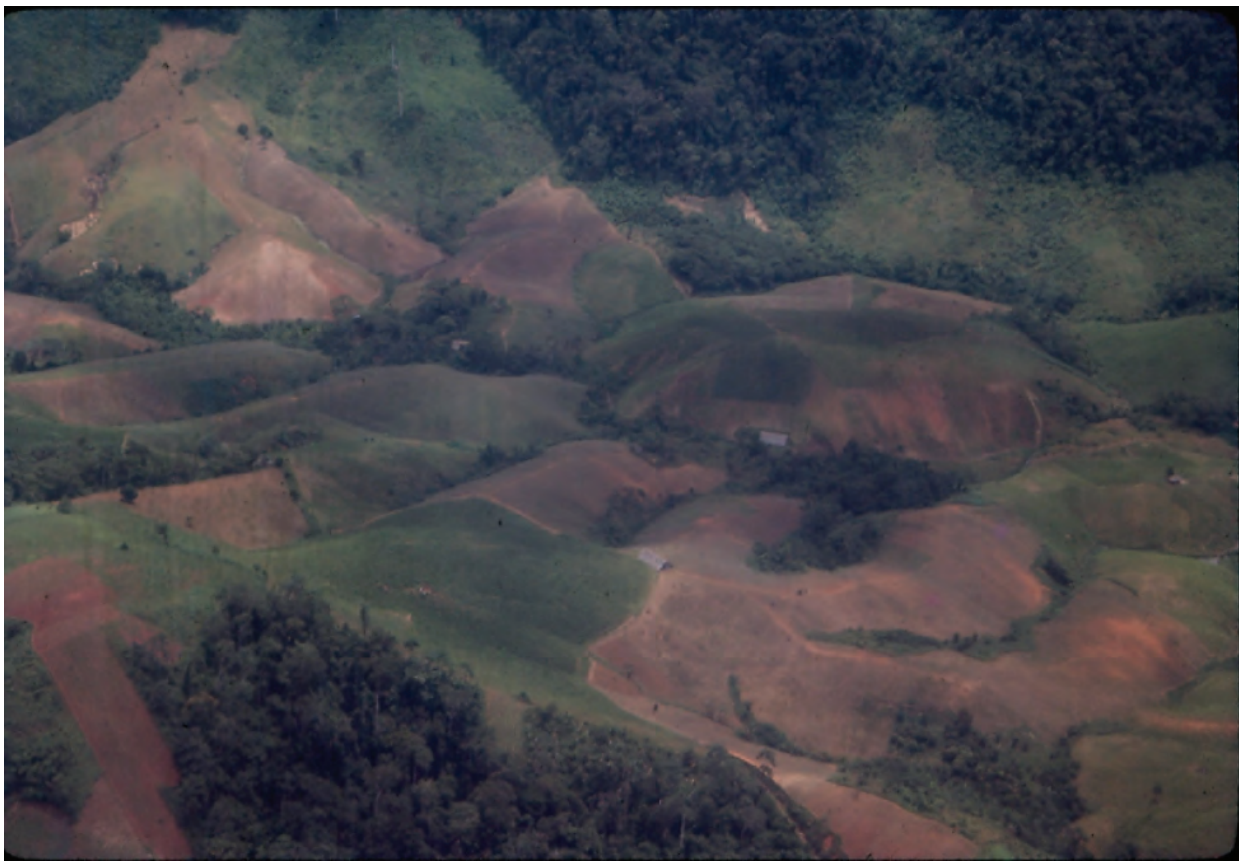


Figura. 8. Foto aérea de plantaciones de coca en la selva amazónica del Perú.
Crédito: Schuster, J.

No existe un registro continuo de fósiles en Guatemala, desde sus orígenes hasta el presente. Aunque existen varios fósiles marinos, los fósiles terrestres son pocos. Durante gran parte de su historia geológica conocida, es probable que Guatemala haya estado sumergida bajo el mar. Fue sólo hasta hace unos 20 millones de años (Mioceno), con los últimos grandes levantamientos de la Tierra, que la geografía actual de Guatemala empezó a tomar su forma actual, con la subsecuente adaptación de la vida a los nuevos ambientes terrestres.

Aunque existen minerales de 1,100 millones de años de edad (del Precámbrico) en rocas más jóvenes y derivados de un pasado lejano y poco claro, las rocas locales más antiguas que se conocen, localizadas en las montañas Mayas de Belice, tienen una edad de 430 millones de años (del Siluriano) (Steiner y Walter, 1996).

Los fósiles más antiguos datados en Guatemala (con 305 millones de años) pertenecen a rocas sedimentarias del Carbonífero-Pérmico, que se extienden de Huehuetenango a Izabal, paralelos a la falla Polochic. Éstos son organismos marinos que vivieron, en su mayoría, en aguas someras. Las lutitas de este período contienen restos, moldes y fragmentos de fusilínidos, corales, braquiópodos, gasterópodos, crinoides, briozoarios y algas. Las calizas pérmicas se distinguen por sus fusilínidos, que son foraminíferos grandes que se pueden distinguir sin microscopio y semejan pequeños granos de arroz.

Pangea existió desde el final del Pérmico y a lo largo del Triásico. En Guatemala, no existe un registro fosilífero desde el Pérmico tardío hasta medianos del Jurásico (170 millones de años), tiempo durante el cual el territorio probablemente había emergido del océano y la erosión predominó sobre la deposición. En el Jurásico, Pangea empezó a romperse, la temperatura del planeta aumentó, los mares invadieron los continentes y los organismos marinos poblaron estas zonas recién inundadas. Estas condiciones produjeron la formación Todos Santos (del Jurásico-Cretácico), que en su parte inferior posee conglomerados, areniscas y lutitas rojas, típicos de depósitos terrestres, por lo cual son escasos los fósiles. Solamente se han encontrado unas pocas plantas, helechos y trazos de carbón. En la parte superior, las rocas contienen calizas marinas, con fósiles de foraminíferos, algas y escasos amonoides. Las capas rojas se encuentran, con espesores bastante variados, en Huehuetenango y en Baja y Alta Verapaz.

Los mares someros cretácicos, con sedimentación de carbonatos, dejaron una gran fauna microscópica, entre la cual se encuentran foraminíferos y zooplancton. También, abundan algunos fragmentos de rudistas (pelecípodos grandes extintos). Una porción importante de estos restos ha sido destruida por la recristalización de las calizas (carbonato de calcio) en dolomitas (carbonato de calcio y magnesio). Estas rocas están presentes en Alta Verapaz, Huehuetenango y el sur de Petén.

A mediados del Terciario, Guatemala pasó de un ambiente marino hacia aguas muy someras, marginales y, finalmente, al estado terrestre de la actualidad. Por lo tanto, el Paleoceno y el Eoceno de Guatemala se conocen hoy más que todo por fósiles marinos, especialmente los foraminíferos. Después se encuentran los arrecifes de coral; las lagunas saladas carentes de vida; las lagunas y playas de aguas salobres ricas en moluscos; los depósitos lacustres y fluviales con su fauna de aguas dulces, como moluscos, peces, diatomeas, radiolarios y la flora con su polen; y, finalmente, los mamíferos y vertebrados terrestres, que se evidencian (aunque escasos) desde mediados del Mioceno.

En el Cuaternario, por las dificultades en la preservación de organismos en ambientes terrestres, encontramos pocos restos de ver-

tebrados. De los encontrados, una gran parte ha sido arrastrada por ríos y queda desligada de los contextos geológicos y ecológicos originales. Talvez los más conocidos son el valle del río Motagua cerca de Estanzuela, exhibidos en el museo de esa localidad, y Chibacabé, en Huehuetenango, exhibidos *in situ* y en el museo asociado (Schuster y Cano 1995). Otras colecciones, no descritas, están en el Museo de la Universidad de San Carlos de Guatemala y, probablemente, en el American Museum of Natural History. Otros sitios conocidos de fósiles vertebrados pleistocenos incluyen Ciudad Real y Chinautla, en el departamento de Guatemala; Tívoli en la ciudad de Guatemala (en el Parque de la Industria, donde existió una laguneta); el área del lago de Izabal; el área de la ciudad de Huehuetenango; y San Rafaelito en el departamento de Santa Rosa, cerca de la laguna de Ayarza.

La mayoría de hallazgos de fósiles cuaternarios no han sido estudiados científicamente ni publicados. Talvez los más abundantes se encuentran en el sitio de Santa Amelia, en el río La Pasión, al sur de Petén, donde el paleontólogo Barnum Brown encontró en 1949 un gran número de vertebrados pleistocénicos para el American Museum, los cuales no han sido descritos aún.

En el Museo de Historia Natural de la USAC[2] existe un conjunto de fósiles vertebrados cuyo estudio y conclusiones pronto serán publicados. Entre éstos se encuentran un mastodonte, un mamut, un caballo, un venado, un "hipopótamo", una vaca, un "armadillo" gigante, un perezoso gigante y un oso. Además, hay reportes de un armadillo, un tepezcuintle, una familia de gatos, una danta, un jabalí y un camello. Se puede consultar el Anexo 1 para mayor información.

Aunque el mastodonte y el mamut parecen bastante similares, son de diferentes géneros. El mastodonte llegó al Nuevo Mundo hace aproximadamente 15 millones de años (en el Mioceno) y el mamut hace cerca de 1.9 millones de años a través de Siberia. La superficie del diente de trituración (muela) del mastodonte tiene forma de conos, mientras que la del mamut posee forma de arrugas, como las de los elefantes de hoy o los caballos (Figura 9). El mastodonte tiene un cráneo con el frente de bajo relieve, mientras que el mamut posee forma de domo. El mastodonte tiene un cuerpo más largo y grande, mientras que el mamut es más alto. Ambos poseían un pelaje grueso.

Algunas investigaciones sobre la ecología de la selva de Petén y la civilización maya incluyeron el análisis de polen fósil encontrado en núcleos removidos del fondo de los lagos peteneros. También, los núcleos del fondo de algunos lagos de calderas, como Atitlán, Amatitlán y Ayarza, contienen radiolarios que han sido identificados (Anexo 1).

El Anexo 1 incluye una muestra de los estudios sobre fauna y flora que han sido publicados. Para un tratamiento amplio de la palinología (estudio de polen) y ecología del Cenozoico, consulte la bibliografía.



Figura. 9. Muela de mastodonte (izquierda) y mamut (derecha). Fuente: Iowa Dept. of Natural Resources, Geological Survey

4. NOTAS

1. Ma. A. P.: Millones de años antes del presente.
2. Comunicación personal. Lorena Dávila.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. AIDE, T. M; RIVERA, E. (1998). Geographic patterns of genetic diversity of *Poulsenia armata* (Moraceae): implications for the theory of Pleistocene refugia and the importance of riparian forest. Journal of Biogeography (25): 695-705.

2. ALVARADO, G. E.; DENGO, C.; MARTENS, U.; BUNDSCHUH, J.; AGUILAR, T.; BONIS, S. B. (2007). Stratigraphy and geologic history. En: BUNDSCHUH, J., ALVARADO, G. E., (Eds.). Central America: geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis, p. 345-394.

3. ANDERSON, T. H. (1969). First evidence for glaciation in Sierra Los Cuchumatanes Range, northwestern Guatemala (abs.). Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 121, p. 387.

4. ANDERSON, T. H.; BURKART, B.; CLEMONS, R. E.; BOHNENBERGER, O. H.; BLOUNT, D. N. (1973). Geology of the western Altos Cuchumatanes, northwestern Guatemala. Geol. Soc. Amer. Bull. 84 (3): 805-826.

5. ANSELMETTI, F. (2007). 85 kyr of climate history from the lowland Neotropics unraveled by the Lago Peten Itza. Scientific Drilling Project (Guatemala). Presentation ILIC Congress, Barcelona, Julio 2007.

6. ASHWORTH, E. T. (1974). Foraminifera from the Cretaceous of the Central Cordillera of Guatemala: Ph. D. Thesis, Ohio State Univ. 128 p.

7. _____. (1960-1977). Reportes paleontológicos para compañías. Petroleras Esso y Shenandoah, Guatemala.

8. BENTON, M. J. (2001). When life nearly died, the greatest mass extinction of all time. London, Thames y Hudson. 336 p.

9. BERMÚDEZ, P. J. (1963). Foraminíferos del Paleoceno del departamento de Petén, Guatemala. Soc. Geol. Mexicana 26: 1-56.

10. BOLD, W. and VAN DEN, A. (1946). Contribution to the study of ostracoda with special reference to the Tertiary and Cretaceous microfauna of the Caribbean region. Diss. Univ. Utrecht, Amsterdam. 167 p.

11. _____. (1963). Ostracods and Tertiary stratigraphy of Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 47: 696-698.

12. _____. (1970). The genus *Costa* (Ostracoda) in the Upper Cenozoic of the Caribbean region. Micropaleo. 18 (1): 61-75.

13. _____. (1978). Distribution of Tertiary and Quaternary Ostracoda in Central America and Mexico. Univ. Nac. Mexico, Bol. Inst. Geol. 101: 400-416.

14. BONIS, S. B. (1967). Geologic reconnaissance of the Alta Verapaz fold belt, Guatemala. Ph. D. Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge. 146 p.

15. BONIS, S; BOHNENBERGER, O. H; DENGO, G. (1970). Mapa geológico de la República de Guatemala. Inst. Geogr. Nac. Guatemala, 1:500,000.

16. BORRERO, L. (1999). The prehistoric exploration and colonization of Fuego-Patagonia. Journal of World Prehistory 13(3): 321-355.

17. BRENNER, M; ROSENMEIER, M. F; HODELL, D. A; CURTIS, J. H; ANSELMETTI, F; ARITZTEGUI, D. (2002). Limnología y paleolimnología de Petén, Guatemala. Revista Universidad del Valle de Guatemala 12: 2-9.

18. BRÖNNIMANN, P. (1958). New pseudoorbitoids from the Upper Cretaceous of Guatemala, Texas, and Florida. Eclog. Geol. Helv. 51: 422-437.

19. BROWN, N. K; BRÖNNIMANN, P. (1957). Some Upper Cretaceous rotalids from the Caribbean region. Micropaleo. 3(1): 29-38.

20. BURKART, B; CLEMONS, R. E; CRANE, D. (1973). Mesozoic and Cenozoic stratigraphy of southeastern Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 57(1): 63-73.

21. BURROUGHS, W. (2005). Climate change in prehistory. Cambridge, Cambridge University Press. 356 p.

22. CALDER, N. (1983). Timescale. N. Y., The Viking Press. 288 p.

23. CARROLL, S. B. (2005). Endless forms most beautiful. N. Y., W. W. Norton. 350 p.

24. CAZIN, C. L. (1965). Informe sobre las investigaciones de restos de fósiles vertebrados en Guatemala, realizadas del 19 de febrero al 22 de marzo de 1962. Historia natural y pro natura. Guatemala 2: 4-6.

25. ČEPAK, P. (1975). Die Kreide-Coccolithen aus der Reference-Lokalitaet der Sepur-Folge bei Lanquin in Guatemala. Geol. Jahrb. Reihe B. 14: 87-109.

26. CHUBB, L. J. (1956). *Thyrastylon*, a new rudist genus from the upper Cretaceous of Guatemala, the Antilles, and Persia, with a discussion of the functions of rudist oscules and pillars. Paleontographica Americana 4: 27.

27. CLEMONS, R. E; ANDERSON, T. H; BOHNENBERGER, O. H; BURKART, B. (1974). Stratigraphic nomenclature of recognized Paleozoic and Mesozoic rocks of western Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 58 (2): 313-320.

28. COATES, A. G. Ed. (1997). Central America: a natural and cultural history. London, Yale Univ. Press.

29. _____. (2003). La forja de Centroamérica. p. 1-40 en Coates, A. (Ed.) Paseo Pantera. Washington, D. C., Smithsonian Books. 302 p.

30. COATES, A. G; JACKSON, J. B. C; COLLINS, L. S; CRONIN, T. M; DOWSETT, H. J; BYBELL, L. M; JUNG, P; OBANDO, J. (1992). Closure of the Isthmus of Panama: The near-shore marine record of Costa Rica and western Panama. Geol. Soc. Amer. Bull. 104: 814-828.

31. COATES, A. G; OBANDO, J. A. (1996). The geological evolution of the Central American Isthmus. p. 21-56. En: JACKSON, J. B. C., BUDD, A. F., COATES, A. G. (Eds.) Evolution and environment in tropical America. Chicago, Univ. Chicago Press.

32. COLINVAUX, P. A. (1996). Quaternary environmental history and forest diversity in the neotropics. p. 359-405. En: JACKSON, J.B.C.; BUDD, A.F.; y COATES, A.G. (Eds.). Evolution and environment in tropical America. Chicago, Univ. Chicago Press.

33._____. (1997). The history of forests on the isthmus from the ice age to the present. p. 123-136. En: COATES, A.G. (Ed.) Central America. A Natural and Cultural History. New Heaven, Yale University Press.

34. COLINVAUX, P. (2003). La historia de los bosques del istmo desde la era glacial hasta el presente. p. 137-152. En: COATES, A. (Ed.). Washington, D.C. Paseo Pantera. Smithsonian Books. 302 p.

35. COLLINS, L. S. (2007). Micropaleontology. p. 467-483. En: BUNDSCHUH, J; ALVARADO, G. E. (Eds.) Central America: geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis.

36. COOKE, C. W. (1949). *Pygurostoma pasionensis*, a Cretaceous echinoid from Guatemala. Amer. Mus. Novitates 1,422: 1-4.

37. DÁVILA, L. (2007). Comunicación informal y personal sobre fósiles vértebrados inéditos.

38. DE CASTRO, P. (1971). Osservazioni su *Raadshovenia* van den Bold ei suoi rapporti col nouvo genere *Scandonea* (Foraminiferda, Miliolacea). Bol. Soc. Natur. in Napoli, 80.

39. DEEVEY, E. S., JR. (1978). Holocene forests and Maya disturbance near Quexil Lake, Peten, Guatemala. Polskie Archiwum Hydrobiologii 25 (1/2): 117-129.

40. DEEVEY, E. S; RICE, D. S; RICE, P. M; VAUGHAN, H. H; BRENNER, M; FLANNERY, M. S. (1979). Maya urbanism: impact on a tropical karst environment. Science 206: 298-306.

41. DEEVEY, E. S; VAUGHAN, H; DEEVEY, G. B. (1977). Lakes Yaxha and Sacnab, Peten, Guatemala: planktonic fossils and sediment focusing. p. 189-196. En: COLTERMAN, H. L. (Ed.). Interactions between sediments and fresh water. The Hague, Junk Publishers, The Hague.

42. DIXON, C. G. (1957). Geology of southern British Honduras with notes on adjacent areas. Belize City, British Honduras, Dept. of Surveys. 85 p.

43. DUNBAR, C. O. (1939). Permian fusilines from Central America. Jour. Paleontol. 13(3): 344-348.

44. ERWIN, D. (2006). Extinction, how life on Earth nearly ended 20 million years ago. Princeton, N. J., Princeton University Press. 296 p.

45. ESKER, G. C. (1969). Upper Cretaceous planktonic foraminifera from Guatemala. ICAITI, Guatemala, Pub. Geol. 2: 56-57.

46. FISCHER, R; AGUILARM, T. (2007). Invertebrate paleontology. p. 453-466. En: BUNDSCHUH, J., ALVARADO, G. E. (Eds.). Central America geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis.

47. FOURCADE, E; FLEURY, J. J. (2001). Origine, evolution et systematique de *Praechubbina* n. gen., Foraminiferes Alveolinacea du Cretace superiur du Guatemala et Mexique. Rev. Micropaleontol. 44 (2): 125-157.

48. FOURCARDE, E; PICCIONI, L; ESCRIBA, J; ROSELLO, E. (1999). Cretaceous stratigraphy and paleoenvironments of southern Peten basin, Guatemala. Cret. Res. 20 (6): 793-811.

49. GARTNER, S; CHOW, J; STANTON, R. J. (1987). Late Neogene paleoceanography of the eastern Caribbean, Gulf of Mexico and eastern equatorial Pacific. Micropaleontol. 12: 255-304.

50. GASTON, K.; SPICER, J. (2004). Biodiversity, an introduction. Oxford, Blackwell Publishing. 191 p.

51. GENTRY, A. (1986). Endemism in tropical versus temperate plant communities. p. 153-181. En: SOULE, M. (Ed.). Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sunderland, Mass., Sinauer.

52. GLAESSNER, M. F. (1984). The dawn of animal life: a biohistorical study. London, Cambridge University Press. 244 p.

53. GOULD, S. J. (1989). Wonderful Life. N. Y., W. W. Norton.

54. GRAHAM, A. (1998). Studies in Neotropical Paleobotany. XI. Late Tertiary vegetation and environments of southeastern Guatemala: palynofloras from the Mio-Pliocene Padre Miguel Group and the Pliocene Herreria Formation. American Journal of Botany 8: 1,409-1,425.

55. _____. (1999). The Tertiary history of the northern temperate element in the northern Latin American biota. American Journal of Botany 86: 32-38.

56. _____. (2006). The history of the vegetation of Guatemala: Cretaceous and Tertiary. Univ. del Valle de Guatemala, Guatemala. p. 7-14. En: CANO, E. (Ed.), Biodiversidad de Guatemala, v. 1.

57. GRIMALDI, D. y ENGEL, M. (2005). Evolution of the insects. N.Y., Cambridge University Press. 755 p.

58. HALFFTER, G. (1976). Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana. Relaciones con la entomofauna de Norteamérica. Folia entomológica mexicana 35: 1-64.

59. _____. (1978). Un nuevo patrón de dispersión en la zona de transición mexicana: el mesoamericano de montaña. Folia Entomológica Mexicana 39(40): 219-222.

60. HASTENRATH, S. (1974). Spuren pleistozäner Vereisung in den Altos de Cuchumatanes, Guatemala. Eizeit. und Gegen 25: 25-34.

61. HILLESHEIM, M. B. *et al*. (2005). Climate change in lowland Central America during the Late Deglacial and early Holocene. Journal of Quaternary Sciences: 1-49.

62. HORN, S. P. (2007). Late Quaternary lake and swamp sediments: recorders of climate and environment. p. 423-441. En: BUNDSCHUH, J; ALVARADO, G. E. (Eds.). Central America: geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis. v. 1.

63. IBARRA, J. A. (1980). Palaeontología en Guatemala. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra.

64. ISLEBE, G. A; LEYDEN, B. (2006). La vegetación de Guatemala durante el Pleistoceno terminal y el Holoceno. p. 15-23. En: CANO, E. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Guatemala, Univ. del Valle de Guatemala. v. 1.

65. ITURRALDE-VINENT, M. (2006). El origen paleogeográfico de Guatemala. p. 1-6. En: CANO, E. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Guatemala, Univ. del Valle de Guatemala. v. 1.

66. JOHNSON, J. H; KASKA, H. V. (1965). Fossil algae from Guatemala. Prof. Contr. Colorado Sch. Mines 1: 1-152.

67. JOHNSON, J. H.; KONISHI, K. (1960). An interesting late Cretaceous calcareous alga from Guatemala. Jour. Paleontology 34 (6): 1,099-1,105.

68. KELLER, G.; ZENKER, C. E.; STONE, S. M. (1989). Late Neogene history of the Pacific-Caribbean gateway. Jour. S. Amer. Earth Sci. 2: 73-108.

69. KLING, S. A. (1960). Permian fusilinids from Guatemala. Jour. Paleontol. 34: 637-655.

70. KNOLL, A. H. (2003). Life on a young planet: the first three billon years of evolution on Earth. Princeton, N. J., Princeton University Press. 277 p.

71. LACHNIET, M. S. (2007). Glacial geology and geomorphology. p. 171-184. En: BUNDSCHUH, J; ALVARADO, G. E. (Eds.). Central America: geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis. v.1.

72. LEHTIERS, F.; DURO, E.; CRASQUIN-SOLEAU, S.; FORCADE, E. (1995). Premières données sur les ostracods (Crustacés) permiens du Guatemala (Amérique Centrale). C. R. Acad. Sci. Paris 230 (sér. IIa): 1,109-1,116.

73. LEYDEN, B. (1984). Guatemalan forest synthesis after Pleistocene aridity. Proceedings of the National Academy of Sciences 81(15): 4,856-4,859.

74. LEYDEN, B. W; BRENNER, M; HODELL, D. A; CURTIS, J. H. (1993). Late Pleistocene climate in the Central American lowlands. p. 165-178. En: SWART, P. K; LOHMANN, K. C; MCKENZIE, J; SAVIN, S. (Eds.). Climate change in continental isostopic records. Amer. Geophys. Union Geophys. Monogr. 78.

75. LUCAS, S. G; ALVARADO, G. E. (1995). El proboscídeo *Rhynchotherium blicki* (Mioceno tardío) del oriente de Guatemala. Rev. Geol. Amér. Central 18: 19-24.

76. LUCAS, S. G; ALVARADO, G. E; GARCÍA, R; ESPINOSA, E; CISNEROS, J. C; MARTENS, U. (2007). Vertebrate paleontology. En: BUNDSCHUH, J., ALVARADO, G. E. (Eds). Central America: geology, resources, hazards. London, Taylor & Francis. v 1.

77. MACARTHUR, R. H. Y WILSON, E. O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton, N. J., Princeton University Press.

78. MACFADDEN, B.; LABS-HOCHSTEIN, J.; HULBURT, JR., R.; AND BASKIN, J. (2007). Revised age of the late Neogene terror bird (Titanis) in North America during the Great American Interchange. Geology 35(2): 123-126.

79. MACGILLAVRY, H. J. (1934). Some rudists from the Alta Verapaz, Guatemala. K. Acad. v. Wetsenschap, Amsterdam, Proc. 37(4): 232-238.

80. MARTIN, P. S. (2005). Twilight of the mammoths. Berkeley, University of California Press. 250 p.

81. MOOK, C. G. (1959). A new Pleistocene crocodilian from Guatemala. Am. Mus. Novitates 1,975: 1-6.

82. MOTA VIDAURE, B. (1990). Stratigraphy of the coal bearing strata (Miocene) in the Carboneras region, Izabal, Guatemala. Msc.Thesis, Colorado Sch. Mines, Boulder. 92 p.

83. MÜLLERRIED, F. K. G. (1939). Investigaciones y exploraciones geográfico-geológicas en la porción noroeste de la América Central. Inst. Pan. Geogr. Hist. México. Publ. 38.

84. _____. (1942). Contributions to the geology of northwestern Central America. Proc. 8th Amer. Sci. Congr. 4: 469-482.

85. NEWHALL, C. G; PAULL, C. K; BRADBURY, J. P; HIGUERA-GUNDY, A; POPPE, L. J; SELF, S; BONAR SHARPLESS, N; ZIAGOS, J. (1987). Recent geologic history of Lake Atitlán, a caldera lake in western Guatemala. Jour. Volc. Geotherm. Res. 33: 1-3, 81-107.

86. OSBORN, H. F. (1926). Additional new genera and species of the mastodontoid Proboscidea. Amer. Mus. Novit. 238: 1-16.

87. _____. (1942). Proboscidea. New York, Amer. Mus. Press. v. 1, 2.

88. PAULSEN, S; KOCH, W. (1980). Die marine Kreide in Teilen der Alta Verapaz und der Baja Verapaz, Guatemala. Geologische Jahrbuch, Reihe B, Hanover. Heft 38: 3-87.

89. POPPE, K; PAULL, C. K; NEWHALL, C. G; BRADBURY, J. P; ZIAGOS, J. (1985). A geophysical and geological study of Laguna de Ayarza, a Guatemalan caldera lake. Jour. Volc. Geotherm. Research 225: 125-144.

90. RAMÍREZ DEL POZO, J. (1979). Guatemala: reportes paleontológicos para Hispano-Guatemala. Presentado al Ministerio de Energía y Minas. No publicado.

91. RETANA, A. P. (2005). Tras las huellas del hombre americano: un enfoque parasitológico. Revista de Antropología Experimental 5(9):1-10.

92. RICHARDS, H. G. (1963). Stratigraphy of earliest Mesozoic sediments in southeastern Mexico and western Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 47(10): 1,861-1,870.

93. ROSE, W. I; NEWHALL, C. G; BORNHORST, T. J; SELF, S. (1987). Quaternary silicic pyroclastic deposits of Atitlan caldera, Guatemala. Jour. Volc. Geotherm. Research 33: 1-3, 57-80.

94. ROSENFELD, J. (1981). Geology of the western Sierra de Santa Cruz, Guatemala, C.A.: an ophiolite sequence. Ph. D. Thesis, State Univ. New York at Binghamton. 313 p.

95. ROSS, C. A. (1962). Permian Foraminifera from British Honduras. Palaeontol. 5 (22): 295-306.

96. SCHUCHERT, C. (1935). Historical geology of the Antillean-Caribbean region. New York, John Wiley & Sons. 811 p.

97. SCHUSTER, J. (1992). Biotic areas and the distribution of passalid beetles (Coleoptera) in northern Central America: post-Pleistocene montane refuges. p. 285-293. En: Biogeography of Mesoamerica. Tulane Studies in Zoology and Botany, Supplementary Publ. no. 1, New Orleans.

98. _____. (2006). Passalidae (Coleoptera) de Mesoamérica: diversidad y biogeografía. p 379-392. En: CANO, E. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala.

99. _____; CANO, E. (1995). Fósiles pleistocénicos de Chibacabé, Huehuetenango, Guatemala: expedición UVG-1993. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala 5: 11-14.

100. _____; CANO, E. (2006). What can Scarabaeoidea contribute to the knowledge of the biogeography of Guatemala? Coleopterists Society Monograph No. 5, Coleopterists Bulletin (60): 57-70.

101. _____; REYES-CASTILLO, P. (1990). Coleoptera, Passalidae: *Ogyges* Kaup, revisión de un género mesoamericano de montaña. Acta Zool. Mex. (n.s.) 40: 1-49.

102. SCOTT, R. W. (1995). Cretaceous rudists of Guatemala: Rev. Mex. Sci. Geol. 12: 294-306.

103. SERRANO MUÑOZ, M. (1960). Descubrimientos de nuevos yacimientos de diatomita en el occidente de la República. Guatemala, Univ. San Carlos de Guatemala. 62 p.

104. SIMKIN, T; TILLING, R; VOGT, P; KIRBY, S; KIMBERLY, P; STEWART, D. (2006). This dynamic planet. Geologic Investigation Series Map I-2800, U.S. Geol. Survey.

105. SOUTHWOOD, R. (2003). The story of life. Oxford, Oxford University Press. 264 p.

106. STEINER, M. B; WALKER, J. D. (1996). Late Silurian plutons in Yucatan. Jour. Geophys. Research 101:B8: 17,727-17,735.

107. STEHLI, F. G; GRANT, R. E. (1970). Permian brachiopods from Huehuetenango, Guatemala. Jour. Paleontol. 44 (1): 223-226.

108. STEPHENSON, L; BERRY, E. W. (1929). Marine shells in association with land plants in the Upper Cretaceous of Guatemala. Jour. Paleontol. 3: 157-162.

109. STINNESBECK, W; KELLER, G; DE LA CRUZ, J; DE LEÓN, C; MACLEOD, N; WHITTAKER, J. E. (1997). The Cretaceous-Tertiary transition in Guatemala; limestone breccia deposits from the south Peten basin. Geolog. Rundsch. 86 (3): 686-709.

110. STUART, L. C. (1943). Taxonomic and geographic comments on Guatemalan salamanders of the genus *Oedipus*. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan 56: 1-33 + plates.

111. STUART, L. (1954). A description of a subhumid corridor across northern Central America with comments on its herpetofaunal indicators. Contributions of the Laboratory of Vertebrate Zoology, University of Michigan 65: 1-26 + plates.

112. TERMER, F. (1932). Geologie von Nodwestguatemala: Zeitschr. Gesell. F. Erdk., Berlin 7-8: 240-248.

113. _____. (1936). Zur Geographie der Republik Guatemala. Geog. Gesell. Mitt. Hamburg 44: 89-275.

114. TSUKADA, K; DEEVEY, E. S. (1967). Pollen analysis from four lakes in the Southern Maya area of Guatemala and El Salvador. p. 303-331. En: CUSHING, E. J; WRIGHT, H. E. (Eds.). Quaternary Paleoecology. New Heaven, CT, Yale Univ. Press.

115. VACHARD, D; FOURCADE, E; ROMERO, J. E; MÉNDEZ, J; COSILLO, A; ALONSO, A; REQUENA, J; AZEMA, J; CROS, P. (1997). Foraminiferes e algues du Permien du Guatemala. Geobios 30(6): 745-784.

116. VACHARD, D; LEMUS, M. V; FOURCARDE, E; REQUENA, J. (2000). New early Permian fusulinid assemblage from Guatemala. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II, Sci. Terre Planet. 331(12): 789-796.

117. VAUGHAN, T. W. (1919). Contributions to the geology and paleontology of the Canal Zone, Panama, and geologically related areas in Central America and the West Indies. The biologic character and geologic correlation of the sedimentary formations of Panama in their relation to the geologic history of Central America and the West Indies. U.S. Nat. Mus. Bull. 103: 547-612.

118. _____. (1919). Fossil corals from Central America, Cuba, and Puerto Rico. U.S. Natl. Mus. Bull. 103: 189-254.

119. _____. (1932). The foraminiferal genus *Orbitolina* in Guatemala and Venezuela. Nat. Acad. Sci. Proc. 18: 609-610.

120. _____; Cole, W. W. (1932). Cretaceous orbitoidal foraminifera from the Gulf States and Central America. Nat. Acad. Sci. Proc. 18: 611-616.

121. VINSON, G. L. (1962). Upper Cretaceous and Tertiary stratigraphy of Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 46: 425-456.

122. WALPER, J. (1960). Geology of the Coban-Purulha area, Alta Verapaz, Guatemala. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 44: 1,273-1,315.

123. WARD, P. (2006). Out of thin air. Washington, D. C., Joseph Henry Press. 282 p.

124. WEBB, S. W. (1991). Ecogeography and the great American interchange. Paleobiology 17(3): 266-280.

125. WEISS, C. M. (1971). Water quality investigations, Guatemala: Lake Atitlán, 1968-1970. Univ. North Carolina at Chapel Hill, School of Public Health, Dept. Environmental Sciences and Engineering, ESN Pub. 274. 175 p.

126. _____. (1971a). Water quality investigations, Guatemala: Lake Amatitlan, 1969-1970: Univ. North Carolina at Chapel Hill, School of Public Heath, Dept. Environmental Sciences and Engineering, ESE Pub. 281. 135 p.

127. WILLET, O.; BROWNE, H. (1958-1963). Guatemala, Reportes paleontológicos para Union Oil Co. of California.

128. WILLIAMS, H. (1960). Volcanic history of the Guatemalan highlands. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci. 38 (1): 1-64.

129. WILSON, H. H. (1974). Cretaceous sedimentation and orogeny in Nuclear Central America. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 58(7): 1,348-1,396.

130. WOODBURNE, M. O. (1969). A late Pleistocene occurrence of the collared peccary, *Dicotyles tajacu*, in Guatemala. Jour. Mammal. 50: 121-125.

131. WOODRING, W. P. (1928). Miocene mollusks from Bowden, Jamaica, Part 2. Carnegie Inst. Washington Pub. 385.



ANEXO 1. FÓSILES DE GUATEMALA

Este anexo provee una lista de fósiles representativos de los períodos y estratos presentes en Guatemala. Muchas de las fuentes de donde se obtuvo esta información no mencionan los autores de las especies. Donde era posible encontrarlos, se incluyen los autores.

CARBONÍFERO (Ensilvánico Tardío)

Formación Macal: lutitas induradas, Belice, Dixon (1956).

Braquiópodos

PÉRMICO

Formación Chóchal: caliza, lutitas en parte inferior, Huehuetenango, Quiché, norte Baja Verapaz, sur de Alta Verapaz, Izabal, Belice (Anderson *et al.* 1973, Bonis 1967, Collins 2007, Kling 1960, Johnson & Kaska 1965, Stehli & Grant 1970, Termer 1936, Vachard *et al.*, 1997, 2000, Vinson, 1962).

Foraminífera: Fusulinidae

Eoverbeekina americana Thompson y Miller
Levenella
Parafusilina australis Thompson y Miller
P. guatemalaensis Dunbar
P. biturbinata Kling
P. erratoseptata Kling
P. sapperi Dunbar
P. subrectangularis
Schubertella muellerriedi Thompson y Miller
Schwagerina gruperaensis Thompson y Miller
Nankinella
Skinnerella
Skinerina

Brachiopoda

Echinauris (Muir-Wood y Cooper, 1960)
Spiriferinidae indet.
Hustedia (Hall y Clark, 1893)
Composita hapsida Stehli y Grant
Composita
Pontisia
Meekella aff. occidentalis (Newberry)
Hercosestria notialis Stehli y Grant

Bryozoa

Fenestella
Polypora
Protoretepora?
Septopora

Gastropoda

Bellerophon

Cephalopoda: Ammonoidea

Neocrimetes catoensis
Almites dunbari
Paragastrioceratid indet.
Perrinities hilli (Smith) Formación Macal, Belice (Dixon, 1956)

Pelecypoda

Trilobita

Anisopyge hyperbola Chamberlain

Crinoidea (tallos)

Rhodophyta (algas rojas)

Gyroporella guatemalaense
G. igoi Endo
Clavaphysoporella americana
Parachaetetes centurionis
Gymnocodium bellerophontis (Rothpletz)
Mizza yabei

Chlorophyta (algas verdes)

Connexia slovenica Kochansky-Devid

Clauaporella americana

Pterophyta (helechos)

Cuchumatanes Pérmico? (Termer, 1936)

Pecopteris (Asterotheca)
Cyathea schlotheimi

JURÁSICO TARDÍO-CRETÁCICO

Formación Todos Santos: areniscas y lutitas (capas rojas), depósito terrestre sin fósiles; capas calizas fosilíferas en parte superior, Huehuetenango, Quiché, norte de Baja Verapaz, sur de Alta Verapaz, Johnson & Kaska (1965), Müllerried (1939, 1942), Ramírez Del Pozo (1979), Richards (1963), Vinson (1962).

Foraminífera

Anchispirocyclia henbesti Jordan y Applin
Aulotortus sinousus Weynschenk
Everticyclamena virguliana Koechlin
Ammobaculites cf. coprolithiformis Schwager
A. braunsteini (Cushman y Applin)
Trochammina cf. nitida Brady
Cytherelloidea aff. paraweberi Oertli
Paracypris cf. sp. B Schmidt 1955
Schuleridea triebeli (Steghaus)
Rectocyclammina cf. Arribudensis Ramalho
Actinoporella podolica (Alth.)
Freixialina planispiralis Ramalho
Bankia striata (Carrozzi)

Plantae *indet.*

Restos de plantas en Chiapas pertenecientes al Jurásico Medio.

CRETÁCICO

Foraminífera

Formación Cobán y otras: dolomitas y calizas, sin fósiles en gran parte por recristalización, Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, sur de Petén, Chiquimula, Guatemala Ashworth (1960-77, 1974), Bonis (1967), Fourcade *et al.* (1999), Del Pozo (1979), Vinson (1962), Willet & Browne (1958-63), Wilson (1974).

Orbitolina (Mesorbitolina) texana Roemer
O. c.f. parva Douglass
O. minuta Douglass
Pseudorhapydioniona chiapanensis
Pseudovalvulineria lorneiana d'Orbigny
Hedbergella washitensis Carsey
H. delrioensis Carsey
H. trocoidea Gandolfi
Rotalipora apenninica s.l. Renz
Nummoloculina heimi Bonet
Textularia rioensis Carsey grupo
Rhapydionina dubia De Castro
Heterohelix (Gümbelina) spp.
Coxites zubairensis Smout
Accordiella conica Parinacci
Dicyclina schlumbergeri Mun.-Chalm.
Orbitoides palmeri Gravell
Choffatella rugoretis Gendrot
Coskinolinoides texanus Keijzer
Nezzazzata simplex simplex Omara y Straub
Globotruncana calcarata Cushman

Pelecypoda: Hippuritoidea (rudistas)

Calizas cretácicas de todo Guatemala, Bonis (1967), Burkart *et al.* (1973), MacGillavry (1934), Müllerreid (1939), Scout (1995), Termer (1932), Vinson (1962), Wilson (1974).

Biradiolites adhaerens Whitfield Trechmann
Barrettia manilifera
Biradiolites lombricalis d'Orbigny
Caprinuloidea
Eoradiolites
Praeradiolites

Cephalopoda: Ammonoidea

Toucasia cf. texana Roemer
Dufrenoya cf. justinas Hill

Oxitropidoceras
Echinoidea

Pygurostoma pasionensis Cooke (1949)
Anorthopygus michelini Burkart *et al*. (1973)
A. excisus
A. texanus Cooke

Rhodophyta (algas rojas)

Amphiroa guatemalense

Chlorophyta (algas verdes)

Salpingoporella annudate
Acicularia elongata Carozzi
Larvaria occidentalis
Cayeuxia piae Frollo

Foraminífera

Formación Campur y otras: calizas fosilíferas en Alta Verapaz y Petén. Ashworth (1974, 1960-77), Bonis (1967), del Pozo (1979), Fourcade *et al*. (1999), Fourcade & Fleury (2001), Vinson (1962), Willet & Browne (1958-1963), Wilson (1974).

Stensiöina sp.
Siderolites spp.
Valvulammina spp.
Globotruncana calcarata Cushman
Gümbelina spp. (striate forms)
Ataxophragmium
Dicyclina y/o *Cuneolina*
Praechubbina ovoidea
P. obesa
Orbitocylina mimima
Sulcoperculina cf. *dickersoni* Palmer
Globotruncana gr. *linneiana*
Globotruncanita gr. *calcarata*
Pithonella ovalis Kaufmann
P. sphaerica Kaufmann
G. laparenti
Siderolites vanbellini
S. cf. skourensis Pfender
Vaughanina cubensis Palmer
Cuneolina
Cosinella
Chrysalidina
Arenobuliina
Vaughanina guatemalensis Brönnimann
V. cubensis Palmer
Orbitocyclina minima H. Douvillé
Orbitoides palmeri Gravell
Sulcoperculina globosa Cizancourt
Sulcoperculina cf. angulata Brown y Brönnimann
Valvulamina picardi Henson
Placopsilina ex gr. Cenomana d'Orbigny-longa Tappan
Siderolites cf. skourensis Pfender
Textularia
Spiroloculina
Pithonella ovalis Kaufmann
Calcisphaerula innominata Bonet
Polygonella incrustata Eliot

Formación Sepur y otras: lutitas y areniscas fosilíferas, con menores conglomerados y calizas: Huehuetenango, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, sur de Petén, Ashworth (1974, 1960-77), Bonis (1967), del Pozo (1979), Stinnesbeck *et al*. (1997), Vinson (1962), Willet & Browne (1958-1963), Wilson (1974).

Vaughanina (Pseudoorbitoides) cubensis Palmer
Orbitoides palmeri Gravell
Sidererolites skourensis Pfender
Vaughanina guatemalensis Brönnimann
Valvulamina picardi Henson
Arahaccyclus midorientalis
Actinorbitoides browni
Sulcorbitoides pardo
Monolepiorbitoides
Sulcoperculina
Torreina
Vaughanina cubensis DK Palmer
Pithonella
Pseudogümbelina excalata
Pseudotextularia plummerae Loetterle
Globotruncana arca Cushman
Globotruncana elevata Brotzen

G. tratiformis
G. elevata stuartiformis Dalbiez
G. elevata subspinosa Pessagno
G. fornicata Plummer
G. linneiana linneiana d'Orbigny
G. rosetta rosetta Carsey *s. l.*
G. subcircumnodifer Gandolfi
G. ventricosa White
Rugoglobigerina macrosephala Bronnimann
R. rugosa Plummer
R. subrugosa Gandolfi
Heterohelix spp.

Rhodophyta (algas rojas)

Amphiroa guatemalense Johnson y Kaska
A. kaskaella

Chlorphyta (algas verdes)

Cayeuxia fruticulosa Johnson y Kaska
Acicularia guatemalaica

Radiolaria

Ofiolitas, Cahabón, Alta Verapaz (Rosenfeld, 1981).

Thanarla conica Aliev
Thanarla pulchra Squinabol
Archaeodictyomitra
Xitus
Holocryptocanium cf. *H. astiense* Pesssagno
Pseudodictyomitra
Tharnala conica
Pantanellium
Pseudodictyomitra
Sethocapsa cf. *Theocapsa uterculus* Parona
Archaeodictyomitra

Plantae

Cahabón, Alta Verapaz
Stephenson & Berry (1929)
Dicksoniopsis conipteroides, un helecho
Araucarites sp., una gimnosperma

TERCIARIO

Paleoceno-Eoceno Formación Sepur y otros: Ashworth (1974,1960-1977), Bermúdez (1963), van den Bold (1946, 1963, 1978), Bonis (1967), del Pozo (1979), Vinson (1962), Willet & Browne (1958-1963).

Foraminífera

Globorotalia compressa Plummer
G. pseudomenardi Foreman
G. trinidadensis Plummer
G. uncinata Bolli
G. abundo camerata Bolli
G. pseudomenardii Berggren
G. membranacea grupo Ehrenberg
G. broedermanni Cushman y Bermúdez
G. triloculinoide Plummer
G. stainforthi Bolli
G. primitiva Finlay
Raadshovenia guatemalensis van den Bold
Quinqueloculina
Bolivina aff. midwayensis Cushman
B. applini Plummer
Bulimina quadrata Berry y Kelley
B. taylorensis Cushman y Parker
Gyroidina globosa Hagenow
Dorothia retusa Cushman
Sprioplectamina grzybowskii
Valvulineria allomorphina Cushman
Rzehakina epigona Rzehak
Anomalina aff. dorri Cole
Cibicides blanpiedi Toulmin
Truncorotalia cf *T. aragonensis*

Infrecuentes corales *(Flabellum),* capas de ostras, biohermes y biostromes

Rhodophyta (algas rojas)

Johnson & Kaska (1965)

Archeolithomnium alternatum Conti
Jania occidentalis Johnson y Kaska
Lithothamnium andrusovi Lemoine

Lithothamnium guatemalense Johnson y Kaska
L. diagramaticum Johnson y Kaska

MIOCENO

Formación Caribe: lutitas, areniscas, arcillas y arenas terrestres y marginal marinas, norte de Quiché, norte de Alta Verapaz.

Ashworth (1960-1977), van den Bold (1946, 1976, 1978), Johnson & Kaska (1965), del Pozo (1979), Vinson (1962).

Foraminífera

Orbulina suturalis Bronnimann
Globogerinoides spp.
Rotalia beccarii group
Bolovina spp.
Uvigerina spp.

Crustacea: Ostracoda

Orioinina vaughani (Ulrich & Bassler)
Loxoconcha
Nitellopsis (Tectochara)
Psilochara

Formación Río Dulce: caliza arrecifal, Izabal

Costa? walpolei Van den Bold
Hulingsina
Onoinina aff. bradyi
O. serrulata Brady

Anthozoa (corrales) (Vaughan, 1919)

Mollusca *indet.*, (Woodring, 1928)

Pelecypoda (Mota, 1990)

Unionidae cf. *Nephronaias* Fischer y Crosse
Corbiculidae cf. *Batissa* Gray

Gastropoda, (Mota, 1990)

Thiaridae, cf. *"Melania" inquinata* DeFrance
Pleuroceridae, cf. *Elimia,* H.&E. *Adams*
Littoridinidae cf. *Tyronia clathrata* Stimpson

Rhodophyta (algas rojas)

Aethesolithon guatemalaensum
Lithothamnium toltecensum

Mammalia
Izabal (Mota, 1990)

Proboscideos: molares, primeros en el Nuevo Mundo

Zygolophodon tapiroides Cuvier
Gomphoterium angustidens Cuvier
Rhynchotherium blicki (proboscídeo), (Mioceno tardío), (Lucas & Alvarado, 1995)

Para la palinología del Cretácico y Terciario consultar: Graham (1998, 2006)

MIO-PLIOCENO

Grupo Padre Miguel: Chiquimula, Graham (1998)

Tracheophyta (polen)

Laevigatosporites
Deltoidospora
Triatriopollenties
Picea
Pinus
Quercus

PLIOCENO

Formación Herrería, Izabal
Pinus
Ulmus
Formación Armas (subsuelo), (Vinson, 1962)

Foraminífera

Globigerinoides cf. *G. conglobatus (= ¿Heterestridium conglobatum Reuss?)*
Triloculina sp.
Epistomina sp.
Vaulvulineria sp.
Epphidium sp.

Gastropoda, Pelecypoda, Echinoidea (espinas), Ostracoda

PLEISTOCENO

Reptilia

Crocodilian: Petén, (Mook , 1959)

Mammalia

Estanzuela: Cazin (1965)
Molar de mastodonte
Mammuthus columbi Falconer
Haplomastodon waringi Holland o *Cuvieronius hyodon* Fischer
Didelphis
Equs
Tapirus
Camelops
gliptodonte
Eremotherium rusconii Schaub Chiquimula
Eremotherium
Motagua: Tulumaje y Tulumajillo

Guatemala, Zacapa, Chiquimula, Santa Rosa, Huehuetenango, Izabal: Dávila (2007)

Cuvieronius hydon Fischer
Odocoileus virginiatus Zimmermann
Mixotoxodon larensis Van Frank
Euceratherium
Glyptotherium floridanum Simpson
Eremotherium laurillardi Lund
Tremaretus
Izabal: Lucas *et al.* (2007)

Dasypus
Pampatherium
Megalonyx
Mylodon
Paramylodon
Hydorchoerlus
Felis
Tapirus
Dicotyles
Mazama

HOLOCENO

Chrysophyta (diatomeas)

Laguna Ayarza. Poppe *et al.* (1985)

Cyclotella meneghiniana Kutzing
Terpsinoe musica Ehrenb.
Epithemia adnata (Kutzing)

Lago Atitlán, Newhall *et al.* (1987)

Aulacosira (= Melosira) sp.
Synedra acus Kutzing

Crustacea: Cladocera (zooplancton)

Bosmina
Eubosmina
Daphnia

Tracheophyta (polen)

Para palinología y ecología del Pleistoceno-Holoceno consultar: Collins (2007), Horn (2007), Islebe y Leyden (2006), Leyden *et al.* (1993), Tsukada & Deevey (1967), Weiss (1971), Weiss (1971a).

La diversidad cultural de Guatemala
Algunas relaciones con la biodiversidad



Carlos Quezada*
Helmer Ayala*
Malco Arana**
Vicente Martínez**

RESUMEN

Este capítulo presenta información acerca de la diversidad cultural en el país y su relación con los elementos de la biodiversidad. Explora además el desarrollo histórico de las 22 comunidades lingüísticas de origen maya que cohabitan el país, además de los pueblos garífuna y xinca, y su relación con el contexto geográfico.

Expone, además, los elementos que proveen unidad de pensamiento al pueblo maya, como su cosmovisión y su vínculo con la biodiversidad, aspecto fundamental en el desarrollo de su espiritualidad. Señala también la importancia del manejo de los recursos naturales de las distintas regiones en las que los mayas se distribuyeron en la época prehispánica, las condiciones ambientales y la interacción con la biodiversidad.

Se exploran los elementos particulares de la agricultura, en la cual, como producto de la dispersión y distribución geográfica y cronológica, las especies cultivadas en la actualidad presentan una gran variabilidad de formas, tamaños, colores, y particularmente capacidad de adaptación, lo cual podría denominarse el patrimonio genético de la cultura maya.

Se enumeran también algunas formas del manejo de la biodiversidad para satisfacer necesidades, basadas en el conocimiento del entorno y, fundamentalmente, en la utilización de sistemas productivos en los que el equilibrio y sostenibilidad sobresalen en la mayor parte de las acciones, y en el uso y manejo de muchas especies de flora y fauna.

También se describen algunos fenómenos históricos, sociales y económicos, que modificaron la forma en la que los pueblos indígenas se relacionaron con la biodiversidad circundante, en la fase de recolector y cazador, y el desarrollo de la agricultura que marcó el paso hacia el sedentarismo. Luego, en la etapa de la creación de grandes ciudades-Estado en el Período Clásico prehispánico hasta los últimos 500 años después de la Conquista.

Además, relaciona la situación actual de la biodiversidad con la distribución que en el presente tienen dichos pueblos. Resalta la riqueza de la biodiversidad y de los sistemas de producción remanentes que pudieron haber sido utilizados por los mayas prehispánicos.

También se abordan algunos elementos del derecho consuetudinario de los pueblos indígenas, su aplicación en el manejo de los recursos naturales, y la validez de su aplicación sustentada en la legislación nacional y el derecho internacional.

Palabras clave: *comunidades lingüísticas, desarrollo histórico, biodiversidad, derecho consuetudinario*.

SUMMARY

This chapter provides outstanding information about cultural diversity in the country and its

* Consultor independiente.
** Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

relation with biodiversity elements, pointing out that there are 22 linguistic communities with mayan background, different from the xinka and garifuna people. It explores their historical development and geographical context.

This chapter also states the elements that provide thinking unity in the mayan people, specially their cosmovision and their connection with biodiversity, fundamental in the development of their spirituality. It also shows the importance of the different regions where the mayas settled in pre-hispanic times, their contrasting environmental conditions with a contrasting biodiversity, in such a way that the management techniques of many of the natural resources they had were also variable, generating strategies for the adjusting of many of their elements into other regions.

Particular agricultural elements are also explored, and as consequence of their scattering and geographical and chronological distribution, the species that are currently there show a big variety (form, sizes, colors, and especially adaptive capacity). This can be called the genetic patrimony of the mayan culture.

In order to satisfy their needs some ways of biodiversity management are mentioned based on the knowledge of their environment and basically in the use of productive systems, and in the balance and sustainability that emphasize most of their actions in the use and handling of many flora and fauna species.

There are also some historical phenomena described, specially the social and economic ones that modified the way indigenous people related with their surrounding biodiversity, from their nomad activity as hunter-collector to the development of agriculture and subsequent sedentarism, with the building of large city-states in the classic and pre-hispanic periods up to the last 500 years after the conquest.

The current biodiversity situation also relates with the current distribution of those people; in this way emphasis is made on the situation of some biodiversity components and remaining production systems that could have been used by pre-hispanic mayans, as well as the richness of useful species that are there.

As corollary of this chapter, some elements are also described of what is currently known as consuetudinary right of the indigenous people and its use in the management of natural resources, and how it is based on the country's laws, as well as in the application of some international rules about this subject.

Key words: *Linguistic Communities, Historical Development, Biodiversity, Consuetudinary Right.*

UKAB' UQ'AT WUJ

RI JALAJOJ B'ANTAJIKIL PA PAXIL KAYALA': UK'AMOM UQ'AB' RUK' RONOJEL JALAJOJ K'ASLEMALIL CHUWACH ULEW.

CH'UTI'NSANEM

Wa jun no'jwuj kuya' apan utzijoxik ri jalajoj qab'antajik pa Amaq' Paxil Kayala' uk'amon uq'ab' ruk' rojonel jalajoj uwach k'aslemalil k'o chuwach ulew, pa Amaq' e k'o jun winaq keb' (22) Mayab' Cholb'al Tzij, xuquje' e k'o Xinca rachi'l Garífuna. Kusolij uwach ojer unimarisanem kik'aslemalil xuquje' kulewal.

Xuquje' kuya' utzijoxik kino'jib'alil ri Mayab' winaq, jas ucholaj ilob'al ke uloq'oq'exik ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwach ulew, ri uya'ik uq'ij kikojonik. Xuquje' xk'ut uwach taq rulewal ri mayab' winaq ja taq xe'k'oji wi, chi' maja' kiqajem ri kaxlan winaq waral, sib'alaj xkiloq'oq'ej xkiya' uq'ij ri jalajoj k'aslemalil chuwach ulew, nim uwach kino'jib'alil che uchakuxik, ukojik ronojel poq'inaq uloq chuwach ulew, xuquje' xketa'maj ukitik ronojel

jalajoj k'aslemalil pa taq kulewal ja taq xe'b'e wi.

Xsolix uxe' kino'jib'alil xkichakuj puwi tiko'nijem, xa rumal xjab'ux kiwach pa taq rulewal Amaq', xuquje' xsolix kiwach ronojel awaj, q'ayes, che' x'kitiko jataq xe'k'oji wi. (chi uwach, chi raqan, chi uka'ib'al, chi uk'amik uwach jataq ke'tik wi). Are wa' uxe' usi'jal kiq'inomal ri Mayab' winaq.

Xuquje' xya' uch'ob'ik utzijoxik jujun no'jib'alil che ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil kumal, rech ma ka sach ta uwach ma kakamisax taj, xkiya' uq'ij uloq'oq'exik jun utzilaj ukojik, uch'upik, uqasaxik, ronojel jalajoj uwach k'aslemalil jas ri rexal-rawajil uwach ulew.

Xuquje' xya' utzijoxik jujun k'ulmatajem pa kik'aslemal ri ajwaralik winaq ri xb'anowik xuk'ex kichomab'al puwi' ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwach ulew, jas xujeq uloq chi ajtzukunelab' awaj, ajyakanelab' sataq, ajtiko'nelab', are wa' xb'anowik xe'jeqik pa taq kulewal, k'ate k'u ri xkiyak nimaq taq tinamit xkichakuj uwach wa' chi maja' kiqajem ri k'axlan winaq waral xkik's uwach k'a pa taq junab' 500.

Uk'amom uq'ab' ri jalajoj uwach k'aslemalil ruk' ri jachinem ke ri ajwaralik winaq pa taq kikomon, rumal wa' xq'alajinik jujun taq usuk'majinem pa kik'aslemal ri jalajoj uwach k'aslemalil k'e k'o na chuwach ulew, kaj are taq no'jib'alil xkikoj ojer ri qati't qamam rech ma kakamisax ta kiwach, are k'u uq'inomal uwach ulew wa' kamik.

Xa k'u rumal xk'is utzijoxik wa jun uq'at wuj, kaya' ub'ixik-uch'ob'ik jujun no'jib'alil ke ri Mayab' winaq, ub'i wakamik Ojer Taqanto'b'anik, ri ukojik pa taq uchakuxik uto'ik uwach ronojel k'o chuwachulew, ri ukojik k'o utak'aleb'al chupam ri q'atb'al taq tzij rech amaq', xuquje' pa taq nik'aj taqan tzij ke k'examaq'elil chik.

UCHOLAJ TZIJ: *Mayab' taq Cholchi', Usolik uwach ojer taq tzijonik, jalajoj uwach k'aslemalil, ojer taqanto'b'anik ajwaralik winaq*.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la diversidad cultural y su relación con la biodiversidad es un esfuerzo por documentar elementos que pueden permitir la generación de acciones para su manejo. En este sentido, se consideran elementos propios de la cultura de los pueblos indígenas con el fin de proponer estrategias participativas que admitan un manejo racional y efectivo de la biodiversidad para su conservación.

Para ello se parte del examen del origen de la cultura de los pueblos indígenas de Guatemala desde el punto de vista cosmogónico. Se articula con una descripción del área geográfica en la que históricamente se ubicaron estos pueblos en sus distintas épocas de desarrollo, así como la interpretación de los diversos fenómenos sociales que influyeron en su evolución y desplazamiento.

También se enumeran y describen los distintos eventos sociopolíticos que fueron transformando la cultura de los pueblos indígenas y su interacción con la naturaleza, hasta aquellos asociados con la dominación española durante la Colonia, y los diferentes períodos posteriores a la Independencia.

Se hace una revisión de la distribución de los idiomas que coexisten en el territorio nacional, con el objeto de entender la evolución histórica de la localización actual de los pueblos indígenas.

Un apartado importante de este análisis es la descripción de los elementos de la biodiversidad que los pueblos indígenas han utilizado a través de su historia. En esta línea, se describe cómo algunos de estos elementos han sido determinantes en su desarrollo cultural, ya que participan tanto en su espiritualidad como en diferentes aspectos de su economía.

Finalmente, se realiza una reseña del derecho indígena ambiental en algunas regiones, particularmente aquel que se relaciona con el uso y el manejo de la biodiversidad. El estudio se complementa con el análisis de un caso acerca del pueblo xinca que habita en la comunidad de Las Lomas, del municipio de Chiquimulilla, del departamento de Santa Rosa.

1.2. Marco de análisis

Con la intención de proveer elementos para la comprensión del contenido de este documento, se definen algunos conceptos, en torno de los cuales se genera la mayor parte de este capítulo.

La diversidad cultural guatemalteca es el resultado de un fenómeno histórico que se refleja en la dimensión lingüística, mayoritariamente originado en la civilización maya. PNUD (2005) manifiesta que hay una diversidad en el mundo indígena que no siempre tiene que ver con lo étnico, sino que también existen formas de vida, adaptaciones al medio y rasgos socioculturales, que también separan y enlazan a los diferentes grupos lingüísticos.

Desde el punto de vista de la antropología social (PNUD, 2005) la etnicidad se refiere a aspectos de las relaciones entre grupos que se consideren a sí mismos y que son considerados por otros, como culturalmente distintivos, y si bien es cierto que el discurso relativo a la etnicidad tiende a concentrarse en unidades subnacionales y/o en minorías, las mayorías o grupos dominantes no dejan de ser menos étnicas. Además, se señala que la etnicidad pone énfasis en las relaciones que se dan entre los grupos, se plantea que la causa de la diferencia socialmente reconocida no está en la cultura, sino en la identidad que se crea a partir de las relaciones con otros grupos.

Tovar (2001) define los ejes de formación del concepto de identidad en el contexto de los pueblos indígenas:

- ***Territorialidad:*** *los pueblos indígenas, merced a su concepción cosmogónica, fundamentan su identidad en la adscripción a un territorio concreto y un entorno ecológico determinado, expresión concreta de la Madre Tierra. No se trata de un sentimiento de posesión, sino de pertenencia, de integración de la persona con el entorno en el cual ha nacido.*

- ***Organización social y política:*** *las instituciones sociales y sistema de gobierno de los pueblos indígenas, de carácter comunitario y basado en valores propios, ancestrales, permiten la recreación y reproducción de la identidad. Constituyen un mecanismo y un contenido de los procesos de socialización de las nuevas generaciones. Se finca en un sistema de valores y concepto de poder en el que la comunidad (los que nacieron y tienen derecho al usufructo de un determinado espacio geográfico) es la depositaria legítima del poder, y lo ejercita a través de guiadores y servidores, sujetos a la voluntad de la colectividad.*

- ***Economía:*** *valores sólidos reflejan una cosmovisión en la que el lineamiento central es la máxima que cada uno debe tomar de la naturaleza lo que requiere para vivir. El hombre tiene una función en la vida y el debido cumplimiento de esa función define sus derechos económicos. Sobre la base de los derechos económicos, se fundamenta una ética de relación con la comunidad y con la naturaleza.*

- ***Espiritualidad:*** *lo sagrado permea la vida cotidiana de los comunitarios. Lo sagrado se entiende y practica como convivencia con la naturaleza, con la Madre Tierra y con el cosmos. El respeto a lo creado, y entender al hombre como parte de la creación, con una misión propia y distinta, fundamenta la vivencia de la espiritualidad.*

Estos conceptos constituyen elementos de naturaleza muy general y amplia que deben considerarse en toda la lectura de este documento.

2. ORIGEN DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS EN GUATEMALA

Las evidencias que sustentan el origen de los pueblos indígenas en Guatemala son en primer plano los restos arqueológicos, la memoria histórica monumental y escrita; en un segundo plano, la tradición oral que ha sobrevivido al etnocentrismo y que ha quedado plasmada en forma escrita en el Popol Vuh (Raynaud, 1927) y el Memorial de Sololá (Recinos, 1980), entre otros.

Los pueblos indígenas van adquiriendo en el devenir histórico una connotación particular. Algunos han emprendido acciones de resistencia que persisten hasta la actualidad, como el movimiento maya o mayanización del pueblo maya por un lado, y por el otro las reivindicaciones de los pueblos xinca y garífuna.

El movimiento maya actual se origina en los años setenta como una forma de acción colectiva que implica la existencia de un conflicto a resolver por medio de la movilización. No obstante, Bastos (2004) menciona que se han identificado algunos puntos cruciales de donde surge este movimiento político, cuyos inicios se encuentran en pleno conflicto armado a principios de la década de 1980. Se cree que parte de la participación del Movimiento de Acción y Ayuda Solidaria (MAYAS) y el Movimiento Indígena Tojil no comparten

la posición de otras agrupaciones dentro de la Unidad Revolucionaria Nacional Guatemalteca (URNG). Estas organizaciones fueron de las primeras en usar el término maya, que antes tuvo un carácter más histórico y científico que político. En los documentos que redactó MAYAS ya se mencionan las minorías étnicas. Posteriormente se formuló el concepto de pueblo maya. Hay datos que sugieren que esta idea surgió del área lingüística donde ya se utilizaba la expresión idioma maya (Bastos, 2004).

2.1. Formación sociocultural maya

Los primeros habitantes de América llegaron probablemente del continente asiático hace más o menos cuarenta mil años atravesando el estrecho de Bering hacia Alaska. De allí bajaron hasta América Central y Suramérica.

Estos primeros pobladores pertenecían a pueblos recolectores, pescadores y cazadores que no alcanzaron a concretar un modo de producción; sin embargo, crearon instrumentos y herramientas. Se organizaban para la recolección y especialmente para la caza mayor. Tenían también un tipo de organización social para la pesca y la fabricación conjunta de equipos y utensilios, sobre todo en la fase de semi-sedentarización.

La caza mayor era un trabajo colectivo que involucraba a la comunidad, generando una embrionaria división de tareas. Esta organización social del trabajo, sobre todo la fabricación de herramientas de significativa tecnología -que de hecho son instrumentos de producción- obliga a reflexionar acerca de las formas de producción de estos pueblos, calificados ligeramente de meros recolectores, en esta época en que la integración del hombre a la naturaleza fue profundamente significativa.

Probablemente los grupos de cazadores recolectores tenían como costumbre desplazarse por amplios territorios en busca de alimentos. Mantenían un ciclo que determinaba su asentamiento por temporadas en una parte de su territorio y, cuando debido a sus actividades de caza y recolección agotaban los alimentos en un lugar, se movían a otro, dejando que las áreas agotadas se recuperaran para regresar tiempo después, como parte del ciclo. Por esa razón, vivían en campamentos temporales. Al parecer podrían haber tenido conocimiento de la agricultura pero no la utilizaban permanentemente (Arana *et al.*, 2006).

La transición de la recolección a la agricultura fue un salto cualitativo importante, en tanto que dio lugar a diferentes procesos de interacción con la biodiversidad. Es en este momento que surge la cosmovisión, porque evidentemente se da una relación con la naturaleza, que en la interacción resulta ser la formadora del conocimiento, de la práctica social cotidiana.

Ulteriormente, con mayor nivel sedentario de vida, se originó la cultura en el contexto de la agricultura. Aquí confluyeron y se produjeron los encuentros culturales con otros grupos y surgieron las culturas de manera híbrida. Tal exogamia fue factible mediante una constante migración, y rompió con la endogamia que los acompañó por un buen tiempo y que resultaba ser la traba de su desarrollo. La exogamia se constituye como el segundo hecho histórico después del paso de recolectores a agricultores (sedentarismo a nomadismo), formador de la cultura aún presente de los pobladores mesoamericanos. Esta primera etapa corresponde al pueblo maya del período Preclásico (Ivic, 1995).

Alrededor del año 2000 A.C., en algunas partes del territorio del norte y centro de América, sus habitantes comenzaron a cultivar alimentos de manera permanente. Al tener asegurada su alimentación en un mismo territorio, para cada época del año, ya

no tuvieron necesidad de desplazarse hacia otras regiones para cazar y recolectar, sino que obtenían sus alimentos cultivando en un mismo lugar. Quizás la caza y la recolección fueron un complemento de la agricultura para la obtención de los satisfactores básicos. Los campamentos temporales se convirtieron así en aldeas permanentes, es decir, aldeas que eventualmente, con el paso de los siglos se convertirían en ciudades. Aquí es importante señalar que, entre los hechos sociales que motivaron el desarrollo de la agricultura está la identificación del maíz (*Zea mays*), su domesticación y el desarrollo de las técnicas para su cultivo y su uso en la alimentación (Ivic, 1995).

Sin embargo, cuando se menciona la cultura maya, se hace referencia a las hegemonías centralizadas y descentralizadas de las élites de Halach Uinic que dominaron el área mesoamericana, hacia los años 1500 A.C. del período preclásico al período Clásico, que duró entre el 300 y el 900 D.C.; y el período posclásico, desde el 900 D.C. hasta la llegada de los españoles a principios del siglo XVI.

El mito cosmogónico del origen maya, inscrito en el año 690 D.C., en los templos del llamado Conjunto de la Cruz de Palenque (México), cuenta que el cosmos fue creado en el lejano año de 3114 A.C. en la región mesoamericana. Fecha en la que se registra la terminación de un período de 13 ciclos o baktunes y el nacimiento del Primer Padre, llamado Hun Nal Ye, que quiere decir *Uno Maíz*. Según esta cosmogonía, Hun Nal Ye creó una casa en un lugar llamado *Cielo Levantado* y la dividió en ocho partes, siguiendo las cuatro direcciones cardinales y los cuatro rumbos intercardinales. En el mismo lugar ubicó las tres piedras que señalaban el centro del cosmos donde se levantó el árbol cósmico llamado Wakah Chan, nombre del árbol que se ve al centro del tablero del Templo de la Cruz en Palenque (Flores, 2005).

Luego de estos eventos, Hun Nal Ye protagoniza el acto central de la cosmogonía: su resurrección del inframundo en la forma de un joven de belleza extraordinaria que llevaba consigo las semillas preciosas del maíz, rescatadas de Xibalbá, nombre que los mayas dieron al inframundo. La historia de la resurrección del Dios del maíz se conoce no por el desciframiento de los glifos mayas, sino por una serie de escenas pintadas en los vasos funerarios del período Clásico.

2.2. El espacio geográfico de la formación cultural

2.2.1. Mesoamérica

Mesoamérica[1] es un término que identifica un área cultural y geográfica que comprende los siguientes países: en México, una porción del norte, y el centro y sur completos; Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras; Nicaragua y Costa Rica. Al norte está limitada por el golfo de México y el mar Caribe, y al sur por el océano Pacífico. Sus fronteras exactas, tanto al este (en Costa Rica) como al oeste (en México), según los arqueólogos son difíciles de definir en la actualidad.

Los arqueólogos han identificado a Mesoamérica como un área ocupada por una variedad de culturas antiguas que compartieron sus creencias religiosas, el arte, la arquitectura y la tecnología que los hicieron únicos en América por más de tres mil años, desde aproximadamente 3000 A.C. hasta 1519 D.C., el tiempo del contacto europeo (Sharer, 1999).

Tales culturas compartían rasgos culturales comunes, como un calendario de 260 días; cultivo de maíz *(Zea mays)*, frijol *(Phaseolus vulgaris)*, calabazas (especies del género *Cucurbita*), chile (*Capsicum annuum* y *C. frutescens*), tomate (*Lycopersicon esculentum*); la preparación de tortillas de maíz con cal; el uso y conocimiento de gran variedad de

técnicas para la producción agrícola, como terrazas y obras hidráulicas (canales para regar y drenar los campos); un juego con una pelota de hule extraído de *Castilla elastica*, ejecutado en patios construidos especialmente para ese fin (patios para el juego de pelota); el uso del cacao *(Theobroma cacao)* como bebida; construcción de plataformas piramidales escalonadas *(pirámides)*; entre otros rasgos (Sharer, 1999).

2.2.2. División de Mesoamérica

Para comprender la distribución actual de los pueblos indígenas en Guatemala es necesario identificar los distintos grupos distribuidos en Mesoamérica, entre los cuales en alguna medida ha existido una interrelación a lo largo de su historia. Los arqueólogos dividen a Mesoamérica en cinco zonas culturales que albergaron diferentes culturas. A su vez, para su estudio arqueológico, estas zonas o subáreas se dividen en zonas o regiones más pequeñas (Matos, 2000; Escalante, 1993).

Las cinco zonas de Mesoamérica son:

1. El occidente de México
2. El altiplano central mexicano
3. El Golfo de México
4. El área de Oaxaca
5. El área maya

Para poner en su contexto histórico y geográfico a la cultura maya y en particular la ubicada en Guatemala, se presenta el Cuadro 1, en el que se enumeran las áreas arqueológicas en que se divide la región, las culturas ubicadas en ellas, y sus sitios arqueológicos representativos; en la Figura 1 se muestran

Cuadro 1. Distribución geográfica de las culturas mesoamericanas y sitios arqueológicos representativos

No.	Área	Culturas	Algunos sitios arqueológicos
1	Occidente de México	Tarascos	Tzintzuntzan, Zacatula, Pungarabato, Pátzcuaro.
2	Altiplano Central mexicano	Cuicuilco, Tlatilco, Tlapacoya y Copilco, Teotihuacan, Toltecas, Tolteca-Chichimecas y Nahua-otomies	Cuicuilco, Tlatilco, Tlapacoya, Copilco, Teotihucacan, Tula, México-Tenochtitlan, Xochicalco, Azcapotzalco, Tlatelolco, Cholula, Xaltocan, Malinalco.
3	Golfo de México	Olmecas, Remojadas, Totonacos y Huaxtecas	La Venta, San Lorenzo, Tres Zapotes
4	Oaxaca	Zapotecos y Mixtecos	Monte Albán, Mitla y Zaachila
5	Maya	Maya	Kaminaljuyú, Tikal, Uaxactún, Piedras Negras, San Bartolo, Cancuén, Aguateca, Dos Pilas, Machaquilá, El Mirador, Yaxhá, Cerros, Kalakmul, Caracol, Ceibal, Altar de Sacrificios, Xultún, Chichén Itzá, Uxmal, Edzná, Cuello, Palenque, Yaxchilán, Bonampak, Copán.
		Cultura de Izapa	Izapa

Fuente: González (1995)

las áreas geográficas de cada una de esas regiones.

2.2.3. El área maya

El área ocupada por la civilización maya comprende los siguientes territorios: al este del estado de Chiapas, al norte y este el estado de Tabasco y la totalidad de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche, los anteriores en el sureste de México; la totalidad de los territorios de Guatemala y Belice; y la parte Occidental de Honduras y El Salvador (Sharer, 1999).

Para facilitar el estudio de los mayas, los arqueólogos han dividido el área maya en tres regiones arqueológicas. De sur a norte, estas regiones son:

1) La llanura costera del Pacífico

2) El altiplano o Tierras Altas

3) Las Tierras Bajas

2.2.4. Divisiones del área maya en Guatemala

Guatemala cuenta con las tres regiones arqueológicas antes descritas para el área maya, divididas para su estudio en cuatro regiones:

1) Tierras Bajas, constituida básicamente por el departamento de Petén.

2) Tierras Altas o altiplano, a su vez subdivididas en:

   i. Tierras Altas o Altiplano Norte; que incluye los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz y Quiché.

   ii. Altiplano Central; departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y Chimaltenango.

   iii. Tierras Altas o Altiplano Occidental; constituida por los departamentos de Huehuetenango, San Marcos,



Figura 1. Mapa de distribución de las áreas culturales de Mesoamérica
Fuente: Braswell (1997); González (1995)

Totonicapán, Sololá, y una parte de Quiché.

3) Región de Oriente; El Progreso, Izabal, Zacapa, Chiquimula y Jutiapa.

4) Región de la costa sur; constituida por los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa (Ivic, 1995).

El proceso histórico refleja que la ocupación del espacio geográfico mencionado ha tenido dos caminos, el primero se explica a partir del *valor de uso* de la territorialidad, que corresponde a los pueblos prehispánicos; y el segundo en relación con el *valor de cambio* de esa territorialidad, cuyo desarrollo corresponde a la colonización y neocolonización de los pueblos indígenas.

El primero se comprende como la relación cosmogónica con la Madre Tierra; y el segundo como la concentración, acumulación y privatización de la tierra, en cuanto a la renta de esta, destinada al cambio y comercio. Este camino pasó por diversas etapas, desde un régimen despótico tributario, pasando por las relaciones esclavistas figuradas en la encomienda y el repartimiento, y por la feudalización, considerados éstos como procesos precapitalistas, y luego el liberalismo en 1871, como inicio de manera *sui generis* del capitalismo en Guatemala.

2.3. Rutas comerciales prehispánicas que contribuyeron a la configuración y desarrollo de los pueblos indígenas

Uno de los factores que contribuyó a la configuración y desarrollo de los pueblos indígenas fue el comercio. La interrelación entre los distintos pueblos se evidenció por medio de las rutas comerciales.

Las regiones de Mesoamérica estaban vinculadas por una red de comercio. Ciudades y mercados de la cuenca de México, de la meseta de Cholula o de la costa del Golfo, se mantenían en contacto con la costa del Pacífico y el altiplano de Guatemala, así como con regiones más lejanas, a través de los mercaderes que viajaban en largas caravanas de carga y tamemes. Los mercaderes mexicanos poschtecas y oztomecas conocían por su trabajo todas las rutas y pueblos de Mesoamérica, éstos tenían relación con mercaderes de origen maya.

Fray Bartolomé de las Casas habla de los mercaderes de Q´umarkaj que traían joyas de oro y plata de Oaxaca o desde la región mixteca. Se asume entonces que los mercaderes k'iche's viajaban por las mismas rutas que sus colegas mexicanos (Van Akkere, 2007).

Los asentamientos del valle de Guatemala, en donde se extrajo obsidiana, trazaron rutas de comercio con la costa del Pacífico, a través de Escuintla, y con el valle del Motagua, donde se utilizaba el río para navegar con canoas y transportar mercancías. A través del Motagua existieron rutas de comercio con el mar Caribe (Lou, 1993). En el Caribe, las mercancías seguían su camino con rumbo norte para llegar a Belice. El Cayo Wild Cane, en el sur de ese territorio, probablemente fue un punto donde llegaba la obsidiana traída por el río Motagua desde las Tierras Altas. Desde allí pudo ser distribuida en Belice y el resto de las Tierras Bajas (Braswell, 1997).

Desde el valle del Motagua también se podía llegar hasta las Tierras Bajas a través de una ruta de comercio que pudo incluir rutas por tierra y por ríos. El transporte de mercancías a lo largo de esta ruta pudo realizarse por cargadores que atravesaban corredores naturales de las sierras: Las Minas, Chuacús, Chamá y Chinajá. Probablemente, los cargadores ya no eran necesarios al llegar a la parte navegable del río La Pasión, ya que las mercancías generalmente se transportaban en canoas.

El sitio arqueológico maya Cancuén está situado en el valle del río La Pasión, en la frontera entre el norte de Alta Verapaz y el sur de Petén, y era un puerto para la obtención, intercambio y redistribución de mercancías, tales como obsidiana, jade y otras más que venían desde las Tierras Altas; allí comenzaba la parte navegable del río La Pasión, inicio de la mayor ruta comercial de las Tierras Bajas. Esa ruta utilizaba los cauces del río La Pasión y del Usumacinta (Kovacevich *et al.*, 2001).

2.4. Contexto histórico de la configuración de los pueblos indígenas

La categoría de pueblos indígenas surge en el proceso colonial. Su origen histórico se puede definir a partir de los siguientes procesos: oleadas migratorias constantes, hibridación cultural, formaciones socioculturales, económicas y políticas; y acciones externas contingentes, como la invasión y dominación española. En tal sentido, el surgimiento de los pueblos primarios u originarios tendrá una procedencia diversa y heterogénea. Es en este escenario donde se genera la etnicidad.

La etnicidad no ha existido siempre, sino que es el resultado de la acción, la producción y la construcción social, en la cual confluyen los diversos factores indicados anteriormente. Los elementos embrionarios de la etnicidad se irán produciendo desde la utilización de la onomatopeya[2] hasta los idiomas maternos, costumbres, tradiciones, valores y principios, en su conjunto sociocultural y cosmogonía, con toda su diversidad y alteridad[3].

En este proceso se tienen que diferenciar tres momentos:

1. Surgimiento, conformación y desarrollo de los pueblos indígenas.

2. Generación, configuración y manifestación identitaria de los pueblos indígenas en grupos étnicos y sus comunidades; proceso que se da en el contexto de la "balcanización"[4] o de la subordinación a la dominación española, producida por las reducciones de los pueblos y en la que se inscribe el primer despojo de tierras en Guatemala, ocurrido entre 1524 y 1542.

3. La conversión de los indígenas en campesinos.

2.4.1. El proceso colonial y la subordinación de los pueblos indígenas

El establecimiento del poder colonial a través de la invasión militar marcó una ruptura de la configuración original de los pueblos indígenas, particularmente en la interacción que habían logrado con la naturaleza. Algunos autores definen la categoría Colonia (del término de origen latino *colonia*) como la que sirve para designar a un territorio ocupado y administrado por una potencia extranjera de la que se depende en diversos planos: político, económico, cultural, etc. (González, 1996).

Cabezas (s.f.) señala que, después de haber derrotado a los principales señoríos guatemaltecos, los españoles emprendieron la organización económica y política de la región. Sin embargo, la mayoría de instituciones políticas y laborales (Gobernación, Ayuntamiento, encomienda, repartimiento) que crearon con tal fin, sufrieron profundos cambios a mediados del siglo XVI, que produjeron en Guatemala las instituciones que conformarían y caracterizarían el sistema laboral de todo el período colonial.

2.4.2. La encomienda y repartimiento o trabajo esclavo

Cabezas (s.f.) y Martínez (1983) coinciden en que la encomienda y repartimiento encubrían relaciones de producción esclavistas, mediante las cuales el conquistador encomendó a los castellanos para que enseñaran la doctrina

cristiana a los nativos. A esta institución se le llamó encomienda-repartimiento, y desde su inicio asumió características esclavistas. Los indígenas fueron tratados como verdaderos esclavos e incluso su piel fue marcada con hierro candente en señal de posesión.

En contraste, la forma fundamental de actividad laboral en los señoríos indígenas guatemaltecos durante la época prehispánica había sido la que realizaban las comunidades aldeanas (parcialidades) en sus tierras comunales. El producto que obtenían servía para su propio sustento y para el pago del tributo a sus señores (*ajawab*), que habitaban en los *tinamit* o ciudadelas. Carmack (1979) indica que en los señoríos quichés (*k'iche's*) también existió la esclavitud, y agrega que el sector de los esclavos estaba integrado por los capturados en la guerra, los reducidos a esta condición por crímenes cometidos y aquellos que se entregaban en tal calidad a sus señores, porque su pobreza les impedía el pago del tributo. Sin embargo, el trabajo de los esclavos en el régimen económico de los señoríos k'iche's solamente fue complementario, estuvo más ligado a tareas domésticas y, en pocos casos, a la producción agrícola.

Dos fueron las formas que los castellanos utilizaron para hacerse de esclavos: la guerra (requerimiento) y el rescate. En Guatemala se recurrió a la guerra desde las etapas iniciales de conquista, aunque esto implicaba teóricamente la aplicación consecuente del "requerimiento", instrumento jurídico que establecía el procedimiento por el cual se podía hacer lícitamente la guerra a los indígenas y esclavizar a los vencidos. Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán confirma que el requerimiento se aplicó en Guatemala y dio lugar a la entrega de los indígenas capturados en guerra a los principales conquistadores, para servirse de ellos como esclavos. Francisco Ximénez añade que Pedro de Alvarado, en un buen número de ocasiones, se reservó para sí la mayor cantidad de indígenas, y que ello fue causa de múltiples discordias entre los conquistadores (Thille, 2002).

En Guatemala, la forma más utilizada por los españoles para conseguir indígenas fue la del "rescate", vocablo utilizado por los conquistadores en el sentido de "cambiar una cosa por otra". Así lo usaban principalmente aquellos vecinos que habían recibido pocos esclavos. Los españoles exigían a los señores indígenas la entrega de esclavos a cambio de mercancías o por medio de la coacción directa. Para justificar tal proceder aducían que de esa manera hacían un bien a los indígenas, al liberarlos del peligro de que sus señores los sacrificaran y se los comieran (Thille, 2002).

La primera cédula antiesclavista, emitida en 1530, causó profundo malestar entre los vecinos de Guatemala. El Ayuntamiento de la ciudad de Santiago apeló por ello ante la Corona, y pidió suspender la aplicación de la misma en esta provincia, mientras fuera necesario. Los reyes aceptaron las razones presentadas por el Ayuntamiento y, en julio de 1532, autorizaron a Pedro de Alvarado y al obispo Francisco Marroquín a actuar así. Ante la situación, y seriamente preocupados, personajes como Las Casas y otros frailes dominicos gestionaron y consiguieron que el Papa Paulo III declarara, en 1537, *que los indios eran personas y que se condenaba su trato esclavista* (Escalante, 1993).

La subordinación española generó todo tipo de problemas con repercusiones que perviven hasta la actualidad, como los mecanismos de inequidad de tenencia de la tierra. Esto articuló una estructura asimétrica y conflictiva. Desde 1542 la legislación para la administración de Las Indias determinaba que todas las tierras sin título legal eran de la Corona, lo cual le daba un carácter patrimonial a la propiedad. Para legalizar la posesión de las tierras retenidas ilegalmente se creó una nueva figura, la Composición de tierras, procedimiento que se mantuvo hasta la segunda

mitad del siglo XIX. Generalmente se actuó de mala fe y se fue originando un alto nivel de conflictividad alrededor de la tenencia legal de la tierra (Escalante, 1993).

Grandes extensiones fueron consideradas originalmente como propiedades inalienables de las comunidades indígenas, pero su usufructo pasó parcialmente a manos de los criollos, mediante un censo enfitéutico[5] que permitía el acceso al derecho del usufructo de la tierra por tiempo ilimitado, pero no su propiedad. En él, el interesado se comprometía a efectuar anualmente el pago de una cantidad equivalente a un porcentaje del valor que las autoridades establecían para la porción de tierra (Escalante, 1993).

Los acontecimientos que se produjeron desde la colonización hasta nuestros días han marcado líneas de acción de los diferentes gobiernos que han contribuido a la desaparición o deterioro paulatino de las tierras municipales o ejidos[6]. Muchos de los problemas que hoy viven los usuarios y las propias municipalidades son producto de esas decisiones que se adoptaron en el pasado.

2.4.3. La propiedad comunal como factor de cohesión social de los pueblos indígenas durante la Colonia

La propiedad comunal se encuentra caracterizada en las descripciones de Ximénez que datan del siglo XVIII. Éstas ilustran cómo era el gobierno de los pueblos prehispánicos, haciendo mención a las distintas estructuras, como *tinamit, chinamit y calpules*, en donde cada *chinamit* era una unidad residencial que poseía tierras comunales, y sus habitantes tenían derecho exclusivo a los recursos dentro de sus límites territoriales. Los miembros de un mismo *chinamit* aceptaban la responsabilidad por las acciones de otros integrantes del grupo, y cooperaban entre ellos para realizar, por ejemplo, fiestas matrimoniales o para castigar a quienes resultaban responsables en disputas civiles o religiosas. Entre los *chinamit* y los *calpules* existía alguna semejanza (Borg, 1998).

Thille (2002) analiza el contexto del surgimiento de los ejidos como una forma de tenencia y aprovechamiento colectivo existente en la realidad guatemalteca, con especial énfasis en las comunidades indígenas. Menciona que conocer su evolución histórica es fundamental para entender el deterioro de su interacción con la biodiversidad. La agrupación de la población indígena en las "tierras de indios" impuso un estrecho control sobre la población autóctona, lo que puede ser visto como una forma de aislamiento del resto de la población. No obstante, algunos atribuyen al ejido un doble papel: como elemento básico de la economía producción/tributos, y como elemento que contribuyó a cohesionar a tales grupos sociales.

En Guatemala se reprodujo de cierta forma una balcanización; es decir, la desmembración de los distintos pueblos indígenas. La consecuencia inmediata de este fenómeno fue la fragmentación y división de los indígenas. Sin embargo, esto dio lugar al surgimiento de la etnicidad, que significó el desarrollo del sentido social de pertenencia histórico-cultural, el cual resultó en su contradicción un factor de cohesión social.

Thille (2002) establece que dentro de este contexto cabe preguntar: ¿de dónde surge la noción de la propiedad colectiva? *…esta categoría de propiedad tiene como origen el traslado a América de la situación jurídica existente en España en esa misma época. La agrupación de los indígenas en pueblos suponía poner tierras a su disposición. Pero, ¿cuál debía ser la relación de los indígenas con la tierra así concedida?*

La superficie legal era la de un cuadro cuyos ejes estaban orientados hacia los puntos cardinales, a partir del centro del pueblo, con

una longitud de media legua (2 km). La superficie total de las tierras asignadas para uso común equivalía a 38 caballerías. Las mismas fueron sometidas a composiciones cada vez que un pueblo necesitaba tierras y con el tiempo se les llamó ejidos.

Thille (2002) agrega que en regiones como los Altos del Occidente y en las Verapaces, las estrategias legales de la población maya lograron frenar con éxito la presencia de propietarios españoles, criollos o ladinos. En oriente, por el contrario, se generaron pueblos de ladinos que compiten con las tierras comunales indígenas y las absorben en buena medida, siendo los receptores principales de población rural no indígena.

Severo Martínez Peláez, en su obra inconclusa, *Motines de Indios*, creó una teoría de la violencia colonial desde sus causas, para así conocer la opresión a que fue sometida la población indígena durante la Colonia, la cual puede servir para interpretar esa violencia que a lo largo de la historia se ha abatido sobre la población indígena, situación que ha generado frecuentes protestas por sus derechos. Tales protestas se originaron de los abusos en el cobro del tributo, el repartimiento de mercancías que obligaba a vender y comprar artículos a las autoridades y comerciantes locales, las necesitaran o no, situación que persistió durante la época independiente hasta 1944.

Al analizar la situación particular de los Q´anjob´ales, por ejemplo, Martínez Peláez señala que el mismo acto de tener que legalizar, es decir, especificar geográficamente un determinado espacio de uso, limitó el concepto de las tierras comunales para esta población y la hizo vulnerable en el sentido del buen manejo de los recursos naturales. Es decir, las tierras comunales al final resultaban siendo reservorios y mecanismos de control social, para poder disponer de ellas en cualquier momento (Thille, 2002).

2.4.4. Las tierras comunales de los pueblos indígenas durante la dictadura liberal de 1871

Después de 1821 sólo se cambia el discurso en cuanto a los términos, por ejemplo de encomienda y repartimiento se cambia a mandamientos, es decir, los pueblos indígenas y su etnicidad siguen subordinados. Los gobiernos liberales cambiaron la composición tradicional de las élites. El poder económico de las familias criollas tradicionales ahora fue compartido, y a veces hasta desplazado, por una nueva burguesía ascendente producto del auge del cultivo de café. También por extranjeros que llegaron a invertir en el comercio y la agricultura.

Al triunfar su movimiento, en un manifiesto del 8 de mayo de 1871, el general Miguel García Granados hizo el compromiso de reformar jurídicamente el Estado para impedir los excesos del poder personal y dar una base de legitimidad a la propiedad de la tierra en favor de los pujantes cafetaleros. Fue el general Justo Rufino Barrios quien impulsó las reformas liberales, que respondían a las siguientes demandas de los grupos emergentes de las clases medias altas:

1. Privatización de las tierras baldías y comunales o ejidales.
2. Despojo a los pueblos indígenas de las tierras comunales que eran propicias para el cultivo del café.
3. Expropiación de tierras a la Iglesia.
4. Finalización del censo enfitéutico, que patrimonializaba y amortizaba la tierra.
5. Desamortización de la tierra.
6. Liberación de hipotecas.

7. Obtención de fuerza de trabajo sin pago alguno, trabajo forzado.

8. Reglamentación de la fuerza de trabajo en cuanto al jornal.

9. Creación de infraestructura.

10. Conversión del Estado en un ente desregulador, facilitador y proveedor de créditos.

Esas reformas mezclaban los avances tecnológicos y las nuevas concepciones militares –como la organización de un Ejército profesional– con la supresión de derechos comunales y eclesiales sobre la tierra y la instauración del trabajo forzado. Las más afectadas fueron las comunidades indígenas situadas en las áreas de expansión cafetalera, especialmente en la bocacosta de Quetzaltenango, San Marcos y Alta Verapaz.

Hasta entonces, la relativa independencia de los pueblos indígenas se había basado en la posesión de las tierras comunales. Al desconocer el censo enfitéutico que los conservadores instauraron en el siglo XIX, dañando aunque no aboliendo el derecho de propiedad indígena, los finqueros adquirieron las tierras que eran arrendadas a las comunidades.

Además de la tierra, el liberalismo abordó el tema de la mano de obra forzosa. En 1877 se promulgó el Reglamento de Jornaleros, y en 1878 la Ley Contra la Vagancia, que obligaba a los indígenas a trabajar de 100 a 150 días al año en las fincas cafetaleras. Como consecuencia, la mano de obra era muy barata; los hombres ganaban un real por día y las mujeres medio real. Unos 100,000 indígenas bajaban cada año del altiplano a la bocacosta para trabajar en las cosechas. De esa época datan numerosos levantamientos indígenas contra jefes políticos, habilitadores y finqueros. Entre estas revueltas destacan la guerra de guerrillas de los indígenas de Momostenango, el intento de levantamiento de los k'iche's en 1877 y la rebelión de San Juan Ixcoy en 1898, sofocadas por las milicias ladinas que se apropiaron de sus tierras (ODHAG, 1998).

2.4.5. La tierra y la mano de obra indígena

El triunfo liberal dio nuevos bríos al discurso del progreso, la modernidad y la ciudadanía. Los factores que a los ojos de los constructores del nuevo proyecto nacional explicaban la resistencia indígena a estos procesos eran el atraso social, la multiplicidad de idiomas y una estrecha visión de comunidad, que los limitaba al espacio municipal. Por eso, de nuevo se buscó imponerle al indígena la salida de una asimilación "regenerativa", para la que era imprescindible que aceptase el orden jurídico y las reglas del consumo capitalista, las cuales exigían desde un inicio hablar español (Van Akkeren, 2007).

Los contenidos de la educación se centraron en los argumentos de civilización como requisito para la conversión ciudadana. Su principal medio sería la castellanización, que en primera instancia permitiría el traslado de los conocimientos y valores que recreaban la ideología nacional oficial. Pero independientemente de la universalidad, pregonada con la aspiración a la educación laica y generalizada, por razones económicas e ideológicas, no se buscó la escolarización masiva de la población. El acceso a ella fue posible solamente para personas con dominio del idioma español, con determinados recursos y ubicada en áreas urbanas, de donde teóricamente se iría expandiendo la cobertura educativa hacia las áreas rurales. La responsabilidad educativa en el interior del país se dejó en manos de los finqueros, con escasos resultados, pues en ellos prevaleció el interés por la mano de obra barata y la convicción racista de la inutilidad de los esfuerzos educativos frente a la inferioridad indígena. Por su parte,

el estado liberal encontró útil la continuidad de los indígenas como ciudadanos pasivos y diferenciados: el impulso de la producción cafetalera exigía tierras en la zona de la bocacosta y necesitó la presencia masiva de una mano de obra estacional para la recolección del grano. La tierra, el trabajo y la producción pasaron a ser asuntos del Estado como no lo habían sido antes y la expansión de la frontera agrícola se concibió en función de la producción agro-exportadora. La gran propiedad como base productiva se enfrentó a las comunidades que poseían importantes extensiones de tierra. Se promovió la privatización acelerada de la misma y las ocupaciones de tierra baldía y comunal.

Ésta fue una inaudita agresión a los indígenas y a sus mecanismos de sobrevivencia, basados hasta ese entones en la propiedad comunal. La acumulación acelerada de las tierras a costa de la propiedad campesina provocó el debilitamiento de la propiedad comunitaria y la fragmentación minifundista, se lanzó a miles de campesinos a la condición de mozos o peones, que combinaban su trabajo temporal con la explotación de sus parcelas o la de colonos arraigados permanentemente en las fincas. Este fenómeno resultó menos brutal por su sedentarismo pero en él los campesinos sufrieron la ruptura del lazo con sus comunidades de origen.

En teoría, se pretendía que la mano de obra indígena en la finca crearía, a través del salario, los hábitos de consumo propios de una existencia social más moderna. Pero, en la realidad, la fuerza de trabajo en las fincas se basó en la sujeción por medio del endeudamiento, la persecución y la coerción social por parte de un aparato militar y civil, que garantizaba las cuotas de trabajo forzado a los finqueros y hacendados.

El Reglamento de Jornaleros de 1877 estableció las bases para la incorporación de los minifundistas indígenas al proceso productivo, a través de la recreación de la figura colonial de la "habilitación" (Van Akkeren, 2007).

Así, el trabajo obligatorio fue el principal factor que explica la persistencia y profundidad de las políticas de segregación existentes en la sociedad y que fueron promovidas por el Estado. Éste también se vio en la necesidad de ampliar los servicios y requerir mano de obra para las obras de infraestructura, con lo cual recurrió a mecanismos similares de compulsión laboral. Por tanto, se cerraba el círculo que se ha descrito, pues como trabajadores agrícolas forzados, los indígenas tenían limitado el acceso a la educación, lo cual los dejaba inmersos en una condición de incivilidad que les inhibía el derecho pleno a la ciudadanía. De ahí que no fueran vistos como parte de la identidad nacional y que el estado liberal estimase que mientras fueran y se comportaran como indios serían considerados como grupos subordinados y, por lo tanto, susceptibles a ser segregados.

Sin embargo, el mismo proceso de desgaste que provocaba el mantenimiento de este oneroso sistema motivó nuevas polémicas políticas y resistencia indígena, que fueron gradualmente modificando la legislación pero no la realidad. En 1934 se suprimió el trabajo por deudas bajo el régimen del general Ubico y se sustituyo por el boleto de jornaleros, que castigó la dificultad de probar un mínimo de trabajo en las fincas (150 días) como vagancia y se aplicó tanto a indígenas como a ladinos rurales. A ello se sumó la obligación de trabajo vial gratuito y obligatorio (Van Akkeren, 2007).

2.4.6. Conflictividad agraria, exclusión y racismo durante la dictadura liberal

Mientras los liberales "ilustrados" consideraban a los indígenas como un impedimento para el progreso, que debía y podía vencerse mediante la educación y su integración en la sociedad "moderna", los "nuevos" liberales

daban por supuesta la esencial incapacidad para el cambio en los propios indígenas, a quienes consideraban, además, perezosos, inferiores y renuentes al trabajo.

Mc Creery (s.f.) comenta el planteamiento estereotipado de la época colonial, respecto a que el indígena carecía de las "necesidades de la civilización" y además era incapaz de satisfacerlas por sí mismo, y que para poder cubrirlas, por lo menos en sus mínimos requerimientos, era necesario forzarlo a emplearse por un salario, pues no acudiría voluntariamente al mercado de trabajo.

2.4.7. El descontento indígena

Mc Creery (s.f.) señala que la violencia o las revueltas espontáneas de los indígenas contra administradores, habilitadores o agentes del Estado, no fueron realmente frecuentes ni premeditadas. Ocasionalmente, algún mozo furioso, en respuesta a lo que consideraba una tarea exagerada o a los golpes recibidos, amenazaba con su machete al caporal, pero de inmediato se le acorralaba y castigaba.

Cuando los trabajadores formaban grupos para protestar, la represión era tan rápida como desproporcionada. El dominio liberal alcanza su punto máximo durante la dictadura de Jorge Ubico, largo período en el que los procesos estructurales siguieron siendo los mismos, la diferencia estribaba en sus niveles de profundización en cuanto a la exclusión de los pueblos indígenas. En medio del ahogamiento del Estado por problemas fiscales, el endeudamiento y la depresión económica internacional, y la decisión de no continuar devaluando la moneda, Ubico se ganó el apoyo de los cafetaleros manteniendo el orden social en el campo mediante un programa de obras públicas forzadas. En 1934, el gobernante canceló las deudas por habilitaciones, buscando favorecer así a los empresarios menos competitivos en su lucha por obtener mano de obra, y enfrentar las presiones producidas por el excesivo endeudamiento de los trabajadores y la grave crisis fiscal. Eso permitió a una minoría indígena dedicarse a la actividad comercial desplazándose por todo el país. Estos indígenas rompieron con el patrón cultural de los zahorines[7] y entraron a un movimiento de conversión religiosa que facilitó la penetración de la iglesia católica y las protestantes en el altiplano a partir de las décadas de 1930 y 1940 (Falla, 1980).

En la actualidad, existe una serie de movimientos reivindicativos de los derechos de los pueblos indígenas; entre estos sobresale el reconocimiento de una sola identidad como pueblo maya. En la búsqueda de esta reivindicación se encuentran involucradas organizaciones de base, las cuales evolucionaron a partir de 1976 como consecuencia del terremoto que sacudió todo el país, particularmente el altiplano occidental mayoritariamente indígena.

En los años posteriores, el desarrollo de la guerra interna forzó la participación de los pueblos indígenas en acciones para generar un futuro mejor, y permitir así la maduración de un pensamiento político, al formular la idea de una autonomía representada por el pueblo maya.

Como respuesta, la Constitución de l985 da el espacio al reconocimiento de los grupos étnicos. Otros eventos similares se desarrollan en consonancia con éste, como la aprobación del Convenio 169 de la Organización Mundial del Trabajo (OIT), la inclusión del marco de la identidad y derechos de los pueblos indígenas, considerados en la agenda de discusión de los Acuerdos de Paz, entre otros (PNUD, 2005).

2.4.8. La Revolución de Octubre y los pueblos indígenas

El presidente Juan José Arévalo (1945-1951) defendió un modelo liberal de intervención

estatal, una interpretación del *New Deal* del presidente estadounidense Franklin D. Roosevelt, que él definió como socialismo espiritual para distinguirlo del socialismo materialista de los marxistas. Su programa económico favoreció a la pequeña industria y permitió la creación del pequeño propietario agrícola. También promovió el cultivo del algodón y la ganadería extensiva, que sólo podían desarrollarse de manera rentable en grandes extensiones de tierra y con el uso de un nuevo tipo de asalariado agrícola. Además, el sector comercial creció, alentado por los altos precios de los productos de exportación y la ampliación de la capacidad de compra interna.

Los cambios que favorecieron a la sociedad en su conjunto, y en particular a los pueblos indígenas, en el contexto revolucionario de 1944 a 1954, se pueden identificar como los siguientes:

- Promulgación de la autonomía municipal y universitaria.
- Ley Forestal (1945).
- La nueva Constitución.
- Prohibición de la discriminación contra los indígenas.
- Reconocimiento de los ejidos y tierras comunales como inalienables, inexpropiables e indivisibles.
- Creación del Código de Trabajo (1947).
- Institución del Seguro Social.
- Derogación de la Ley del Trabajo Forzoso.
- Realización del primer censo agropecuario nacional.
- Ley de Reforma Agraria (Decreto 900).

A partir de la contrarrevolución, los pueblos indígenas volvieron a experimentar la explotación, la violencia, la exclusión, la discriminación y el racismo. Sin embargo ha habido un despertar de los pueblos maya, garífuna y xinca, el que se expresa en los esfuerzos por recuperar la identidad, el idioma, las tradiciones, los valores y principios. Pero fundamentalmente la recuperación de la tierra, no sólo como una cuestión de tenencia, sino como proceso relacional cosmogónico en armonía con la naturaleza. A pesar de un contexto adverso, las posibilidades del etnodesarrollo y de los diversos imaginarios están planteadas.

2.5. Surgimiento del pueblo xinca

El pueblo xinca surge de procesos híbridos distintos a los que dieron origen al pueblo maya; es decir, de temporalidades, contextos y espacios distintos. La historicidad de los xincas no es ajena a la experimentada por los demás pueblos de Guatemala.

La ubicación geográfica donde históricamente se localiza al pueblo xinca se sitúa en el departamento de Escuintla, específicamente en los municipios de Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla; en los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa; la parte sur del departamento de Jalapa; departamento de El Progreso, en los municipios de Guastatoya y Sanarate; extendiéndose hasta el departamento de Zacapa por toda la cuenca del Motagua, y posiblemente en la zona fronteriza con El Salvador.

Los procesos de dominación, subordinación, explotación, racismo, discriminación y exclusión social en el contexto guatemalteco han permitido que las comunidades xincas, articulen un sistema de organización social que les permite la recuperación de la propiedad de las tierras comunales que por muchos años

han tenido en posesión y la revitalización de sus principios y valores culturales.

De la memoria histórica y colectiva, tanto oral como escrita, del pueblo xinca se desprenden varias teorías sobre su origen; una que define su origen de culturas netamente mesoamericanas como petuni, lencas, o mayas, y otra que vincula su surgimiento con algunas culturas suramericanas, particularmente de la amazonia ecuatoriana, específicamente del pueblo saxara, con quienes comparten algunas similitudes culturales como el uso y conocimiento de las fuerzas positivas y negativas interiores. De la misma manera, en el arte de la guerra destaca la utilización de puntas de lanza envenenadas y de trampas de fosas con púas en su interior.

Monterroso, Quezada y Urquizú (1999) mencionan que la lengua xinca está emparentada con otras que se hablan en la región amazónica de Brasil, y que hasta el día de hoy se desconoce la procedencia de los xincas. Lo único que se sabe es que los pipiles de la costa sur y rivales de los xincas los llamaban popolacas, lo que significa bárbaros. En los años de mayor auge ocupaban desde el Suchiate hasta Ipala en Chiquimula, incluyendo el territorio intermedio de ambos puntos, tales como: Yampuk, Sanarate, Sinsirisai, Tatasirire, Ipala y otros. Gaitán (1997) opina que el idioma xinca puede estar emparentado con el zoque que se habla en México.

Entre otras hipótesis sobre el origen del pueblo xinca, se puede también hacer una relación de datos sobre los rasgos históricos de algunas comunidades, por ejemplo, Jumaytepeque. Aún no se ha determinado el grado exacto y el modo de penetración náhuatl en la zona xinca y por eso se podría conjeturar que algunos grupos pipiles se apoderaron por medio de la fuerza militar de ciertos pueblos xincas, con el objeto de controlar su producción agrícola y exigirles pago de tributos, en especial cacao.

Algunos arqueólogos que registraron sitios prehispánicos en la región de la costa sur, fueron Franz Termer (1948), Edwin Shook (1975), Lawrence Feldman y Lyle Campbell (1975), Gary Rex Walter (1980), William Fowler (1989), Francisco Estrada Belli (1995) (Monterroso, Quezada y Urquizú, 1999). Los datos recabados por los arqueólogos en Santa Rosa y la costa sur permiten inferir que los primeros pobladores del área se situaron en el rico ambiente de los esteros costeros. El sitio más grande fue Chiquiuitán localizado en la costa a tres kilómetros del actual Monterrico. Existieron también otros sitios de menor tamaño como Ujuxte (a un kilómetro al sur de Chiquimulilla), Pulido, Canal, Salinas, Santa Rita, Palosadentro y Aguadulce, todos cercanos al canal de Chiquimulilla (Monterroso, Quezada y Urquizú, 1999).

Se indica también que entre 1300 y 1150 A.C., la economía de estas comunidades estaba basada en la caza y recolección de plantas y semillas. Luego de esta fecha aparecen las primeras piedras de moler en Chiquiuitán, lo cual puede indicar que se estaba procesando maíz y otras plantas, y por ello se cree que es en este punto que debe marcarse el inicio de la agricultura. La cerámica encontrada en el área de Chiquiuitán comparte el estilo de otras regiones de la costa sur. La mayoría de vasijas de esta época tiene forma de tecomate. Posteriormente (alrededor de 850 A.C.), el estilo cerámico de Chiquiuitán muestra afinidad con Kaminaljuyú y Chalchuapa.

Los sitios más importantes del pueblo xinca durante los años 400 A.C. y 250 A.C. fueron Nueve Cerros (situado en el aluvión del río Los Esclavos), Ujuxte (un kilómetro al sur de Chiquimulilla), María Linda (junto al río del mismo nombre, Santa Rosa) y La Nueva (en la planicie aluvial del río La Paz, Jutiapa). Estos contenían centros cívicos ceremoniales que funcionaban como distritos administrativos, alrededor de los cuales había numerosas construcciones residenciales. Hasta la fecha

se conocen con certeza siete sitios que tuvieron una ocupación continua: Atiquipaque, Tacuilula, Pajal 2, Sinacantán, Nancinta, Pasaco y Chiquiuitán.

Algunos historiadores ubican a los xincas entre Santa Lucía Cotzumalguapa hasta Ahuachapán, en El Salvador. Hacia el período de dominación española, ya habían sufrido invasiones y reducción de su territorio por el ingreso de los pipiles en diversas migraciones, hecho que explica la influencia del náhuatl en su idioma. Como pueblo se registran en los archivos hispánicos del siglo XVIII, dentro de los documentos oficiales de las autoridades españolas.

Para la época de la Conquista se apunta que los xincas particularmente se enfrentaron a los conquistadores en su camino hacia Cuscatlán (El Salvador) y le causaron daño al ejército de Pedro de Alvarado, según se desprende de los relatos de los mismos conquistadores.

De la misma manera, los relatos de los frailes que visitaron la zona refieren a los xincas como pobres, productores de maíz, caña de azúcar, algo de ganado y pita de maguey (*Agave sp.*). Asimismo, indican que en su mayoría hablaban el castellano, el xinca y una lengua mexicana, que no precisan.

En la actualidad existen diversas opiniones acerca de su ubicación, para algunos los xincas se asentaron en el sureste del territorio guatemalteco, otros los ubican entre los límites del río María Linda y el río la Paz, y el territorio que ocupan los municipios actuales de Yupiltepeque, Atescatempa y Comapa, en el departamento de Jutiapa. Otras comunidades xincas que perviven pueden encontrarse en los municipios de Zapotitlán, Conguaco, Moyuta y la cabecera departamental de Jutiapa. Además, existe presencia xinca en el departamento de Santa Rosa, en los municipios de Taxisco, Santa María Ixhuatán, Guazacapán, San Juan Tecuaco, Chiquimulilla y la comunidad de San Francisco de Asís, Jumaytepeque.

Una de las características de este pueblo ha sido el uso de cuatro idiomas distintos que son náhuatl, maya, xinca y castellano, lo cual en cierta medida facilitó su comunicación con otros grupos, pero a la vez produjo la invisibilidad étnica que perduró hasta que fueron reconocidos en los Acuerdos de Paz. Entre las principales actividades a las que se dedican están: la agricultura (constituye su base económica), la cerámica, la jarcia, con la que elaboran distintos objetos destinados al comercio, pero la industria de sintéticos ha provocado la decadencia de su uso.

2.6. Surgimiento del pueblo garífuna

La historia del pueblo garífuna comienza en la isla de Saint Vincent en el Caribe oriental, la cual estaba habitada por los arawaks, quienes previamente habían sido conquistados por los kalipuna (una tribu suramericana). Los españoles llamaron caribes a estos grupos, lo cual se traduce como caníbales. En el año de 1635, varios buques españoles que llevaban esclavos nigerianos naufragaron en esa isla, allí se instalaron y convivieron con los habitantes dando origen a los caribes negros.

El control posterior de la isla por los británicos como resultado de varias guerras entre éstos, los caribes y los franceses, originó el aniquilamiento, sometimiento y desplazamiento de los negros que convivían en libertad en tales islas, lo cual era inconcebible para los británicos. De tal forma que algunos de estos caribes negros fueron trasladados a la isla de Roatán, en ese entonces bajo dominio británico.

Después del dominio español sobre la isla de Roatán (Islas de la Bahía, Honduras) en 1700, estos caribes fueron trasladados a Trujillo, Honduras, donde sirvieron a los españo-

les como agricultores y en el ejército, destacándose en el servicio militar.

Como resultado de la Independencia de Centroamérica, hubo un fuerte sentimiento antiespañol en la región durante esa época; a causa de los fuertes nexos de los caribes con los españoles, se vieron forzados a emigrar al área de Belice, en donde se congregaron con otros caribes que se habían asentado ahí en épocas previas. Tal migración ocurrió el 19 de noviembre, fecha en la que actualmente se celebra el día garífuna.

La cultura garífuna es muy fuerte, con gran énfasis en la música, el baile y la historia. Tienen su propia religión, que consiste en una mezcla de catolicismo, africanismos y creencias indias. Debido a sus diferencias a través de los años, los garífunas han sido temidos, discriminados y acusados de veneración al diablo, vudú, poligamia y de hablar un idioma secreto.

En 1996, el reconocimiento oficial del pueblo garífuna y su idioma en el Acuerdo de Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas fue especialmente importante.

3. SITUACIÓN Y TENDENCIAS DE LA DIVERSIDAD LINGÜÍSTICA EN EL PAÍS

3.1. La importancia de la diversidad lingüística y la biodiversidad

La relación entre diversidad biológica y diversidad lingüística es importante para conocer el vínculo entre la pérdida de biodiversidad, la evolución o deterioro de la lingüística y la actividad humana en un territorio determinado.

La recolección de elementos del bosque ha sido parte del modo de vida de los pueblos indígenas. Una vez transformados son utilizados como alimento, utensilios, medicina, materiales de construcción, etcétera. Esta actividad ha generado conocimientos que se transmiten de generación en generación.

La transformación del medio natural está produciendo la desaparición de algunas especies, a las cuales se les asignaba un nombre de referencia en el idioma o lengua original. Este nombre se asociaba con el uso o beneficio que se obtenía de estas especies. Cuando no existe el referente, se pierde la funcionalidad del lenguaje. De la misma manera, al perderse el conocimiento de la funcionalidad de la especie, por introducción de sustitutos modernos o de mayor facilidad de uso, se pierde el léxico aplicado y con él su conocimiento. El resultado es una notable reducción del bagaje lingüístico, que deja de ser transferido y aprendido.

García-Gómez (2007) indica que es posible que la abundancia de especies biológicas en regiones o sitios específicos haya generado en el pasado un léxico más enriquecido, dando por supuesta la presencia humana en el ecosistema.

Mafii (2006) argumenta que la diversidad lingüística y cultural no solamente es una expresión del legado de la humanidad, sino también parte de la diversidad de la vida, junto con la biodiversidad.

Asimismo, el concepto de biodiversidad no solamente debe estar integrado por la variedad de plantas, animales y ecosistemas que evolucionaron en la tierra, sino por la variedad de culturas y lenguajes que han evolucionado con ellos (Hamond y Loh, 2004).

De tal manera, Hamond y Loh (2004) han desarrollado el término diversidad biocultural en su esfuerzo por comprender y conservar la diversidad cultural y el entorno natural. En ese sentido han desarrollado el denominado Índice de Diversidad Biocultural (IBDC por sus siglas en ingles), que indica el valor de la importancia de una región en particular, de

acuerdo con la diversidad cultural y la biodiversidad que presenta.

Entre los factores que integran su cálculo están: el número de lenguas, el número de grupos étnicos, el número de religiones, el número de especies de aves y mamíferos reportados, y el número de especies de plantas (Hamond y Loh, 2004).

Este índice global reporta un valor de 1000. El cálculo preliminar para Guatemala registra un valor de 549, es decir, la posición 39 entre 221 regiones calculadas (Hamond y Loh, 2004).

El tema de la diversidad lingüística surge entonces como un parámetro mediante el cual se puede establecer la evolución de los distintos pueblos indígenas y su distribución en el territorio. Esto por la alta correlación que existe entre el idioma, la cultura de un pueblo y su relación con el entorno natural. Además, permite distinguir a cada uno de los pueblos, ubicar el desplazamiento geográfico de la lengua y los grupos que la hablan.

3.2. Desarrollo histórico de los idiomas de los pueblos indígenas en Mesoamérica

Para entender la distribución actual de los distintos idiomas indígenas del país, es necesario conocer el contexto histórico en el cual se han desarrollado, para identificar sus orígenes e interpretar los distintos fenómenos sociales que han condicionado su desarrollo.

Los mayas ocuparon un área que inicia en el norte de la región huasteca de México (actual estado de Oaxaca) y termina en el sur de Honduras, en Centroamérica. En el siglo XV ya había más de 30 idiomas distintos que se hablaban en el área mesoamericana (Kaufman, 2001). Este mismo autor presentó en 1974 el resultado de sus estudios en la región y efectuó una clasificación de los idiomas mayas hablados en Mesoamérica, distinguiéndolos del azteca (mexica o náhuatl) y de otros idiomas y familias diferentes de la maya madre.

3.2.1. Ramas de los idiomas mayas

Kaufman (2001) indica que hace unos 4000 años había en esta área un único idioma cuyo nombre se desconoce, pero que por ser el tronco común de muchos idiomas, lo llamó protomaya. Desde entonces, los idiomas empezaron a extenderse, diferenciarse y crecer en diversas ramas con distintas direcciones y de largo alcance. Se distinguieron varias corrientes: la huasteka y la yukateka. Esta última originó el tzeltal, que se desplazó y conformó como idioma común en el altiplano de Huehuetenango, en los Cuhumatanes, fue antecesor del mam y del k'iche'.

Se definen seis ramas principales de las cuales se derivaron todos los idiomas que hoy se conocen.

- Huasteka
- Yukateka
- Tzeltal mayor
- Q'anjob'al mayor
- Mam
- K'iche' mayor

Existen más de 30 idiomas mayas hablados en México, Guatemala y Belice. La lejanía o la cercanía de los idiomas tiene relación con los fenómenos históricos. Según Richards (2003), algunos idiomas mayas tienen poco tiempo de haberse separado.

De acuerdo con la metodología glotocronológica[8], en Guatemala se han clasificado cinco ramas idiomáticas:

1) De la rama yukateka son los idiomas itzaj y mopán. De esta rama y grupo existía en Guatemala el idioma lacandón, conocido comúnmente en el ámbito maya como lakantun, y en algunos municipios k'iche's como k'alantun.

2) A la rama tzeltal mayor pertenece el grupo ch'ol cuyo idioma en Guatemala es el ch'orti'.

3) De la rama q'anjob'al mayor: el grupo chuj y el q'anjob'al. Al grupo chuj pertenece el idioma chuj, y al q'anjob'al le pertenecen los idiomas q'anjob'al, akateko y popti'.

4) A la rama mam le pertenecen dos grupos: el mam y el ixil. Al grupo mam le son propios los idiomas mam y tektiteko; y al grupo ixil, el ixil y el awakateko.

5) A la rama k'iche' mayor pertenecen cuatro grupos de idiomas. Al grupo k'iche' pertenecen los idiomas sipakapense y el sakapulteko, que parecen ser más variantes dialectales del k'iche' que idiomas distintos. Los otros grupos no registran un nombre propio como grupo, y cada uno de ellos tiene un solo idioma: el q'eqchi' y el uspanteko. El cuarto grupo es el poqom.

3.3. Desarrollo histórico de los idiomas indígenas en Guatemala

El idioma k'iche' conformó otros cuatro idiomas: k'iche', kaqchikel, tz'utujil y el achi, los que en términos lingüísticos se conocen como variantes dialectales del k'iche', pero que sociopolíticamente se reconocen como idiomas. Al grupo poqom pertenecen los idiomas poqomam y poqomchi'. Por lo tanto, puede decirse que en Guatemala persisten o se hablan actualmente cinco ramas principales de idiomas mayas, tres de las cuatro divisiones del protomaya, con un total de 22 idiomas de raíz lingüística común protomaya. Además, en Guatemala se hablan otros dos idiomas indígenas: el xinca y el garífuna, y el español.

Las lenguas de Guatemala han evolucionado a lo largo del tiempo. Se han producido cambios provocados por fenómenos como guerras, migraciones, colonizaciones recientes y otros factores. Estos procesos empezaron mucho antes de la llegada de los europeos a la región mesoamericana. La adopción de términos de idioma náhuatl en el vocabulario local (notorios sobre todo en la toponimia) es reflejo de algunos de estos procesos socioculturales que conllevan diferencias en el poder político, en el comercio y en la estructura social en general.

No obstante, el acontecimiento de mayor trascendencia fue la conquista de los pueblos indígenas y la subordinación de éstos a lo largo de varios siglos, procesos que, en su esencia, siguen vigentes.

Los idiomas que hablaban los nativos de Guatemala sufrieron cambios estructurales internos significativos entre 1524 y 1700, como resultado de la conquista militar y la colonización político-económica, la disminución de la población, la esclavitud, la subordinación a un poder extranjero y el cambio de ubicación de las poblaciones. La práctica de la política demográfica de la Corona española se manifiesta en las reducciones forzadas.

En ese contexto, el fenómeno político más significativo que afectó a los indígenas fue la castellanización. El uso del español se extendió no sólo entre los mestizos, negros, mulatos y zambos, sino también entre los indígenas, cuyos idiomas sufrieron cambios al incorporar palabras y estructuras gramaticales del español.

Antes de la llegada de los españoles (diciembre de 1523), la organización política de la

sociedad indígena estaba sufriendo cambios significativos. En términos de control territorial, algunos grupos estaban en expansión y otros parecían debilitarse políticamente. Conforme cambiaban las bases de poder como consecuencia de la presión expansionista de unos grupos y el repliegue de otros, la distribución espacial de los idiomas también sufría cambios sustanciales.

A partir de la segunda mitad del siglo XIII grupos guerreros emigraron de distintas regiones de México (principalmente de Tula, en el Estado de Hidalgo) hacia el territorio que actualmente ocupa hoy Centroamérica, para conjurar la presión política del imperio azteca. Las migraciones utilizaron las rutas comerciales que fueron establecidas cientos de años antes, tanto a través de la planicie costera del Pacífico, como por la costa del golfo de México o bien siguiendo los valles, bordeando ríos como el Grijalva o el Usumacinta.

La influencia cultural mexicana (sobre todo la tlaxcalteca), se enraizó profundamente entre las elites depuestas, en tanto que la población rural, considerada como base de la pirámide social, resultó menos afectada.

También los toltecas que emigraron a Mesoamérica (constituidos principalmente por los grupos k'iche', kaqchikel y tz'utujil, pero también por grupos tamub', rabinales y otros), invadieron el territorio guatemalteco durante el siglo XIII y se constituyeron en un grupo militarista hegemónico que provocó un efecto profundo en estos nuevos territorios. A pesar de que los indígenas que ocupaban la actual Guatemala fueron subyugados por el grupo invasor tolteca (entre los que se contaban estos grupos originarios de Tula), éste adoptó y adaptó las diversas lenguas mayas en sus unidades políticas, a pesar de que en estas unidades sobrevivieron influencias del náhuatl, especialmente en el comercio y la diplomacia.

El sistema lingüístico mexicano jugó un papel importante en la subyugación militar de los grupos indígenas autóctonos, sometidos en el proceso de la Conquista por Pedro de Alvarado y sus aliados tlaxcaltecas y mexicas de lengua náhuatl que trajo de la recién conquistada Tenochtitlán, factor que no ha sido minuciosamente estudiado.

Esto significa que a la llegada de los españoles, en la Navidad de 1523, el territorio guatemalteco ofrecía el siguiente panorama político-cultural:

- Era una zona densamente poblada, posiblemente con 2 ó 3 millones de personas repartidas a lo largo y ancho de la región, a la cual los mexicanos llamaban genéricamente Goathemala y en la que los grupos hegemónicos eran los k'iche's, los mames, los tz'utujiles, los q'eqchi's y los kaqchikeles, quienes desde el inicio presentaron resistencia a la conquista, excepto los kaqchikeles que se aliaron a los españoles a cambio de la promesa de obtener dominio sobre sus enemigos k'iche's.

- Para entonces, de los olmecas (antiguos pobladores de la región) no quedaba rastro alguno y tampoco hay registro en la memoria colectiva de su presencia. Además, de la población original no quedan sobrevivientes, pues fueron cultural y biológicamente absorbidos por el mestizaje con los k'iche's que residieron en la costa sur.

- De los genuinos mayas del bajío yucateco, no quedaba en el siglo XVI rastro alguno en el altiplano guatemalteco.

- En la región, los mayas que vivían en las periferias (es decir, al sur del corredor comprendido entre el sur de Copán, en Honduras, Petén, en Guatemala, hasta el norte de Yucatán, en México), no representaron nunca una resistencia a las huestes conquistadoras. No se enfrentaron a ellas, es

más, no hay indicios de que los pueblos locales sometidos tuvieran memoria de la existencia antigua de los mayas ni de su civilización, y los españoles tampoco supieron de ellos. En 1524, Hernán Cortés atravesó el antiguo territorio maya pero nadie le habló de ellos. Le informaron solamente de los yucatecos y de los itzaj, pero no de los mayas.

- De los mames se tiene mejor memoria, ya que fue un grupo rebelde que hizo resistencia a los conquistadores hasta ya entrado el siglo XVII, y siempre han tenido presencia nacional pese a su aislamiento y lejanía geográfica. Los tz'utujiles, uno de los trece grupos tolteca-k'iche', se establecieron al sur del lago de Atitlán en 1270 D.C. y allí se quedaron, desplazando del lugar a los malaj (cuyo idioma se extinguió), primitivos habitantes paleoindios.

- Los k'iche's, que vinieron a esta tierra en 1250 D.C., llegaron, vencieron, se quedaron en la región, combatieron al invasor español y fueron colonizados a su vez.

- Los q'eqchi's, estuvieron sometidos a múltiples influencias externas (olmeca, teotihuacana y k'iche', entre otras), fueron llamados tzulutanes por los mexicanos y españoles por ser guerreros indomables. Fue el único grupo cuya conquista no se efectuó en forma violenta, sino mediante la evangelización varios años después de la conquista de los grupos k'iche' y kaqchikel.

A la llegada de los españoles en 1523, había en Guatemala una serie de señoríos, el más numeroso era el k'iche'. Los k'iche's, los kaqchikeles, los rabinaleb' y los tz'utujiles conformaban entonces señoríos separados, pero en el lapso de sólo dos generaciones (final del siglo XIV y mitad del siglo XV) y particularmente durante el reinado de Kikab', los k'iche's extendieron su control de modo considerable. En su máximo apogeo, el territorio k'iche' estaba conformado por aproximadamente un millón de habitantes.

Poco antes de la llegada de los españoles, el escenario regional presentaba muchos cambios políticos. La estrategia que utilizó el colonizador español para asegurar las fronteras políticas consistió en imponer una nueva élite gobernante a los pueblos conquistados, los parientes de la estirpe gobernante asumían el gobierno de los grupos conquistados. El efecto de este proceso expansionista fue que las fronteras políticas no necesariamente coincidieron con las fronteras lingüísticas. Que un señorío ganara o perdiera su autonomía no implicaba necesariamente un cambio inmediato y profundo en las lenguas, aunque seguramente hubo préstamos de elementos entre los idiomas en contacto.

Las regiones que en la actualidad representan zonas de entrecruzamiento lingüístico corresponden a las áreas que constantemente cambiaban "de mano" cuando ocurría una expansión o una retracción de las fronteras territoriales. Las mayores divisiones dialectales que hoy se encuentran corresponden a las lenguas que fueron fronteras lingüísticas de acuerdo con los linajes que existieron en la época prehispánica.

Como habíamos explicado ya someramente, en el contexto lingüístico de Guatemala, durante el período de 1524 a 1700, se dieron tres procesos importantes:

1. La disminución de la población hablante por los efectos devastadores de la guerra, las enfermedades y la esclavitud.

2. La unificación forzada de los grupos sociales como parte de la política de congregación de la Iglesia y el atrincheramiento de una diversidad de idiomas, como consecuencia de la reducción o congregación.

3. La expansión del idioma español por las políticas de castellanización y la emigración de los españoles criollos, ladinos y mulatos hacia las planicies costeras y regiones que quedaron disponibles debido a la muerte o la huida de sus pobladores originarios.

Uno de los efectos lingüísticos más inmediatos de la Conquista fue la masiva disminución de los hablantes de las lenguas autóctonas, a lo que contribuyó la transferencia de estos a regiones lingüísticamente diferentes. Por ejemplo: grupos kaqchikeles a Chiché, poblado situado en pleno corazón del antiguo señorío k'iche', enemigo de los kaqchikeles; elementos de la élite dominante k'iche' sobrevivientes de la destrucción de Gumarcaj, asentados en Chiul (hoy Chajul), entre los ixiles del norte y otros. Hubo casos de comunidades que quedaron con un número tan bajo de hablantes nativos que casi resultó imposible la sobrevivencia del idioma original.

En Guatemala hay escasez de documentación sobre la desaparición total de una lengua como consecuencia de la Conquista o de la temprana colonización. El caso del chol, que se hablaba en la región noroccidental, representa un idioma que claramente desapareció por completo. Lo que queda de la última población chol está en el municipio de Santa Cruz El Chol, del departamento de Baja Verapaz.

3.4. La política sociolingüística de la castellanización

Cuando los conquistadores españoles llegaron a América, la Corona insistió en su política de castellanización y catequización: los indígenas debían dejar sus costumbres "paganas e incivilizadas" para cambiarlas por prácticas castellano-cristianas "de razón", según se recomendó en el Concilio de Lima, Perú, en 1552. La legislación inicial establecía que los encomenderos eran responsables de la educación y conversión de los nativos bajo su control. Sin embargo, éstos no cumplieron ni una ni otra cosa: no castellanizaron y tampoco catequizaron.

Los primeros indígenas que aprendieron el español no fueron usados para enseñar a otros la fe católica, se emplearon como intérpretes de los conquistadores en el proceso de conquista de otros pueblos nativos. Fueron usados también para ayudar a los colonizadores en la administración de los territorios sometidos, y para auxiliar a los encomenderos en la explotación de la fuerza laboral indígena.

Había muy pocos incentivos para los indígenas que quisieran aprender el español, ya que existían pocas oportunidades de utilizarlo y, además, los clérigos encargados de castellanizar no enseñaban el español a los nativos porque consideraban contraproducente o imposible castellanizar a grupos grandes o a individuos no seleccionados debidamente. Los frailes percibieron que la manera más práctica de cumplir con su misión era convertir a los indígenas al catolicismo y la manera más efectiva de hacerlo era por medio de los idiomas nativos. Fue así como, al principio, ellos mismos aprendieron el idioma local (un caso típico es el de Fray Bartolomé de las Casas que aprendió el q'eqchi' de las Verapaces), después procedieron a enseñar el español a un nativo quien, luego, se convertía en su traductor-interlocutor con los indígenas de la localidad.

Algunos miembros de las órdenes religiosas aprendieron los idiomas vernáculos e hicieron diccionarios y gramáticas. El conocimiento de las lenguas locales que adquirieron los frailes les dio ventajas sobre la jerarquía religiosa, ya que por el aislamiento de los pueblos que administraban miembros de las órdenes, convirtió a estas en la primera autoridad europea en las comunidades, incluso reconocida localmente por encima de la real autoridad de la Corona.

Para justificar su negativa de utilizar el idioma español en los procesos de enseñanza, los frailes adujeron que una conversión más representativa sólo se llevaría a cabo si los indígenas eran enseñados en su propio idioma. Pero los frailes encontraron una gran diversidad lingüística en sus parroquias y, después de medio siglo de colonización, dejaron de aprender y enseñar en las lenguas nativas y hacían uso de traductores para su misión de catequesis.

En 1634, Felipe IV determinó que toda la doctrina cristiana debía ser enseñada únicamente en lengua española. Con el fin de promover su aprendizaje, la Corona emitió una Cédula Real donde estableció que el conocimiento del español era prerrequisito para desempeñar cargos públicos y optar a posiciones importantes.

A pesar de insistirse en una política firme de castellanización, la base institucional para la enseñanza de la lengua española no existía y a lo largo del período colonial no hubo intentos sistemáticos para enseñarla a los indígenas.

Al principio, la política oficial fue la de mantener una separación entre "república indígena" y "república española" y, por ello, no es de extrañar que surgiera un sistema social dual diferenciado por la lengua.

La política oficial de castellanización de la Corona situó al español en la cima de la jerarquía lingüística. Hubo dos procesos principales que promovieron la hispanización en Guatemala:

1. El traslado de indígenas hablantes de diversas lenguas nativas a las ciudades y a lugares donde eran absorbidos en los procesos de producción.

2. El asentamiento de españoles y ladinos en el área rural indígena.

3.5. Las migraciones forzadas y la ciudad de Santiago de Guatemala

La capital colonial de Guatemala fue fundada inicialmente en Iximché, en julio de 1524; luego, se trasladó a Xepau, Chimaltenango, en 1524; después a Chijxot, Chimaltenango, en enero de 1527; más tarde, a Almolonga (noviembre de 1527); posteriormente a Panchoy o Pacán (septiembre de 1542); y, finalmente, al valle de las Vacas o de la Ermita (mayo de 1776). En la configuración social de algunos pueblos, las migraciones forzadas constituyeron un elemento decisivo por medio del cual muchos esclavos indígenas fueron movilizados para trabajar en la construcción y el mantenimiento de la ciudad en Almolonga y Panchoy.

Para todas estas construcciones, los esclavos albañiles, tejeros, carpinteros, etc., llegaron de diferentes lugares y, como hablaban un idioma diferente al kaqchikel, propio de la región, pudo haberse producido una rápida pérdida de su lengua materna para adoptar el idioma local. Además, se sintió la necesidad de usar un idioma común para asegurar la comunicación: el español fue el medio natural y reconocido.

Puede suponerse que la influencia de los idiomas mayas en el habla castellana de los indígenas fue todavía más marcada, y el español hablado más imperfecto, según los estándares de la élite colonial. No obstante, la presencia dominante de los españoles y la legitimidad atribuida por la Corona al idioma castellano fueron factores determinantes para que éste, en cualquiera de sus formas habladas, funcionara como lengua franca.

Aunque el español se usaba como lengua franca en la ciudad de Santiago de Guatemala, al mismo tiempo se produjo una renovación regional del idioma indígena predominante –el kaqchikel- como consecuencia de la llegada al valle de cada vez más ha-

Cuadro 2. Distribución geográfica de los idiomas en Guatemala

Rama	Idioma	Distribución
K'iche' mayor	Q'eqchi'	Nororiente de Uspantán, Ixcán, Playa Grande, Quiché. En Alta Verapaz: Cobán, Panzós, Senahú, San Pedro Carchá, San Juan Chamelco, Lanquín, Cahabón, Chisec y Chahal; en Petén: San Luis y Sayaxché; en Izabal: El Estor y Livingston.
	Uspanteko	En Uspantán, Quiché.
K'iche'	K'iche'	Se habla en 65 municipios de seis departamentos, así: Cinco en Sololá: Santa María Visitación, Santa Lucía Utatlán, Nahualá, Santa Catarina Ixtahuacán y Santa Clara La Laguna. En ocho de Totonicapán: Totonicapán, San Cristóbal Totonicapán, San Francisco El Alto, San Andrés Xecul, Momostenango, Santa María Chiquimula, Santa Lucía La Reforma y San Bartolo. Doce en Quetzaltenango: Quetzaltenango, Salcajá, Olintepeque, San Carlos Sija, Sibilia, San Mateo, Almolonga, Cantel, Zunil, San Francisco La Unión, El Palmar y La Esperanza. En 16 municipios de Quiché: Santa Cruz del Quiché, Chiché, Chinique, Zacualpa, Chichicastenango, Patzité, San Antonio Ilotenango, San Pedro Jocopilas, Cunen, Joyabaj, San Andrés Sajcabajá, Uspantán (parte), Sacapulas (parte), San Bartolomé Jocotenango, Canillá y Pachalum. Quince en Suchitepéquez: Cuyotenango, San Francisco Zapotitlán, San Bernardino, San José El Ídolo, Santo Domingo Suchitepéquez, San Lorenzo, Samayac, San Pablo Jocopilas, San Miguel Panán, San Gabriel, Santa Bárbara (parte), Santo Tomás La Unión, Zunilito, Pueblo Nuevo y Río Bravo. Nueve en Retalhuleu: Retalhuleu, San Sebastián, Santa Cruz Muluá, San Martín Zapotitlán, San Felipe, San Andrés Villa Seca, Champerico, Nuevo San Carlos y El Asintal.
	Sipakapense	En Sipacapa, San Marcos.
	Sakapulteko	Sacapulas, municipio de Quiché.
	Tz'utujil	En Sololá se habla en San Lucas Tolimán, San Pablo La Laguna, San Juan La Laguna, San Pedro La Laguna y Santiago Atitlán; en Suchitepéquez, Chicacao.
	Kaqchikel	Se habla en 47municipios de siete departamentos: En Guatemala: San Pedro Ayampuc, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, San Raymundo y Chuarrancho. En Sacatepéquez: Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, San Lucas Sacatepéquez, Santa Lucía Milpas Altas, Magdalena Milpas Altas, Santa María de Jesús, San Miguel Dueñas, San Juan Alotenango, San Antonio Aguas Calientes y Santa Catarina Barahona. En Chimaltenango: Chimaltenango, San José Poaquil, San Martín Jilotepeque, San Juan Comalapa, Santa Apolonia, Tecpán, Patzún, Pochuta, Patzicía, Balanyá, Acatenango, San Pedro Yepocapa, San Andrés Itzapa, Parramos, El Tejar y aldeas de Zaragoza. En Escuintla: Santa Lucía Cotzumalguapa. En Sololá: Sololá, San José Chacayá, Concepción, San Andrés Semetabaj, Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, Santa Cruz La Laguna, San Marcos La Laguna.

Rama	Idioma	Distribución
K'iche'	Kaqchikel	En Suchitepéquez: San Antonio Suchitepéquez, Patulul y San Juan Bautista. En Baja Verapaz: parte de El Chol.
	Achi	En Baja Verapaz: Cubulco, Rabinal, San Miguel Chicaj, Salamá, San Jerónimo, y El Chol. En Alta Verapaz: Fray Bartolomé de las Casas y Cobán, por el fenómeno de desplazados internos.
Mam	Mam	Se habla en 55 municipios de tres departamentos, así : En Quetzaltenango: Cabricán, Cajolá, San Miguel Sigüilá, San Juan Ostuncalco, Concepción Chiquirichapa, San Martín Sacatepéquez, Huitán, Colomba, Coatepeque, Génova, Flores Costa Cuca, Palestina de los Altos. En San Marcos: San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, Comitancillo, San Miguel Ixtahuacán, Concepción Tutuapa, Tacaná, Sibinal, Tajumulco, Tejutla, San Rafael Pie de la Cuesta, Nuevo Progreso, El Tumbador, El Rodeo, Malacatán, Catarina, Ayutla, Ocós, San Pablo, El Quetzal, La Reforma, Pajapita, Ixchiguán, San José Ojotenam, San Cristóbal Cucho, Esquipulas, Palo Gordo, Río Blanco y San Lorenzo. En Huehuetenango: San Pedro Necta, San Idelfonso Ixtahuacán, Santa Bárbara, La Libertad, Todos Santos, San Juan Atitán, Colotenango, San Sebastián Huehuetenango., Tectitán (parte) Cuilco (parte), Aguacatán (parte), San Rafael Pétzal, San Gaspar Ixchil y Santiago Chimaltenango.
	Tektiteko	Cuilco y Tectitán, municipios del departamento de Huehuetenango.
	Chalchiteko	El barrio de Chalchitan, Aguacatán, departamento de Huehuetenango
	Akateko	San Miguel Akatán, Huehuetenango.
	Awakateco	Aguacatán, Huehuetenango.
	Ixil	En Chajul, Cotzal y Nebaj, de Quiché.
Q'anjob'al	Popti (Jakalteko)	Jacaltenango, La Democracia, Concepción Huista, San Antonio Huista, Santa Ana Huista, parte de Nentón, en Huehuetenango.
	Q'anjob'al	Soloma, San Juan Ixcoy, Santa Eulalia y Barillas, en Huehuetenango.
	Chuj	San Mateo Ixtatán, San Sebastián Coatán, parte de Nentón, en Huehuetenango.
Chol	Ch'orti'	En Zacapa: La Unión Zacapa; en Chiquimula: Jocotán, Camotán, Olopa y Quetzaltepeque, 52,000 hablantes aproximadamente.
Yucateka	Mopán	En Petén: Dolores, San Luis, parte de Melchor de Mencos y Poptún.
	Itzá	En Petén: Flores, San José, San Benito, San Andrés, La Libertad y Sayaxché.
Poqom	Poqomchi'	En Baja Verapaz, en el municipio de Purulhá; en Alta Verapaz: Santa Cruz Verapaz, San Cristóbal Verapaz, Tactic, Tamahú y Tucurú.
	Poqomam	En Guatemala: Mixco y Chinautla. En Jalapa: San Pedro Pinula, San Carlos Alzalale, San Luis Jilotepeque; y en Escuintla en Palín.

Rama	Idioma	Distribución
Caribe (Garinagu)	Garífuna	En Livingston, así como en Puerto Barrios, Izabal.
Xinca	Xinca	Jutiapa, Jalapa y Santa Rosa.

Elaborado con información de: Anónimo, 1998. Evolucion de los idiomas Mayas en Mesoamérica, propuesta de modalidad de oficialización de los Idiomas Indígenas en Guatemala, en línea : http://www.ebiguatemala.org/filemanager/dowload/209/03/historia%Atlas.pdf.

blantes de esta lengua. El mosaico lingüístico de la región central se redujo al kaqchikel y al español.

Además de la expansión de los españoles a las áreas aledañas a Santiago, la planicie costera del Pacífico también fue ocupada paulatinamente por los colonizadores. Desde Santiago en Guatemala hasta San Miguel en El Salvador, se produjo una continua migración en gran escala, la cual alteró la configuración lingüística de esa región. Desde la época de la Conquista, la tendencia general en la planicie costera fue la disminución de la población indígena, lo que implicó la merma e incluso la pérdida de las lenguas nativas y de las propias tradiciones, como sucedió con el xinca, desde inicios de la Colonia.

En algunas regiones del altiplano, ocurrió que mientras los pueblos indígenas y sus idiomas permanecieron casi intactos, muchos nativos experimentaron una continua y sistemática pérdida de sus tierras ancestrales, no porque no poseyeran títulos de propiedad, pues en la tradición indígena la tierra era propiedad común y "la titulación" no se acostumbraba, sino por la aplicación de la política de despojo agrario, típica de la colonización española.

Pese a que la crisis económica aceleró el proceso de la emigración española de Santiago hacia el campo, los períodos subsiguientes de actividad económica intensiva demandaron cada vez más mayor número de indígenas como fuerza laboral. Esto produjo la transferencia de miles de nativos, no solamente a las tierras de los ladinos, sino también para la construcción y la fundación de pueblos de indios para su asentamiento permanente. Las migraciones forzadas constituyeron un elemento decisivo para el cambio lingüístico. Los hablantes de distintos idiomas, traídos como esclavos de distintas regiones del territorio conquistado, gradualmente se revirtieron al uso del castellano como lengua franca.

Durante el período comprendido entre 1524 y 1700, los idiomas que sufrieron la mayor pérdida (colindante con la extinción), fueron el pipil y el xinca, localizados en la costa del Pacífico, o el chol en la región nororiental. Sin embargo, el español fue adoptado como el medio de comunicación, no sólo para tratar con los europeos, sino como lengua franca por toda la población aborigen.

La castellanización fue la causa fundamental del proceso lingüístico que emergió del cambio experimentado en la configuración sociocultural. En algunas regiones de la provincia de Guatemala (miembro importante y capital de la Capitanía General del Reino de Guatemala), el español se convirtió en la lengua dominante, en parte por la interacción con los españoles en los centros urbanos, por el contacto con los comerciantes y propietarios de la tierra, ladinos y mulatos que incursionaron en los territorios y poblados indígenas.

En el altiplano central, densamente poblado y predominantemente indígena, a pesar del esfuerzo evangelizador de los religiosos y de la

política de castellanización emprendida por la Corona, la influencia del español entre los indígenas fue apenas perceptible, dio lugar al desarrollo de un doble código lingüístico: la mayoría de la población era monolingüe de alguna de las lenguas sobrevivientes y la mayoría de habitantes no indígenas era monolingüe en español.

En las figuras 2 y 3 se observa la evolución en la distribución geográfica de los distintos idiomas mayas, de acuerdo con la expansión que han desarrollado en el marco sociopolítico y económico del país (Richards, 2003); la Figura 4 muestra la distribución actual. Se puede inferir la evolución del espacio geográfico de algunos idiomas y lenguas habladas por los pueblos indígenas, por ejemplo:

- Expansión del área original descrita por los q'eqchi's, a zonas previamente ocupadas o reportadas originalmente para los mopan o chol.
- Reducción del área xinca, a pocas comunidades en los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa.
- Confinamiento del área ch'orti' a algunos municipios de los departamentos de Zacapa y Chiquimula.
- Desaparición de la lengua lacandona del territorio nacional.
- Ampliación de los asentamientos ladinos en el área itzaj en el norte de Petén, así

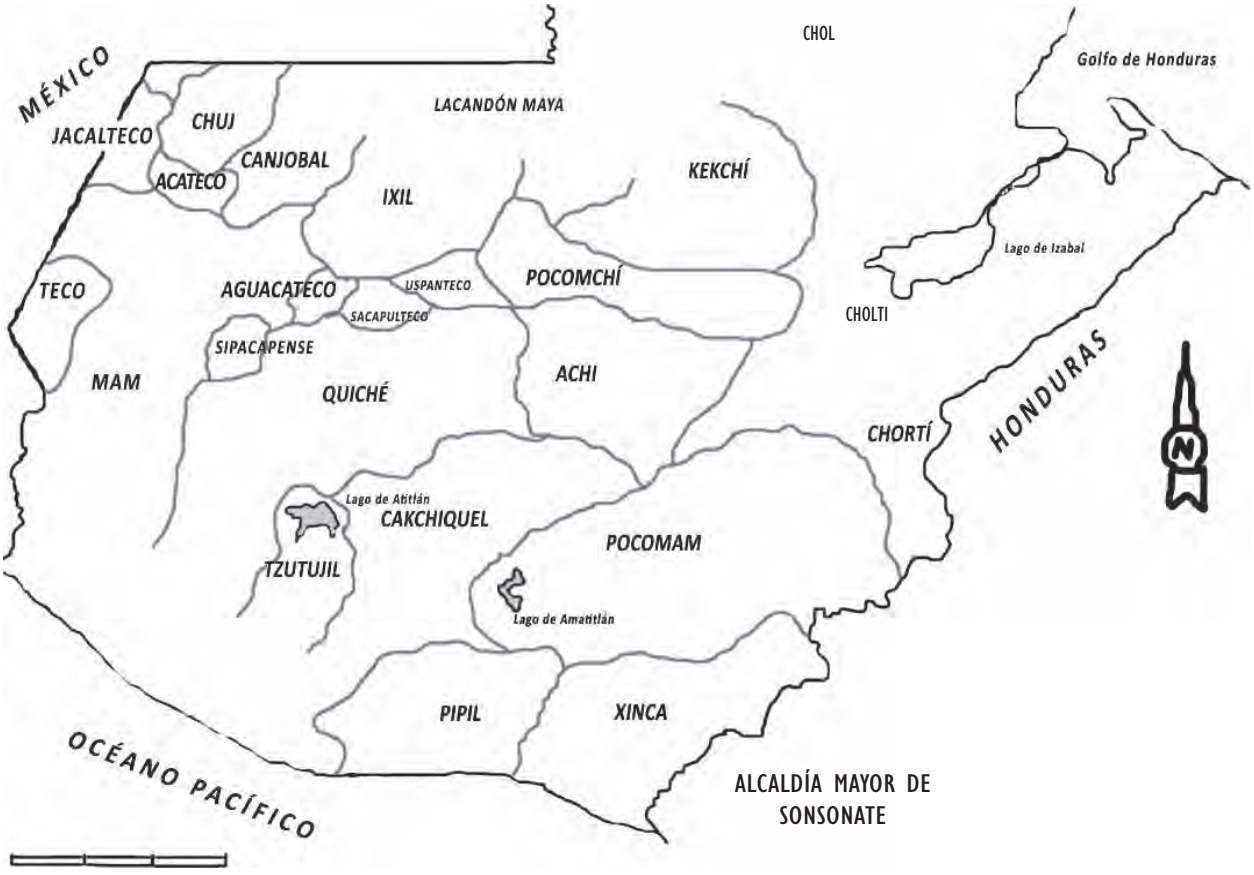


Figura 2. Distribución de los idiomas de los pueblos indígenas en el año 1700. Fuente: Richards (2003)

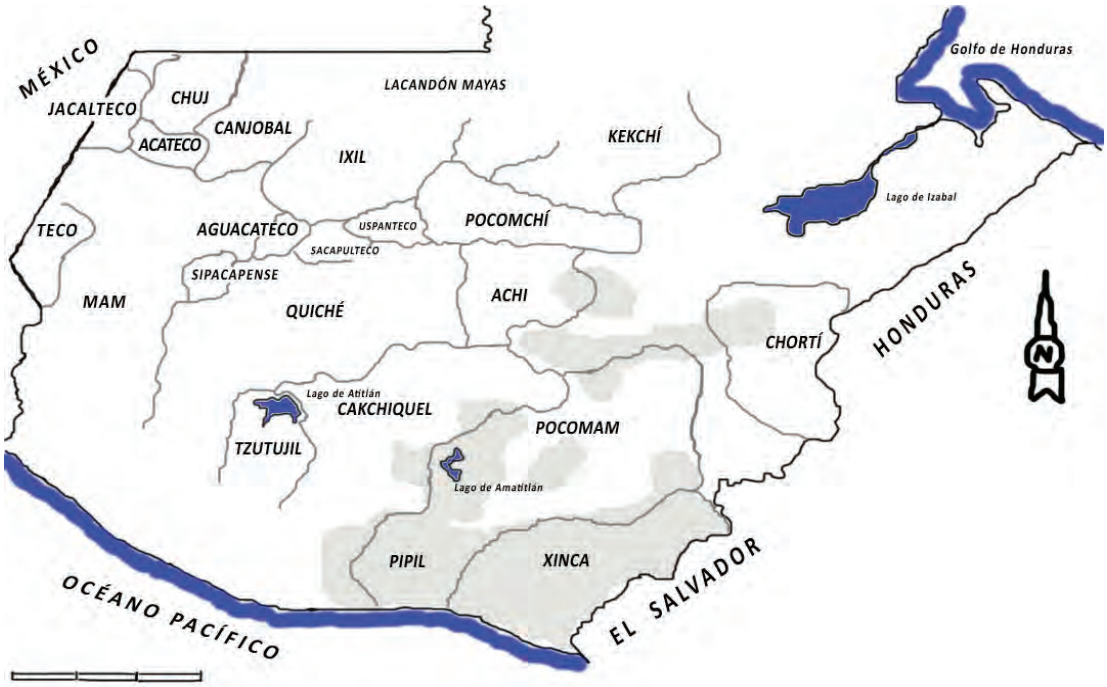


Figura 3. Distribución de los idiomas de los pueblos indígenas en 1954. Fuente: Richards (2003)

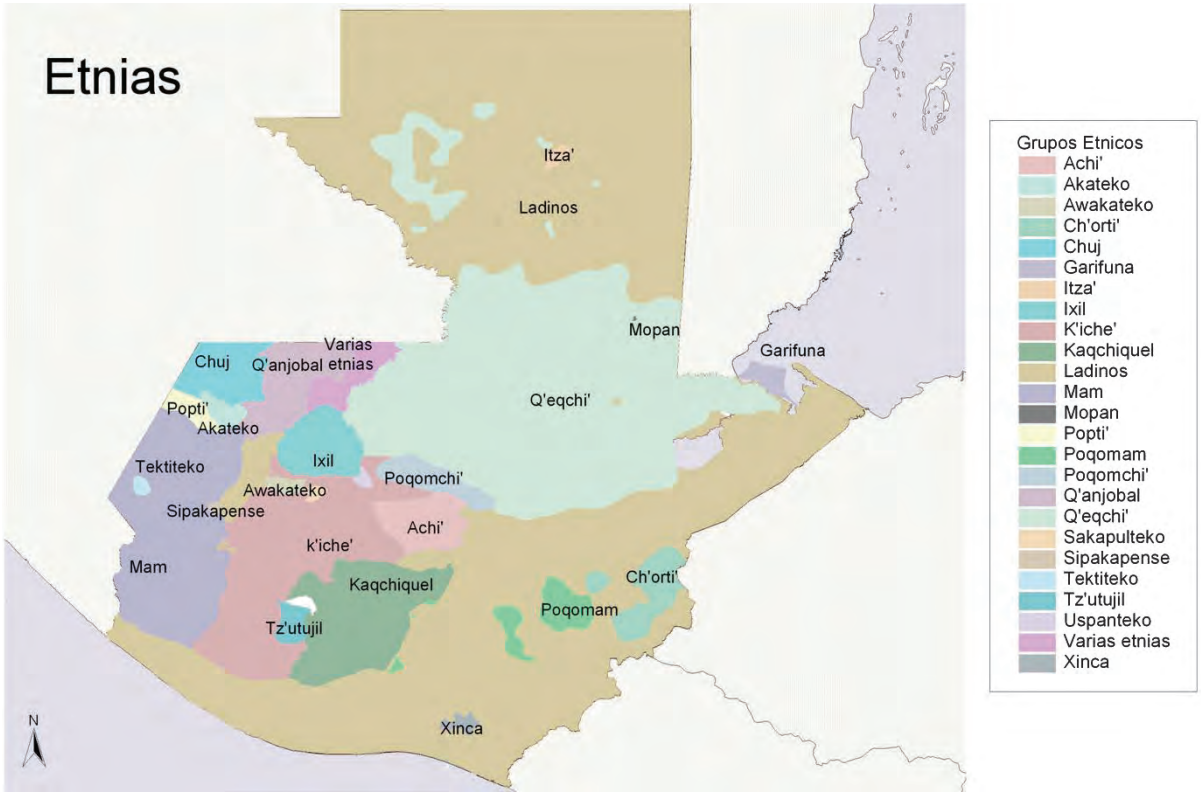


Figura 4. Distribución geográfica actual de los distintos pueblos indígenas
Fuente: Academia de Lenguas Mayas

como el desarrollo de asentamientos de origen q'eqchi'.

3.6. Situación actual de las comunidades lingüísticas de Guatemala

En Guatemala se distinguen y reconocen 24 idiomas, correspondientes al mismo número de pueblos indígenas. Sin embargo, la definición de las áreas geográficas es conflictiva, ya que en algunos casos no coinciden con los límites de la administración político-administrativa del país. El Cuadro 2 presenta una sinopsis de la distribución geográfica de los idiomas hablados en Guatemala, y los municipios y departamentos donde se ubican las poblaciones hablantes.

4. RELACIÓN ESPIRITUAL, CULTURAL, SOCIAL Y ECONÓMICA DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS CON LA BIODIVERSIDAD

4.1. Relación cultural y espiritual de los pueblos indígenas con la biodiversidad

Castañeda (1991) manifiesta que muchos valores que tenían los mayas al momento de la Conquista, entre ellos su visión de la naturaleza, parte fundamental de su cosmovisión, aún se preservan en algunas comunidades indígenas. Pop (1996) indica que como cosmovisión se entiende la forma particular de interpretar los fenómenos del universo y las realidades de vida del hombre, que cada cultura tiene. En el caso de la filosofía maya, la cosmovisión es la manera de entender la vida y la existencia conforme a la relación filosófica naturaleza-hombre-universo; es decir, la visión y explicación del mundo y de la vida, la práctica de un sistema de valores que relaciona y explica al ser humano, la naturaleza, el tiempo, la existencia y las cosas, como una totalidad de relaciones de un sistema vivo: el cosmos.

Según Sac Coyoy (s.f.) esta cosmovisión está configurada a través de un registro, clasificación y sistematización de conocimientos filosóficos, científicos y técnicos aplicados al diario vivir. Además, ha propiciado la unidad y equilibrio necesarios para el desarrollo de la vida espiritual y material de los seres humanos y los ha relacionado con el entorno en que viven, en particular con la naturaleza. La espiritualidad maya se entiende como el ejercicio que integra lo físico o material con lo que no podemos ver ni tocar; es decir, lo inmaterial. Es un conjunto de conceptos, valores, percepciones y prácticas compartidas por la comunidad maya, que permiten una visión específica de la realidad. La espiritualidad maya constituye una fuente de respuestas a las preguntas acerca del universo. Es una fuente de conexión entre el cosmos y el individuo. El mismo autor indica que esto implica un profundo reconocimiento y respeto por las fuerzas cósmicas llamadas: *Tz´aqol-B'itol* (madre y padre), *Uk´ux kaj- uk´ux ulew* (corazón del cielo y corazón de la tierra), *Tepeu-Q'uq´umatz'* (la energía fecundadora y materia creadora).

Para la cultura maya, la naturaleza es la manifestación de *Ajaw*, de manera que las ceremonias tienen lugar en el *Tab'al* o altares ubicados en montañas, volcanes, cerros, barrancas, cuevas, ríos, nacimientos de agua, playas, etcétera. Estos lugares sagrados han sido identificados por los ancestros como centros de la energía de la naturaleza misma y lugares donde se sintoniza y armoniza el ser humano con el universo. Los *ajqíjab*[11], o sacerdotes mayas, visitan dichos altares y realizan ceremonias con distintas intenciones o peticiones.

Los calendarios mayas son y han sido parte fundamental de la espiritualidad maya. En ellos se señalan momentos propicios para actividades diversas, individuales y colectivas. Aparte de contar el tiempo, el calendario solar o *haab* identifica momentos para el

conocimiento de la naturaleza; el calendario sagrado o *tzolkin* (la cuenta de los días) es usado para celebrar ceremonias religiosas, pronosticar la llegada y duración del período de lluvias, identificar períodos de cacería y pesca, pronosticar el destino de las personas, definir actividades específicas personales y colectivas (Sac Coyoy, s.f). En el calendario sagrado lunar, cada uno de los 20 *nawales*[10] representan un elemento de la naturaleza, y cada individuo se identifica con uno de ellos. La tradición establece el respeto por su *nawal*, manifestando que si el *nawal* de una persona muere, ésta muere con él. De esta manera se establece una conexión de respeto por los componentes de la naturaleza, tanto individual como colectiva, de los grupos mayas en el contexto de su espiritualidad.

Todos estos elementos de la cosmovisión y espiritualidad maya, y su vínculo con la biodiversidad, se ponen de manifiesto en el *Popol Vuh* cuando se relata la creación del hombre en sus diferentes etapas, en todas ellas el hombre es formado por elementos de la naturaleza. Por ejemplo, en la primera creación se manifiesta que fue creado de madera de *tzité* o árbol de pito (*Erythrina corallodendron*), y a la mujer de zibak (*Cyperus sp.*). Estos son destruidos y, después de varios intentos, finalmente se crea al hombre de maíz.

El libro también describe la región en la que se desarrolla la creación del hombre de maíz, Paxil y Cayalá[11], en la que se indica la existencia de diversidad y abundancia de maíz, tanto blanco como amarillo, así como la presencia de otros frutos como las anonas (*Annona spp.*), los jocotes (*Spondias mombin, y S. purpurea*), los zapotes (*Pouteria sapota o P. viridis*), los nances (*Byrsonima crassifolia*), los matasanos (*Casimiroa edulis*), el pataxte, el cacao (*Theobroma bicolor y T. cacao*) y la miel[12]. También es muy importante señalar que la existencia de esa región fue dada a conocer a los creadores por medio de varios animales.

En la religión maya, en el ámbito de los objetos simbólicos, son sagrados el cielo, la tierra, el agua, el viento, el fuego, la lluvia, el relámpago y los astros; algunos árboles, como las ceibas; algunas plantas alucinógenas como *Ipomea violacea, Salvia divinorum, Turvina corymbosa, Datura stramonium* (Díaz, 2000), el maíz y los hongos. Además, algunos animales como la serpiente, las aves, el jaguar y el murciélago; algunos minerales, como los cuarzos. La religión maya, dentro de su cosmovisión, tiene estrechos lazos con la naturaleza, sus dioses se encuentran y viven en ella.

Se observa que un gran número de los componentes de la biodiversidad son utilizados en las ceremonias mayas, ya que para ellos la naturaleza posee innumerables misterios que no se muestran en el mundo visible, y a los que el ser humano sólo puede acceder en estados especiales de conciencia. Durante sus ceremonias se utilizan sustancias psicotrópicas y/o bebidas alcohólicas como el *bache* (bebida fermentada de maíz, la corteza de un árbol y miel), así como algunos hongos y plantas capaces de provocar esos estados de conciencia, y permitir al espíritu transponer los umbrales hacia otras dimensiones de la realidad.

4.2. La descalificación de los conocimientos mayas

Muchas culturas han construido sus sistemas religiosos, y a partir de lo religioso han configurado sus sistemas científicos. Esto ha generado pensamientos dogmáticos, la historia registra muchos de estos casos, por ejemplo, la llamada Inquisición de la iglesia católica. En este período se condenó a muchas personas por sus descubrimientos científicos, por ser diferentes a los planteamientos de la iglesia.

La teoría geocéntrica formulada por Aristóteles fue aceptada como verdadera e indis-

cutible. El tiempo y las investigaciones han demostrado que la Tierra es una diminuta partícula en la inmensidad del cosmos y no el centro del universo, ni siquiera del sistema solar, como se suponía, sino es sólo una parte de él.

Durante el proceso de colonización y evangelización española no se respetaron las formas de espiritualidad y conocimiento científico de los pueblos indígenas. La mayoría de los documentos que contenían información sobre los sistemas científicos mayas fueron quemados (Organización Internacional del Trabajo, 2006).

Fray Diego de Landa relata en su obra *Relación de las cosas de Yucatán* la forma en que fueron destruidos los documentos antiguos del pueblo maya, por considerarlos proclives a la brujería; cita el documento: *eran tantos los documentos de los indios, que la hoguera duró más de un mes*. No obstante la destrucción mencionada, las abuelos y abuelas mayas supieron transmitir los conocimientos en la tradición oral y la práctica religiosa a través de la cuenta de los días en la ceremonia (Organización Internacional del Trabajo, 2006).

4.3. Relación económica social de los pueblos indígenas y la biodiversidad

Para comprender la relación económica y social de los pueblos indígenas con la biodiversidad es necesario identificar las diferentes etapas históricas y los fenómenos sociales que han determinado los cambios de relación con el medio natural circundante. Este medio ha variado según la época o período del que se trate.

En términos generales, la situación actual está determinada por los elementos, principios y valores de los pueblos que han originado la diversidad cultural de las poblaciones indígenas.

Las etapas de mayor relevancia en este análisis se centraron en los distintos períodos históricos del desarrollo de la civilización maya (Preclásico, Clásico y Posclásico) y el legado cultural que cada uno de esos períodos ha generado en su relación con el uso y manejo de los componentes de la biodiversidad. Además, en la incorporación de nuevos elementos en las actividades relativas al uso y manejo de la biodiversidad, la introducción de nuevos principios y valores en el manejo de los recursos disponibles introducidos principalmente durante los períodos colonial y republicano de nuestra historia, así como la eliminación de otros.

4.3.1. De los primeros pobladores al Posclásico maya

Para comprender la complejidad del mundo maya y su historia es necesario tener presente su origen, desde el aparecimiento del hombre en Mesoamérica, entre 15,000 y 3,500 años antes de la era cristiana, marcado por los grupos definidos como protomayas, dentro de los que destacan los olmecas, que se situaron principalmente en México, en los estados de Veracruz y Tabasco, con asentamientos reportados para el área de Guatemala en los departamentos de Retalhuleu (Takalik Abaj) y Escuintla (La Democracia). Tales grupos han sido fechados entre 1500 y 400 A. C. Del desarrollo de los mayas se conocen diferentes períodos: el Preclásico, fechado del 1500 A.C. al 200 D.C.; el Clásico, del 200 al 925 D.C.; y el Posclásico, del 975 al 1540 D.C. Sin embargo, en cada uno de los períodos florecieron diferentes asentamientos en distintas regiones.

Según Caballero y Cortés (2001), la evidencia etnobiológica sugiere que la evolución de las civilizaciones mesoamericanas se basó en una estrategia diversificada de subsistencia, la cual involucró la acumulación de conocimiento, tecnologías y recursos naturales. Esto contribuyó a la formación de una percepción,

clasificación, y a un uso y manejo de los recursos producto de la interacción con el entorno biológico.

Turner y Miksicek (1984) reportan evidencia paleontológica, iconográfica y lingüística de la presencia, manejo y uso de especies como: el cacao (*Theobroma cacao*), el aguacate (*Persea americana*), el nance (*Byrsonima crassifolia*), el chico (*Manilkara zapota*), los zapotes (*Pouteria sapota*), los jocotes (*Spondias sp.*), brasil (*Hematoxilum campechiana*), la pimienta gorda (*Pimenta dioica*), el morro (*Crescentia alata*), el huiscoyol (*Bactris sp.*), el ramón (*Brosimun alicastrum*), el jurgay (*Talisia oliviformis*), los magueyes o sisal (*Agave spp.*), las tunas (*Opuntia sp.*), el tul (*Typha sp.*), el maíz (*Zea mays*), las cucúrbitas (*C. moschata*), el algodón (*Gossypium hirsutum*), los chiles (*Capsicum sp.*), la yuca (*Manihot esculenta*), el camote (*Ipomoea batatas*), el macal u ox (*Xanthosoma sp.*) y la jícama (*Pachyrrhizus erosus*) del período Preclásico al Clásico tardío en las regiones mayas de las tierras bajas del país (Petén).

Otros autores señalan que existe evidencia paleontológica del uso de otros componentes de la biodiversidad por los grupos precursores de los actuales pueblos indígenas. Dentro de tales elementos se pueden citar los hongos, representados en esculturas de artefactos de piedra encontradas particularmente en Kaminaljuyú y Chimaltenango, que datan del 1000 A.C. al 500 D.C. Aún no está claro cuál era la función de los hongos en la práctica ritual, pero se sugiere que el conocimiento de los mayas sobre los hongos era útil en sus rituales debido a que eran considerados como transporte al inframundo y para facilitar la comunicación con sus deidades (Díaz, 2000). Debe resaltarse también su uso en la alimentación, lo que se ve reflejado en la actualidad por la actividad de recolección estacional efectuada en los bosques de distintas regiones del país (Bran *et al.*, 2000). Estos autores determinaron que en algunos pueblos mayas distribuidos por todo el país se recolecta gran variedad de hongos para consumo alimenticio, de los que se han identificado alrededor de 66 especies, destacan los géneros: *Pleurotus, Lentinus, Agrocybe, Lepsita, Silius, Laccaria, Lactarius, Agaricus, Auricularia, Belotus, Chalciphorus, Polyborus y Schizophilum*.

Otro de los productos importantes en la vida económica y cultural maya fue la miel, que era utilizada tanto en la alimentación como en la salud. Se obtenía a través de la recolección y extracción de mieles de panales de abejas silvestres presentes en los bosques, así como del tratamiento de las abejas en cautiverio. Existen evidencias escritas acerca del uso y el manejo de las abejas por los mayas en el códice Trocortesiano, el cual describe un manual práctico y religioso para el manejo de las abejas. En la actualidad se han logrado identificar algunas de las especies de abejas utilizadas en esos tiempos, mismas que aún son explotadas; dentro de ellas están *Melipona beechei, M. fascista, M. solani* y *M. yucatanica*. Así como algunas especies del género *Trigona*, comúnmente conocidas como doncellitas (Vit, Medina y Enríquez, 2004).

Por otro lado, es necesario señalar que no eran las únicas especies de la fauna que ellos conocían y aprovechaban; los jeroglíficos y la iconografía arqueológica refieren el uso de pieles y plumas como ornamento de personajes importantes y como medio de intercambio en el período Posclásico.

Diferentes estudios etnobiológicos demuestran la existencia de un amplio espectro de formas de uso de especies que fueron practicadas por las culturas mesoamericanas. Entre las formas de manejo del bosque, según Caballeros y Cortés (2001), se incluyen técnicas de manipulación de poblaciones y comunidades de plantas silvestres y arvenses. Entre éstas se mencionan las siguientes:

a. **Recolección:** su objetivo es obtener las especies útiles del bosque sin ninguna práctica que modifique su presencia, aunque se ha establecido que existen algunas actividades como la selección de fenotipos y la rotación de áreas de recolección cuando ésta es intensiva. Un ejemplo claro es la recolección de hongos del bosque.

b. **Tolerancia:** entendida como la práctica destinada a mantener las plantas útiles preexistenes en las áreas o ambientes ya transformados para su utilización. Los sistemas denominados como selvas artificiales tienen su origen en esta técnica. Se sugiere que la riqueza actual de especies de árboles útiles en las selvas cercanas a los sitios arqueológicos de los períodos Preclásico y Clásico, en las tierras bajas de la región maya, constituye el efecto de prácticas de tolerancia o fomento de estas especies en su hábitat natural por parte de los antiguos mayas. Se piensa que la promoción, tolerancia y cosecha de árboles útiles en las selvas constituía en realidad una estrategia silvícola que, junto con la agricultura, era la base de la subsistencia de los antiguos mayas (Turner y Miksicek, 1984). En estos sistemas actualmente se encuentran especies como bledo (*Amaranthus hybridus*), apazote (*Chenopodium sp.*), chipilín (*Crotalaria sp.*), tomatillo *(Lycopersicon esculentum var ceraciforme)*, miltomate (*Physalis philadelphica*), macuy (*Solanum nigricans*), entre otras, así como una serie de especies arbóreas como el chicozapote (*Manilkara zapota*), zapotes (*Pouteria sapota y P. viridis*), anonas (*Annona sp.*), guano (*Sabal sp.*), matasanos (*Casimiroa edulis*), coyol (*Acrocomia mexicana*), ramón (*Brosimun alicastrum*) y nance (*Byrsonima crassifolia*) (Castañeda *et al.*, 1995).

c. **El fomento o la inducción:** estrategias dirigidas a aumentar la densidad de población de especies útiles en una comunidad vegetal. Pueden llevarse a cabo mediante quemas y talas de la vegetación que compite con las especies útiles, o por la siembra deliberada de semillas y de propagación de estructuras vegetativas dentro de las mismas áreas ocupadas por las poblaciones silvestres o arvenses.

d. **Protección:** ejemplos pueden encontrarse en el manejo silvícola maya de especies como el *Brosimum alicastrum* y *Talisia oliviformis* en Petén (Turner y Miksicek, 1994).

Sin embargo, el uso de la biodiversidad por las sociedades precolombinas, mediante el desarrollo de la agricultura, fue sin lugar a dudas el elemento que permitió el paso de grupos nómadas colectores-pescadores-cazadores a sedentarios-agricultores. Ésta se desarrolló en grandes extensiones, precisamente a partir del conocimiento de algunas especies del entorno que conformó la base de su vida, tanto espiritual como económica. La especie más importante en este desarrollo fue el maíz (*Zea mays*), considerado como el principal elemento sobre el cual se sustenta la cultura maya a través de sus diferentes períodos hasta nuestros días. Además, fue la base alimenticia de la población, sobre la cual basaron sus relaciones comerciales y económicas.

Las primeras evidencias de domesticación y cultivo del maíz por los grupos nómadas precursores de los mayas datan del 3400 A.C. Sin embargo, las primeras actividades de deforestación para la instalación de grandes plantaciones de maíz (agricultura) de que se tienen noticia datan de más de 1000 años después, es decir, en el año 2000 A.C. encontradas en las tierras bajas de los mayas (Colunga y Zizumbo, 2004).

El origen biológico del maíz, su domesticación y desarrollo como cultivo, coinciden con las áreas geográficas en las que las culturas mesoamericanas se desarrollaron. En ese

sentido existen varias teorías sobre el origen biológico de la especie y todas apuntan a señalar la participación importante del teocinte, *Zea luxurians*, ya sea mediante hibridaciones, introgresión a especies silvestres de maíz o mutaciones que dieron origen a la especie en la forma que hoy se cultiva (Paliwal, s.f.).

En ese contexto, es necesario indicar que en Guatemala se encuentran poblaciones importantes de teocinte distribuidas en los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula; y que además existe una subespecie cercanamente emparentada con el maíz cultivado, conocida como *Zea mays* subsp. *huehuetenanguensis*, presente únicamente en la región de Jacaltenango y Santa Ana Huista del departamento de Huehuetenango.

Sin lugar a dudas, estos elementos de la biodiversidad han jugado un papel importante en la formación del maíz cultivado (FAO, IPGRI, 2001).

En Guatemala se ha identificado una gran diversidad de formas de maíz, entre razas primitivas e introducidas de Suramérica en épocas prehispánicas (Wellhausen et al., 1957). Se reportan 13 razas y nueve subrazas, así como una gran variabilidad de cultivares[13] nativos tradicionales dentro de cada una de las razas. Tales evidencias apuntan a conferir una participación importante en la domesticación del maíz a los grupos mesoamericanos precursores de los mayas.

No hay que desestimar la importancia del descubrimiento de la "nixtamalizacion"[14] alrededor del 2000 A.C., que fue, según Coe y Coe (1996), lo que convirtió al maíz en la base de la vida de las culturas mesoamericanas, pilar de su religión y fuente de aproximadamente el 80% de su nutrición. Este proceso de preparación de la masa para la fabricación de las tortillas se compone de varias etapas. Primero se mezcla el maíz con cal viva o cenizas de madera para su cocimiento. Luego se ponen a enfriar los granos para realizar su lavado manual y se elimina el pericarpio, lo cual facilita moler los granos y obtener una masa blanda. Es necesario indicar que este proceso no sólo incidió en la facilitación del uso del maíz en la alimentación, sino que también mejoró significativamente el contenido nutricional del maíz, cuyos efectos en el desarrollo de las civilizaciones mayas fue determinante.

El aporte de estas culturas al desarrollo de la agricultura fue extenso ya que fueron domesticándose nuevas especies y desarrollándose otras formas de tener acceso a los productos de la naturaleza, en particular en algunas regiones de Mesoamérica. Colunga y Zizumbo (2004) reportan una lista de especies encontradas en el desarrollo de la agricultura de los mayas de las tierras bajas (Petén, Yucatán y Belice) y precisan el origen de las mismas, llamando la atención sobre el hecho de que muchas de las especies que se utilizaron se originaron en otras culturas y fueron adaptadas al cultivo en esas zonas.

Sin embargo, el maíz se convirtió en el eje del sistema de producción agrícola conocido en Mesoamérica como milpa, el cual fue complementado por otras especies como cucúrbita y frijol. *Cucurbita pepo y Phaseolus vulgaris* en los asentamientos de las zonas altas, y *Cucurbita moschata y Phaseolus lunatus*, en los asentamientos de las zonas bajas (Colunga y Zizumbo, 2004).

Las evidencias de la domesticación del frijol, y su incorporación al sistema de producción del maíz, se encuentran fechadas alrededor de 1,000 años después del desarrollo del cultivo del maíz (Turner y Micksicek, 1984). Sin embargo, la participación de las culturas mesoamericanas en la domesticación del frijol se asume debido a las evidencias biológicas del mismo, que parten de la existencia de poblaciones importantes de la especie en condición silvestre en el país, particularmente

en las regiones de la cuenca del río Motagua, Sierra de las Minas, la cadena volcánica sobre la vertiente del Pacífico y la zona poqomam y ch'orti' en el oriente (Azurdia, 2005). Además, debe considerarse que el género *Phaseolus* (al cual pertenece el frijol común) es abundante en Mesoamérica, ya que es posible encontrar alrededor de 50 especies.

Existen cinco especies del género *Phaseolus* cultivadas, frijol común (*P. vulgaris*), piloy o chamborote (*P. coccineus*), piloy o nun (*P. dumosus*), frijol lima (*P. lunatus*) y frijol tepari (*P. acutifolius*). En Guatemala se encuentran distribuidas poblaciones silvestres de todas las especies indicadas, lo cual es indicativo de que los mayas participaron en su domesticación.

Los mayas de los períodos prehispánicos, tanto de las tierras bajas como de las tierras altas, incorporaron a su desarrollo la producción de especies introducidas de otras culturas fuera de Mesoamérica, tales como la piña (*Ananas comosus*), marañón (*Anacardium occidentale*), guanaba (*Annona muricata*), caimito (*Chrysophylum cainito*), granadilla (*Passiflora edulis*), manía (*Arachis hypogaea*), achiote (*Bixa orellana*), chile habanero (*Capsicum chinense*) (Colunga y Zizumbo, 2004).

4.3.2. Del maya Posclásico al período republicano

Las mayores evidencias de la relación de los pueblos indígenas con la biodiversidad en el Posclásico maya se encuentran en los registros dejados por los cronistas que acompañaron a los conquistadores, así como en los escritos posteriores de los evangelizadores después de la Conquista.

Para el período Posclásico, y particularmente del Posclásico tardío, uno de los grandes referentes es el *Popol Vuh* (*Pop Wuj*)[15], que describe la relación mágico-religiosa y un vasto grupo de elementos o componentes de la biodiversidad. Las especies comúnmente citadas son:

- Maíz: fundamental en la cultura maya, formador del hombre y de la vida.
- Yuca: se considera que la yuca es un cultivo que se practicó en el área maya, inclusive antes que el maíz. También existían cultivos de camote y jícama, especies que constituían parte de la dieta alimenticia de los mayas.
- El tabaco aparece en la mitología maya.
- El frijol: cultivo que tiene como centro de origen y domesticación la parte occidental de Guatemala. Se menciona en el *Popol Vuh* como alimento.
- El hule (*Castilla elastica*): se cree que fue conocido primero por los olmecas. El descubrimiento del hule, sus propiedades y el procedimiento para hacer coagular el látex para elaborar objetos de goma se debe a los mayas, quienes aplicaron este conocimiento en la fabricación de la pelota del juego sagrado.
- Jícara y morro: eran y siguen siendo utilizados para la elaboración de utensilios, para confeccionar una sonaja ritual, y en los mitos representa la cabeza de Hun Hunahpú. Representa al árbol de la vida o cruz foliada de los Mayas Eternos.
- Ayote, calabaza, chilacayote: el fruto de estas especies representa la cabeza de Ixbalanqué en el *Popol Vuh*.
- Chile: descrito en el *Popol Vuh* no sólo como fruto comestible. También se explica en este libro una receta para elaborar una salsa de chile, (*cutum-ik* en k'iche' y *chilmol* en náhuatl) que hasta la fecha

es consumido. En los *Anales de los Kakchikeles* se le identifica como elemento sagrado u obsequio a personalidades en ocasiones especiales (casamientos).

- Cacao: era utilizado como bebida de los dioses y servía para nombrar la deidad conocida como Ix cacau.

- Algodón: es una especie domesticada por los mayas, que se utilizaba para la fabricación de prendas de vestir.

- Copal: era y sigue siendo utilizado en ceremonias religiosas. El *Popol Vuh* lo menciona como una resina olorosa y de efectos profilácticos con seres malignos.

- Tzité: árbol de pito *Erytrina corallodendron*.

De la misma manera, se hace mención de muchas especies de la fauna, por ejemplo:

- Chumpes, pavos o gallos de la tierra (*Meleagris gallipavo*), mencionados en el *Popol Vuh* en relación con la muerte de los hombres de madera. Las piedras de moler, comales, platos, ollas, tinajas, reclaman a dichos hombres el maltrato al que fueron sujetos. Se menciona también a los perros (supuestamente extintos). Si se observa, todos los elementos descritos son instrumentos domésticos útiles en la vivienda. Vistos en ese contexto, puede asumirse que tanto el perro como el pavo se encontraban también en una condición doméstica.

- Abejas: las especies más importantes para actividades extractivas fueron del género *Melipona*. En el *Popol Vuh* se menciona la utilización de la miel como un elemento esencial en la creación del ser humano.

- Jaguar: Balam

- Puma

- Monos
  - Qoy: Mono pequeño de las Verapaces

- Pájaros
  - Guacamayos

- Serpientes

La información referente a las épocas finales del período Posclásico se encuentra en uno de los hallazgos paleontológicos más importantes y recientes en Mesoamérica, que se realizó en el sitio Joyas de Cerén en el valle de Zapotitán, El Salvador (Lenz *et al.*, 1996). En este sitio las áreas habitacionales y de cultivo se conservaron intactas ya que fueron sepultadas por arenas incandescentes procedentes de una erupción volcánica. De esta manera se encontraron vestigios de semillas de especies cultivadas como maíz, frijol y chiles, cucúrbitas, cacao, algodón, nance, yuca, capulín (*Muntigia calabura*), cedro (*Cedrela odorata*), pino (*Pinus oocarpa*), amate (*Ficus sp.*), *Aspidosperma sp. y Casearia sp.*, además de la especie *Trachypogon plumosus* utilizada para la elaboración de techos de casas, tal como sucede en la región maya de Chiapas.

Los mismos autores manifiestan que, para esos efectos, en otras áreas mayas se utilizaron especies como *Adropogon sp., Festuca amplissima, Mulhlenbergia spp., Arthrosttylidioum pittieri, Heteropogon contortus, Paspalum stellatum, Sorghastrum brunneaum, Trachypogon plumosus y Trisetum irazuense*.

Recientes descubrimientos reportan hallazgos del cultivo de yuca (*Manihot esculenta*) en ese sitio, los cuales están fechados aproximadamente en el año 600. El descubrimiento es importante porque es el primer reporte de dicha especie como cultivo en los campos en arreglos de hileras (BBC Mundo, 2007).

La Conquista fue uno de los fenómenos sociales que introdujo la mayor parte de cambios significativos en la relación de los pobladores originales de estas tierras con su biodiversidad, mismos que en la mayoría de casos fueron abruptos y motivaron que otros grupos se desarrollaran de manera paulatina, producto de la adaptación a un nuevo modo de vida y sistema político.

Los conquistadores impusieron a los pobladores de estas tierras la entrega de tributos en los que se manifiestan algunos elementos que los pueblos indígenas obtenían de la naturaleza por medio de la extracción o manejo de especies a través de su cultivo. Una evidencia es el contenido de la carta de los caciques de Santiago Atitlán al rey de España en febrero de 1561, en la cual indicaban que les hacían dar esclavos, mantas, cacao, miel, gallinas, sal, chiles, cobre y pita. De esta carta puede generarse información sobre los productos naturales que interesaron a los conquistadores para su manutención. Era usual entonces la elaboración de mantas a partir del manejo y cultivo del algodón, conocido en kaqchiquel como *ixcacó;* el cacao que aportó y sigue aportando riqueza por su manejo y producción; la miel, producto obtenido del manejo de la abeja sin aguijón (*Meliponae spp.*) y otras abejas silvestres que aún hoy se manejan y se extraen del bosque (Castañeda, 1991).

Las primeras especies utilizadas en monocultivo fueron el cacao, el añil y la cochinilla. El cultivo de la cochinilla se estableció principalmente en México, en donde el clima era más propicio para su desarrollo, pero aun así existieron grandes extensiones de este cultivo en Guatemala, principalmente en Baja Verapaz, San Juan Sacatepéquez, Amatitlán, Villa Nueva y Petapa. El cultivo del añil fue el de mayor expansión en Guatemala. Para esas épocas se empleaba a los indígenas como mano de obra en este cultivo y, si no participaban, se les exigía el pago de tributos con este producto en lugar de otros. Sin embargo, el cultivo mejor organizado fue el del cacao (Gligo, 2001).

Referentes históricos importantes para el estudio de los elementos de la biodiversidad en Guatemala, en la época posterior a la Conquista, son las obras denominadas *Recordación Florida*, escrita por Antonio de Fuentes y Guzmán, y la *Historia Natural del Reino de Guatemala*, de Fray Francisco Ximénez. Estos documentos pueden además considerarse como una descripción bastante cercana a la realidad de la relación hombre-naturaleza de los pueblos que habitaron el territorio a finales del Posclásico, antes de la Conquista. No obstante, debe considerarse que las descripciones de estos personajes están influidas por la visión occidental o del conquistador sobre la utilidad de los elementos de la naturaleza (Ximénez, 1722).

Fray Francisco Ximénez, en *Historia Natural del Reino de Guatemala*, describe una serie de especies y agrupa a la fauna en animales grandes, culebras, aves, abejas, hormigas, peces y sabandijas chicas, y a la flora en árboles y flores.

En el primero de los grupos indicados sobresale el perro maya[16], el cual consideró casi extinto en esa época. Reseña que era un animal doméstico que convivía con los habitantes de estas tierras, pero que en ocasiones era sacrificado para el consumo. También lo describe como lampiño y que no emitía ladrido. Esto último concuerda con lo escrito en *Popol Vuh* cuando se menciona que *los perros dejaron de ladrar* en el pasaje de la creación. De los otros grupos mencionados por Ximénez, se presta especial atención al gallo de la tierra (chumpe, chompipe).

En el grupo de las hormigas, Ximénez relata la relación de los pobladores con los zompopos de mayo (*Atta leavigata*), el conocimiento de sus características, el manejo de los hor-

migueros para su aprovechamiento, la forma de consumo de los mismos y la venta de los excedentes (Figura 5b).

En el capítulo dedicado a las abejas señala el vínculo de los pobladores con las abejas, en particular con las abejas sin aguijón (figura 5a). De estas últimas señala la existencia de varias especies y la forma como se manejaban; hace énfasis en que ello era posible gracias al profundo conocimiento que tenían los pobladores de estas tierras acerca de las características de estas especies. Al respecto, Ximénez manifiesta: *porque en el pueblo de Rabinal donde hay todos los géneros de abejas… que con mucha propiedad se puede decir que aquesta es la tierra en que corre la miel y la leche en arroyos*.

En el capítulo dedicado al grupo de los peces se describe particularmente el arte que se utiliza para la pesca, así como la forma de consumirlos. En algunos casos indica su origen; por ejemplo, tepemechin[17], mero, truchas, mojarras de Amatitlán, camarón de la costa sur, pepesca, etcétera.

En el capítulo de las sabandijas chicas se describe en su mayor parte insectos, sobresalen la grana o cochinilla (Figura 5c) y el gusano de seda, describe allí el manejo que se realizaba de ellos, el primero para la extracción de tintes y el segundo para la obtención de tejidos. Se indica que el gusano de seda presente en estas tierras no es el mismo que existía en Europa en esa misma época.

En relación con las especies vegetales, enumera algunas diferentes de las ya citadas; sin embargo, lo importante de esta referencia es la descripción de las variaciones que existen de cada una de las especies y la adaptabilidad de las mismas. Por ejemplo, cuando describe los frijoles dice: *Otros hay prietos y blancos y pintados, también de tierra caliente que se enredan en las milpas*. De los chiles indica que en Guatemala se pueden observar mas de 30: *las hay en tantas diferencias que se pueden contar mas de treinta*. Uno de los aspectos más importantes es que indica los nombres con los que aún se conocen algunas de esas variaciones, menciona al chiltepe, chile guaque, chile chamborote, chile chocolate y tepemechile.



(a)



(b)



(c)

Figura 5. a). Abeja sin aguijón (*Meliponae sp.*). b) Zompopos de mayo (*Atta laevigata*), c) Cochinilla (*Caccus cacti*). Crédito: a) AGROCYT, b) Leiva, M., c) Martínez, E.

Otros documentos de la época, revisados por Picó y Nuez (2000 y 2000a), reseñan una serie de especies identificadas como menores para el aprovechamiento del follaje, pertenecientes a diferentes géneros, que fueron utilizadas por las culturas prehispánicas en Mesoamérica, como el caso de *Mesembryantheamum blandun, Jaegeria bellidiflora, Bidens pilosa, B. aurea, Sonchus oleraceus, Tagetes spp., Cirsium mexicanum, Eupatorium deltoideum*. Se identifican también algunas especies, pertenecientes a diferentes géneros que fueron utilizadas como condimento y medicina por tales culturas, como *Porophyllum, Cuphea, Piper, Rhodosciadium, Tropaeolum, Lepidium, Hidrocotyle, Salvia,* las cuales eran recolectadas en su forma silvestre y algunas veces cultivadas.

Para el siglo XVI los pueblos indígenas, como indica Las Casas, citado por Miles (1983) en *Los poqomames del siglo XVI*, en particular los kaqchikeles, aún poseían sus tierras comunales con algún señorío. Éstas eran cultivadas para su aprovechamiento, convirtiéndose en una fuente de elementos para el consumo. Las fracciones que no eran cultivadas eran destinadas a la caza, la pesca y en última instancia a la expansión agrícola. Una familia trabajaba cierta extensión para su propio consumo; de su cosecha debía pagar tributos al señor de los pueblos. Los tributos generalmente consistían en plumas, cacao o mantas.

Algunas referencias interesantes del período colonial se encuentran en las descripciones contenidas en las *Relaciones Geográficas del Reino de Guatemala del siglo XVI*; en éstas se describe el medio natural de las regiones político-administrativas en las que se dividía el país. Tales descripciones tuvieron como fin establecer medidas para aumentar y mejorar el aprovechamiento de estas regiones. Ellas aportan elementos para conocer las relaciones que los pobladores de un lugar desarrollaban con la naturaleza, así como cuáles de los recursos existentes en esas fechas eran propicios para su aprovechamiento (Acuña, 1980). Por ejemplo, de la *Relación de Zapotitlán* se extrae el siguiente párrafo: *Hay en ella (Laguna de Atitlán) un género de pececitos pequeños, a manera de bermejuelas de castilla en tanta cantidad, que solo en el pueblo de Atitlán hay tantos pescadores, sin contar los de otros pueblos, que todos sustentan de venderlo*. Se evidencia aquí la relación que existía entre los pueblos de esa región y el consumo de pescado, así como la dependencia de su venta en los poblados cercanos. Además, este documento reseña la existencia de especies de frutas introducidas por los españoles, como manzanas, higos, uvas, melones; también menciona la existencia de ingenios de azúcar en la parte costera del Pacífico. En la descripción de Santiago Atitlán se hace referencia al *picietle* (náhuatl), hoy conocido como tabaco, al cual le daban uso medicinal (Acuña, 1980).

Otra descripción interesante es la de las áreas de habitación de los pobladores de las Verapaces: *Tienen entre las casas muchos frutales de la tierra*[18] (nativos) *y siembran en ellas milpas pequeñas, de maíz y frijol, lo cual no tengo por muy sano, por estar las casas cercadas y cerradas al sol y al aire que las oree. Y sé que esto está tan encajado en entre ellos que no se les podrá persuadir de lo contrario*.

Tal descripción corresponde a los huertos familiares o caseros, que perviven hasta hoy en esas y otras regiones como uno de los pocos refugios para la conservación de especies nativas. El comentario en el párrafo citado denota la intención de los conquistadores por introducir cambios en las costumbres en el manejo de la biodiversidad, sin tomar en cuenta los lazos ancestrales y la interacción de los pobladores con los elementos mas importantes de su medio natural, el conocimiento que tenían acerca de ellos y las variadas estrategias en el manejo de los compo-

nentes de la biodiversidad, tal como la que se menciona.

A la fecha, tales sistemas se encuentran presentes en esa misma región, se observa una gran diversidad (intraespecífica e interespecífica) tanto de flora como de fauna, de las especies nativas y de las introducidas por los europeos, y cuya función en el ámbito del sostenimiento familiar es determinante (López, 2001).

Durante el siglo XVII, el cultivo para el autoconsumo fue una actividad generalizada entre los pueblos indígenas y base del aumento poblacional, la producción del maíz y el frijol fue la más importante. Pero el autoconsumo chocó contra la expansión de los cultivos de exportación, promovidos generalmente por los colonizadores latifundistas que se concentraban en la producción del índigo *(Indigofera sp.)*.

En los terrenos comunales, los indígenas efectuaban sus propias prácticas, cultivaban productos agrícolas con fines de sustento, para realizar trueques, para la venta en el mercado regional y para el pago de los tributos. Sin embargo, los pueblos tuvieron que cambiar algunas costumbres que tenían; por ejemplo, las épocas de siembra, ya que su fuerza de trabajo era requerida en las grandes plantaciones. También existían astilleros[19], estos eran porciones de bosque cercanas a su lugar de habitación, donde podían obtener leña y material para la construcción de sus hogares (Castañeda, 1991).

Otro de los cambios en el escenario del manejo de los recursos naturales fue la introducción de numerosas especies, las cuales modificaron el sistema de relación de los pobladores con la naturaleza. Esto provocó la reducción de las especies nativas utilizadas y la modificación del paisaje para la adaptación de tales especies a las explotaciones extensivas que se sucedieron en esa época.

Las más importantes especies vegetales introducidas fueron los frutales deciduos como manzanas *(Malus malus)*, peras *(Pyrus comunis)*, ciruelos, duraznos *(Prunus sp.)*, además de algunos cítricos como limón *(Citrus limon)* y naranja *(C. aurantium)*, junto con algunas hortalizas. Además, el banano *(Musa sapientum)* y el plátano *(Musa paradisiaca)* que acompañó a los esclavos provenientes del África. Entre los cereales, se introdujo el trigo *(Triticum aestivum)* y el arroz *(Oriza sativa)*. Sin embargo, hubo otras introducciones, como la de la caña de azúcar *(Saccharum officinarum)*, en la que fueron utilizadas grandes extensiones de tierra para la producción de panela.

De esta manera surgieron algunas sinergias en el uso y manejo de las especies y en la elaboración de los productos tradicionales de ambas culturas, derivadas del conocimiento de las propiedades de unas y otras. Por ejemplo, la utilización de la corteza del matilisguate *(Tabebuia sp.)* en la emulsión de las mieles para la fabricación de la panela de caña de azúcar; la incorporación de la harina de arroz y la canela en la fabricación del chocolate extraído del cacao; la transformación culinaria al incorporar elementos introducidos a la cocina local y viceversa.

Otro de los indicadores de la modificación de las costumbres fue la introducción de animales de cría, como las gallinas *(Gallus gallus)* y patos *(Anas platyrhynchos)*, y rumiantes menores como cabras *(Capra hincas)* y ovejas *(Ovis aries)* acompañadas por los cerdos *(Sus comosus)*; así como el ganado bovino *(Bos taurus)*. Los caballos *(Equus caballus)* y burros *(E. henionus)* fueron utilizados desde los inicios de la Conquista como medio de transporte de los conquistadores y de mercancías.

En las primeras décadas de la época independiente, las características del modelo agroexportador de la economía no variaron

mucho en relación con las del modelo de finales de la Colonia, ya que fundamentalmente se dependía de tierras para el autoconsumo: grandes extensiones cultivadas de maíz, frijol y trigo principalmente, así como de añil, cochinilla, cacao y caña de azúcar (Morelet, 1857).

Debido a las súbitas disminuciones en la demanda de los productos tradicionales de exportación del país, la Reforma Liberal de 1871, a través de una de sus políticas económicas, estimuló y propició el cultivo del café *(Coffea arabiga, C. canephora y C. maragogipe)*, cultivo que durante sus primeros 50 años definió un paisaje distinto en el territorio nacional. En muchas de las áreas ocupadas por este cultivo no se practicó una tala de árboles grandes, esto se debió primordialmente a que el cafeto requería de este tipo de la sombra de estos árboles. Sin embargo, sí se eliminaron especies del sotobosque (arbustos y hierbas), útiles para la convivencia de algunas especies de la fauna, así como para el uso antropogénico. El fenómeno político-económico también se basó en la expropiación de tierras comunales para dedicarlas al cultivo del café, esto provocó la desvinculación de gran parte de la población de su relación armónica con el entorno natural. De la misma forma, se le desvinculó de la práctica cotidiana con los elementos de su entorno que le eran familiares, además fueron forzados a realizar trabajos fuera de sus áreas de origen.

En ese mismo período se iniciaron los preparativos para desarrollar la producción extensiva del banano, que para 1930 ocupaba la región de Tiquisate y las tierras bajas del río Motagua. Posteriormente, el algodón y la expansión de su producción en las tierras bajas del Pacífico, desarrollada a partir de 1944, así como la expansión de la explotación de ganado bovino para producción de carne. Éste fue el avance más significativo de la frontera agrícola, así como la modificación más evidente de las formas de vida de los pueblos indígenas.

La revolución verde y la diversificación agrícola fueron las estrategias para desarrollar la agricultura minifundista practicada por una gran parte de la población. Inicialmente fueron despojados de sus tierras de cultivo, de sus áreas para la caza y pesca, y fueron convertidos en campesinos sin tierra, dependientes de un salario ocasional para su subsistencia en las grandes explotaciones.

Esto no solo propició la introducción de técnicas modernas de producción que requerían de la utilización de materiales genéticos de mayores rendimientos, y que también involucraban la incorporación de otros elementos en su producción, para adecuarlas a las nuevas demandas comerciales (maquinaria, fertilizantes y pesticidas). La introducción de nuevas especies y nuevos materiales genéticos implicó también el abandono de muchas de las especies que ancestralmente se venían cultivando, especialmente de aquellas consideradas nativas.

La introducción de nuevas especies (productos no tradicionales) generó el desplazamiento de las especies anteriores, pero que carecían de interés comercial para el nuevo modelo agroexportador de desarrollo agrícola (cultivos no tradicionales), con el agravante de que tales especies no existían en la dieta natural ni en las costumbres alimenticias del campesino guatemalteco.

El desuso de las técnicas tradicionales de cultivo, principalmente el policultivo, propició el abandono de algunas especies que conviven con las especies cultivadas y que, en ocasiones, aparecen en forma natural en los sitios de siembra. Todos estos factores produjeron un deterioro en el sistema natural alimenticio del campesino, debido a la pérdida del conocimiento sobre la existencia y uso de tales especies.

5. CORRESPONDENCIA ENTRE LA DISTRIBUCIÓN DE LA DIVERSIDAD CULTURAL Y LA DISTRIBUCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EXISTENTE

Las zonas tropicales de México, Centroamérica, el Caribe y el Amazonas contienen más de la mitad de la diversidad mundial, concentrada en sólo el 12% del total de la superficie terrestre. Específicamente en Centroamérica, se estima que se cuenta con el 17% de la biodiversidad total. Por esta razón, Guatemala ha sido considerado como un país megadiverso (CONAP, 2006). Sin embargo, dentro del territorio existen zonas más ricas en biodiversidad comparadas con otras; por ejemplo, Crytical Ecosystem Partnership Fund (2004) indica que en Guatemala existen las siguientes regiones de alta diversidad (Figura 6) consideradas como claves para su conservación: Reserva de la Biósfera de la Sierra de las Minas, Sierra de los Cuchumatanes, Sierra del Lacandón, Parque Nacional Laguna del Tigre, El Gran Petén y Montañas Mayas. Asimismo, Schuster, Cano y Cardona (2000) mencionan las áreas de mayor diversidad en cuanto a presencia de pasálidos (insectos coleópteros), ubicadas precisamente en los Cuchumatanes, la Sierra de las Minas y en la cadena volcánica. Dichos autores indican que los pasálidos son indicadores de diversidad biológica. Un ejemplo más detallado con respecto a la riqueza en biodiversidad es presentado por el proyecto MIRNA (MAGA, CONAP, MARN, INAB, 2001) en el altiplano de Guatemala, donde nuevamente se cita el área de los Cuchumatanes como altamente diversa en cuanto a flora y fauna.

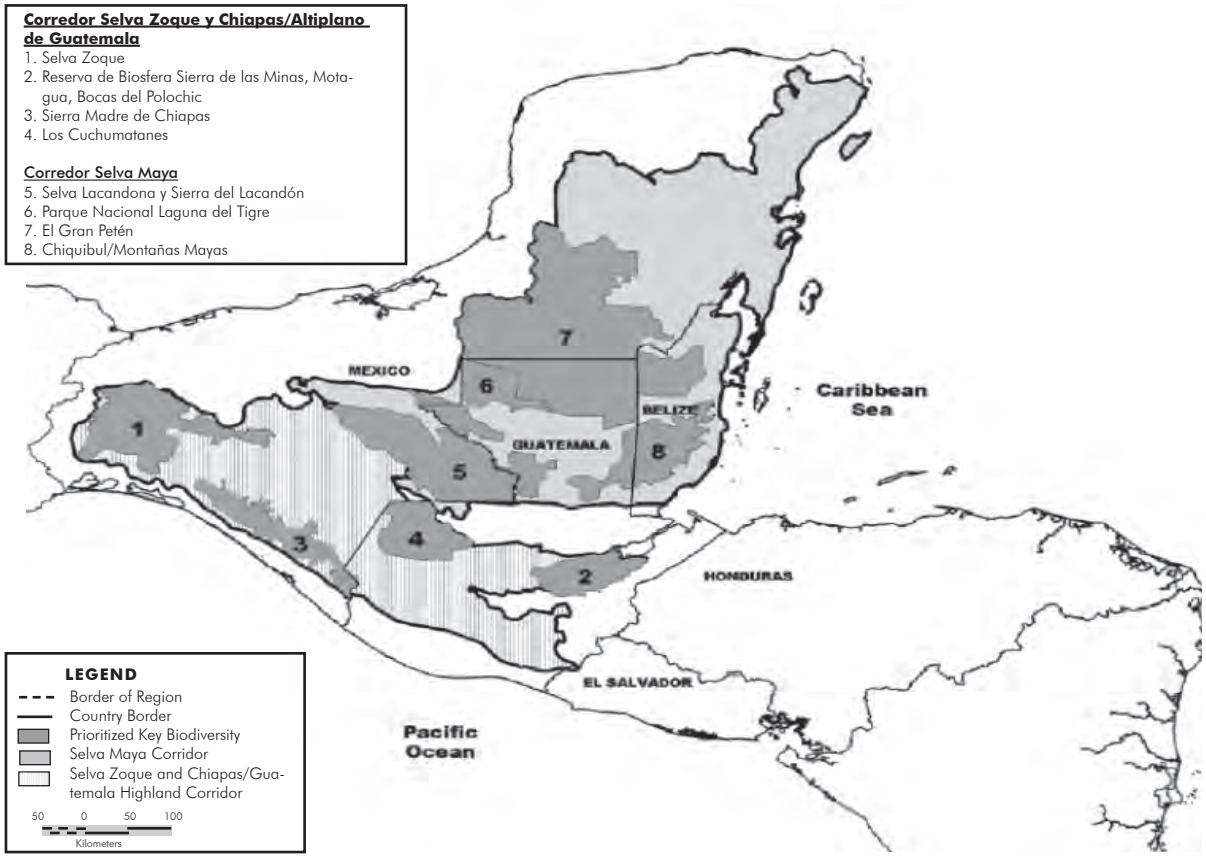


Figura 6. Áreas de biodiversidad clave en Mesoamérica. Fuente: Crytical Ecosystem Partnership Fund (2004)

Al comparar el mapa de distribución de lenguas nativas de Guatemala con las regiones de máxima diversidad mencionadas, puede observarse que en algunas de ellas hay coincidencia entre alta diversidad biológica y alta diversidad cultural. En este punto se plantean algunas reflexiones al respecto.

El aislamiento geográfico resultante de la gran variación orográfica del país ha generado un gran número de microclimas, en los cuales el proceso evolutivo de las especies ha producido diversidad genética. Como resultado, se ha originado un proceso de generación de variación genética desde el nivel de especiación hasta la creación de variación intraespecífica. En este sentido, no es sorprendente la alta diversidad biológica presente en las áreas montañosas del país.

En cuanto al aspecto cultural, el aislamiento geográfico puede dar como resultado el mantenimiento y especificidad de idiomas, así como la generación de nuevas expresiones culturales. Por lo tanto, es posible plantearse la hipótesis de que existe alta correspondencia o relación entre las actuales zonas altamente ricas en biodiversidad y las zonas con alta diversidad cultural. Sin embargo, hay que considerar que la diversidad biológica como tal requirió de un proceso de evolución de largo plazo (millones de años), mientras que la evolución del hombre como especie, y como ente con desarrollo cultural, es un proceso comparativamente más corto. En tal sentido, la diversidad biológica es independiente a la evolución de la diversidad cultural. Además, para el caso de Guatemala, la distribución actual de la diversidad cultural no es exactamente la que existió en el pasado reciente, por lo cual, la riqueza en biodiversidad actual *(hot spots)*, no necesariamente responde a la interacción cultura-biodiversidad.

La actividad humana puede contribuir al deterioro de la diversidad biológica. Dicha temática se describe detalladamente en el Capítulo 11 del presente libro. Por otro lado, el ser humano ha encontrado en la naturaleza los satisfactores de sus necesidades primarias y secundarias, y ha manejado las especies de la biodiversidad para alcanzar sus propósitos. El origen de la agricultura es el punto a partir del cual se intensifica la relación hombre-planta, la cual se manifiesta en su más alta magnitud en los llamados centros de origen y diversidad de plantas cultivadas. Guatemala, como parte de Mesoamérica (uno de los centros de origen y diversidad de plantas cultivadas), es un laboratorio viviente para estudiar estos aspectos. En el Capítulo 9 del presente libro se aborda con profundidad esta temática.

A partir de lo anterior se plantean las siguientes ideas centrales:

- La riqueza cultural, acompañada de riqueza en biodiversidad, puede reflejar un uso antropogénico mayor y más diverso de las especies de la biodiversidad.

- El uso de tecnología agrícola tradicional (aspecto cultural y económico) se manifiesta en el uso sostenible de la biodiversidad. Por ejemplo, el caso de la variación del maíz en Huehuetenango (FAO e IPGRI, 2001) y de la variabilidad de *Capsicum* presente en los huertos familiares de Alta Verapaz (Guzmán *et al.*, 2005).

6. EL DERECHO INDÍGENA AMBIENTAL Y LA DIVERSIDAD CULTURAL EN EL MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

El carácter no formal del derecho indígena radicado en los usos y costumbres comunitarias en Guatemala, lo ubica dentro del ámbito del derecho consuetudinario basado fundamentalmente en la cosmovisión y conocimiento de los pueblos indígenas. En Guatemala, como ya se ha descrito, existe una gran variabilidad de pueblos indígenas que se distribuyen en el territorio, ello permite que

pueda existir una diversidad de manifestaciones de derecho que se basan en la propia cosmovisión y en la historia particular de cada pueblo o comunidad.

En ese sentido, esta sección pretende desarrollar algunos conceptos básicos para entender el tema, ubicar las normas existentes del derecho indígena ambiental en los ámbitos nacional e internacional y describir algunos elementos del derecho consuetudinario de los pueblos indígenas que inciden en el manejo de la biodiversidad del territorio que hoy ocupan.

En Guatemala existen varias experiencias sobre la aplicación de los elementos de las normas tradicionales aplicadas al manejo de la biodiversidad. En ese sentido, se presenta un caso que relaciona algunas de sus normas con actividad vinculada a la utilización y aprovechamiento de los elementos de la biodiversidad.

6.1. Derecho ambiental y derecho indígena

La necesidad del establecimiento de normas para la regulación de las actividades humanas y sus efectos sobre los elementos que conforman el ambiente, determinó la necesidad de establecer el derecho ambiental, entendido como el conjunto de reglas y principios formulados con el fin de preservar la naturaleza y los elementos constitutivos básicos o esenciales para mantener su equilibrio (Junceda, 2002).

El derecho indígena puede entenderse como el conjunto de normas que el Estado establece en relación con los derechos de los pueblos indígenas y el conjunto de normas internas de éstos, es decir, el reconocimiento de los sistemas normativos de los pueblos indígenas. En ese contexto, las bases para el reconocimiento de los derechos de los pueblos indígenas se encuentran, principalmente, en las leyes fundamentales del país, es decir la Constitución de la Republica y otras leyes que de ella se derivan, así como en los convenios internacionales que el Estado ha ratificado en esa materia.

El concepto de derecho consuetudinario indígena recibe la categoría jurídica en el Decreto 12-2002 que crea el nuevo Código Municipal. Por su parte, el concepto derecho de los pueblos indígenas fue adoptado por la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de San Carlos de Guatemala para designar y darle contenido a un curso de la carrera de Abogado y Notario.

Thille (2002) manifiesta que derecho indígena, derecho consuetudinario o derecho de los pueblos indígenas es el conjunto de principios, valores, normas, procedimientos, costumbres y prácticas tradicionales que regulan la vida, la organización, la autoridad, la administración y la resolución de los conflictos de las comunidades indígenas.

Este sistema normativo tradicional de los pueblos indígenas regula en general su vida comunitaria; sin embargo, tiene una especial relevancia en relación con la administración de las tierras ejidales o comunales.

Algunos aspectos en los que se aplica el derecho consuetudinario en relación con la tierra son los siguientes:

- El sentido colectivo de la propiedad.
- La memoria colectiva en relación con el origen histórico de las tierras.
- La conciencia de los derechos propios en relación con la tenencia de la tierra y los bosques comunales.
- El respeto a la autoridad y a las normas tradicionales en relación con el aprovechamiento del bosque comunal (extracción de

madera, leña, hojas, corteza, follaje, etcétera).

- La definición de linderos y mojones y el establecimiento físico de los mismos (utilización de árboles, cerros, barrancos, piedras, veredas, arroyos, ríos, lomas, curvaturas de la tierra, etcétera).

- Las formas de heredar los derechos familiares o individuales dentro de la comunidad.

- La designación de las autoridades y las sedes donde se ejerce el gobierno comunal.

- Las formas y procedimientos para resolver conflictos.

- Las formas de sancionar conductas determinadas como incorrectas en el contexto de la armonía y la integridad física y moral de los miembros de la comunidad.

- Las formas de orientar y restablecer la armonía familiar y comunitaria.

- La cosmovisión en torno a un creador del universo, el que da la vida, el que creó el sol y la tierra y el que da la lluvia para que los cultivos se desarrollen.

Este sistema de normas y valores tradicionales no encuentra asidero legal en la normativa agraria ni ambiental; sin embargo, ha demostrado ancestralmente su validez y su importancia para la sobrevivencia de las comunidades indígenas, necesarias para establecer políticas de desarrollo de las mismas y conservar así los recursos forestales y la biodiversidad.

De manera general el tema ha sido abordado por instancias del ámbito internacional y regional, entre éstas sobresalen la Organización de Naciones Unidas, por intermedio de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

6.2. Elementos filosóficos del derecho indígena ambiental en Guatemala

Pop (1996) señala que es necesario identificar las formas particulares para el razonamiento, elementos justi-filosóficos (jurídico-filosóficos) y socio-antropológicos que sustentan el derecho maya o derecho indígena. Este autor menciona las siguientes formas:

- Definición de conceptos fundamentales filosóficos, dentro de las prácticas jurídicas mayas.

- Interpretación de los elementos enmarcados en la cotidianidad del hombre que sustentan las prácticas jurídicas mayas.

- Aplicación de las formas particulares del razonamiento utilizado en las prácticas jurídicas mayas.

Dentro de los sujetos para la aplicación de las normas del derecho maya se deben considerar, según Pop (1996), las autoridades legítimas de las comunidades indígenas mayas. Para la identificación e interpretación de la filosofía maya deben tomarse en cuenta, como fuente esencial para la caracterización de elementos del derecho indígena, el *Popol Vuh* y todos los textos donde se encuentra el pensamiento filosófico de esta cultura. En su aplicación debe entenderse que:

- Para el análisis y estudio de esta temática, las definiciones de derecho maya y sistema jurídico maya serán entendidas de la misma manera.

- La práctica cotidiana de este derecho demuestra la existencia de todos sus elementos, los cuales permiten caracterizarlo y

reconocerlo como un sistema jurídico con estructura propia.

- Las prácticas jurídicas mayas constituyen un derecho y su aplicabilidad un completo sistema jurídico. El derecho, en el contexto de la filosofía maya, no puede verse de manera individual o aislada, el pensamiento y la visión indígena conllevan un proceso donde todos los pensamientos están íntimamente ligados. La filosofía es el elemento generador de todos los pensamientos en torno a la actividad del hombre, visto como tal y visto en su relación con los demás, en su vida social, especialmente en la relación del hombre con la naturaleza que le rodea y el universo del que éste es parte integral.

- Por ello, el análisis del derecho en el ámbito maya exige un análisis interdisciplinario donde convergen los procesos de la antropología como mera actividad del hombre, la psicología como producto de sus pensamientos y sensaciones, la sociología como la actividad del hombre ante sus iguales con quienes convive y determina un orden social para su coexistencia, etcétera.

- En la búsqueda del mantenimiento del orden social, las formas de razonamiento adoptan una metodología para la resolución de conflictos que se basa en elementos jurídicos, filosóficos y socio-antropológicos que sirven de base para la aplicación de las prácticas jurídicas mayas. Al respecto, es ilustrativo el siguiente fragmento *del Popol Vuh: Se hablaron, pensaron y meditaron; se juntaron y se pusieron de acuerdo en un pensamiento y palabras*. En este párrafo es identificable la conceptualización y el proceso de razonamiento como formas metodológicas de la resolución de conflictos en la búsqueda del orden social.

- En la práctica del derecho indígena maya, las conceptualizaciones son fundamentales para formar juicios, opiniones, opciones o puntos de vista acerca de determinadas situaciones, como producto del proceso propio del razonamiento que se apoya exclusivamente en el proceso anterior.

Díaz, consultado por Carlsen (1999), explica que para entender la definición de comunidad indígena es necesario que confluyan una serie de elementos que le den cohesión, como:

- Espacio territorial, demarcado y definido por la posesión.

- Historia común transmitida en forma oral de una generación a otra.

- Idioma común que identifique al conglomerado.

- Organización que define lo político, cultural, social, civil, económico y religioso. Sistema comunitario de procuración y administración de justicia.

Tax (1965) analiza algunos elementos de la organización de los pueblos indígenas, a los cuales da el nombre de sistemas de cargos que, según él, están conformados por un determinado número de responsabilidades comunitarias, las cuales son reconocidas y respetadas por los miembros del grupo. Los cargos se turnan entre los miembros adultos de la comunidad, generalmente hombres. Duran un año en sus funciones, aunque en algunos casos pueden ser hasta tres. Terminado el período de la investidura, la persona regresa a sus actividades normales y no tiene que responsabilizarse de una obligación semejante por un tiempo relativamente largo. Los cargos no son remunerados y pueden absorber entre la mitad y la totalidad de las horas laborales. Los cargos políticos incluyen desde alcaldes, regidores (administradores), encargados de educación y jueces, hasta los primeros escalones de policías y mensajeros (alguaciles, topiles, etcétera).

En la mayoría de las comunidades indígenas se reconoce una serie de autoridades o cargos, encontrándose en primer plano el alcalde municipal como una autoridad formal, le siguen el consejo de principales, los alcaldes auxiliares y, en algunos casos, los comités promejoramiento. También puede identificarse el alguacil, topil o mayor, puesto bajo el cual se ejerce el poder judicial, y que generalmente corresponde al alcalde auxiliar. El Aj Quijab o guía espiritual, investidura que ostenta un peso en el sistema político de autogobierno local y representa poder y prestigio en la comunidad, junto con los cargos políticos, ya que también se les asigna la responsabilidad del desarrollo y conservación de la identidad y cohesión comunitarias. Esta función se ejerce mediante la organización y desarrollo de las fiestas patronales (Tovar, 2001).

En la actualidad tal sistema de cargos no se aplica en muchas comunidades, porque en las últimas décadas han sufrido una serie de cambios debido a la ladinización, migraciones, reubicación y proyectos de colonización (dos pueblos indígenas en un mismo territorio).

Según Pop (1996), los elementos filosóficos del derecho maya, o elementos justi-filosóficos del derecho maya, encuentran la armonía, y el equilibrio en los elementos socio-antropológicos. En la estructura de valores sobresalen el respeto por la naturaleza, por los ancianos, por los niños, el trabajo, la solidaridad, la sinceridad y la obediencia. De la misma manera elabora una lista de antivalores como la soberbia, la envidia, la mentira, el crimen, la ingratitud, la ignorancia y el orgullo.

6.3. El manejo de la biodiversidad en la comunidad Las Lomas, Chiquimulilla, Santa Rosa (un análisis de caso)

Con el propósito de comprender los principios y valores culturales de las comunidades en el manejo de la biodiversidad, se incluye en este apartado un ejemplo que permite establecer los vínculos del estado de la conservación de algunos recursos en la comunidad Las Lomas, Chiquimulilla.

6.3.1. Algunos rasgos históricos

La comunidad Las Lomas se encuentra localizada en el municipio de Chiquimulilla, el de mayor extensión territorial y el más importante del departamento de Santa Rosa. Debido a que es el pueblo más comercial sirve de enlace entre la carretera Interamericana y la que conduce a la cabecera departamental de Cuilapa. Su territorio fue reconocido al promulgarse la Constitución Política de la República, el 11 de octubre de 1825. Al declararse los pueblos que integran el territorio del Estado, se dividieron en 11 distritos y varios circuitos. Chiquimulilla fue designada como cabecera de circuito en el Distrito Segundo, asignándosele las poblaciones de Chiquimulilla, Guazacapán, Taxisco, Xinakantán, Nancinta, Tecuaco, Tepeaco y Tacuilula. Estos dos últimos fueron trasladados a Taxisco por descenso poblacional.

Por medio del Decreto Gubernativo del 8 de mayo de 1852 se dispone que los distritos de Cuanijilapa (inexistente a la fecha), Santa Rosa y Chiquimulilla formaran un departamento con las poblaciones de su jurisdicción, y fue así como Chiquimulilla pasó a ser uno de los municipios que integran el departamento hasta la fecha.

En este municipio se encuentra la comunidad indígena xinca Las Lomas, que según escrituras inscritas en el Registro General de la Propiedad cuenta con una extensión de siete caballerías, ocho manzanas y siete mil dieciséis varas cuadradas, administrado por muchos años bajo un sistema de tierras comunales. La población asciende aproximadamente a 1,200 personas. Sus principales cultivos son maíz, frijol y café.

En el noreste de Chiquimulilla se puede identificar el área donde se encuentra la reserva de tierra xinca Las Lomas. En el proceso de la Reforma Liberal de 1871, la mayor parte de las tierras fueron convertidas en astilleros. Esta reserva fue reducida a 6.5 caballerías, en contraste con la extensión del territorio original que no tenía límites ni fronteras, solamente las que marcaban las relaciones socioculturales.

En la actualidad, además de los problemas que afrontó la comunidad como producto del despojo de sus tierras mediante la titulación supletoria, también persisten antiguas disputas con fincas y municipios colindantes. Estas situaciones se derivan de la falta de definición de los límites de la propiedad de los indígenas desde 1891; además, por las disputas en torno a la legua de resguardo que adjudicó la Corona para la explotación agrícola y la reserva para astilleros. En 1837 se decretó que esos ejidos serían utilizados para la creación de los municipios (Méndez, s.f.).

6.3.2. Administración de la tierra comunal

Las formas y los procedimientos de administración de la tierra comunal responden a relaciones sociales de carácter colectivo. Para posibilitar las relaciones de cooperación y contribución mutua entre condueños, la comunidad fundamenta estos procesos en los principios de la socioculturalidad xinca. Este es un proceso de franca recuperación de la cosmovisión o concepción del mundo de los principios, valores, normas, costumbres y tradiciones que se ha venido transmitiendo a través de la tradición oral, y que ha sido bastante lento, debido a la represión psicosocial, la exclusión, la marginación, el racismo, la explotación y la subordinación de la que han sido objeto.

La comunidad Las Lomas se ha convertido en un modelo de práctica del derecho específico de los pueblos indígenas, es decir, su derecho consuetudinario, particularmente en el tema de la tenencia de la tierra, que en este caso tiene carácter colectivo.

6.3.3. Procedimientos del manejo comunal de la biodiversidad

Para lograr relaciones sociales de cooperación y contribución mutua, la comunidad armoniza, en primera instancia, el equilibrio con la naturaleza y el respeto por la preservación de la tierra. Media en este sentido el principio de no abusar de lo que les brinda, de no esperar más que lo que ella misma les permite cultivar y producir. Existe además el respeto por la flora y la fauna. Hay un cuidado especial para las especies que suelen integrar el contexto ecológico del lugar. Entre los procedimientos que practican destacan los que se relacionan con la administración de la tierra comunal, entre ellos:

a) Velar mancomunadamente por el buen funcionamiento de las fincas.

b) Trabajar la tierra en forma directa y personal, con asistencia única de la familia.

c) No abandonar la tierra sin motivo justificado, no darla en arrendamiento, cederla o venderla y evitar, en lo posible, desvirtuar los fines para los cuales les fue adjudicada.

d) Acatar las normas e instrucciones que reciban de las diversas oficinas agrícolas para el mejor aprovechamiento de la tierra, la organización y la superación.

e) No talar árboles sin autorización de INAB y de la Junta Directiva de la Asociación de la Comunidad Las Lomas.

f) No cerrar, obstruir, ampliar o abrir caminos sin la autorización de la Junta Directiva de la Asociación de la Comunidad Las Lomas.

g) Observar una conducta que facilite la convivencia pacífica con sus compañeros de grupo, participar en la formación, integración y cooperación general, con grupos que se organicen para el desarrollo de la familia y el grupo social al que pertenecen.

h) Tener presente que este título les otorga un derecho usufructuario vitalicio de las fincas idéntico al de los demás comuneros, por lo que nadie tendrá privilegios sobre los demás.

i) El inmueble que se usufructúa es inalienable, inembargable e indivisible. Sólo podrán traspasarse el derecho usufructuario a sus herederos o descendientes directos o a la persona que designe el usufructuario, previa aprobación de la Junta Directiva de la Asociación de la Comunidad Las Lomas.

j) Por su parte, la Junta Directiva de la Asociación de la Comunidad Las Lomas velará porque los campesinos comuneros cumplan con sus obligaciones y, en caso negativo, los sustituirá por otros que llenen los requisitos de ley.

k) Todos los comuneros tendrán derecho y obligación de servir en la Junta Directiva de la Asociación, y en las comisiones que se conformen en busca de los objetivos propuestos.

6.3.4 Aspectos socioculturales para la interacción con la naturaleza

Para la comunidad xinca, la naturaleza no es un recurso de valor de cambio, sino de uso en la medida que la misma es considerada como referente y enseñanza de vida. Para poder comprender la preservación de la cultura y su relación con la tierra, hay que analizar la cosmovisión que ha pervivido a través de la tradición oral. Los orígenes de los xincas, pueden construirse a partir de la oralidad transmitida por los ancianos. Una de estas historias se refiere a las migraciones de los primeros grupos que llegaron antes de los europeos, y que de manera híbrida fueron formando al pueblo xinca. El relato se cita literalmente:

Y vino una bola de fuego grande, grande, grande, que brillaba e iluminaba toda la región, eran los antiguos que venían en sus virtudes y dones, la gran bola de fuego eran los líderes como Nancedelán, Jixi na Pari (Piedra del Sol), Nana Mikeyla, Arokchi, Sinakán, Paaksak. Junto a las grandes y medianas bolas de fuego venían otras bolas chiquitas, eran los habitantes xincas que venía caminando por el aire en horas de la noche, estos seres encendían sus luces y, cuando bajaban a bañarse a los ríos y lagos, apagaban su luz. Cuando descansaban en los árboles eran gentes, cuando subían a las montañas eran personas que tenían que alabar a su creador, ellos utilizaban las montañas para estar más cerca de él, allí la concentración es exacta y plena. Sacrificaban la carne de color blanco 'gallina, coche de monte y otras', todo esto comían ellos, también comían mieles de las abejas y daban de comer a la tierra enterrando los huesos de estos animales y también al Creador y por eso dejaban en la tierra estas comidas para que los ancestros también comieran y la sangre de ellos tomara más fuerza, para que los seres nuevos y los montes crecieran libremente. Luego caminaban y descansaban por debajo de la tierra para encontrarse resuellos y para ver algunas cosas malas debajo de ellas y encontraron finalmente esta tierra; y fue en la Chorrera, 'un lugar cercano al actual Guazacapán', donde el gran Moktesü mü repartió sabiduría para riquezas terrenales, pero a cambio le dio compromisos de dar a comer a sus ancestros en los tiempos venideros y de tener que ser el pueblo que debe cuidar de los otros dos, a Kuku (Taxisco) también le dio riquezas para que sus habitantes cumplieran el papel de no

olvidarse de sus ancestros y de mediar para que la paz se mantenga en la región. Pero al parecer estos no han cumplido y se exponen a problemas por su incumplimiento, finalmente Tzíniha (Guazacapán) fue el más favorecido, pues a este pueblo le dio sabiduría, a ellos les dio potestad de poseer virtudes y dones, para arreglar huesos y curar enfermedades difíciles. Diagnostican las energías positivas y negativas de una persona y orientan el uso adecuado de la misma, ellos son amantes de la sabiduría, ellos tienen las armas para poder ser grandes, tienen los sabios más grandes de los xincas; con la única condición de que Kuku (Taxisco) y a Tz'ehe por no cumplir Moktesü mü y los Tekuanes que viven en el Volcán de los Tekuanes ahora conocido como Volcán Tecuamburro en el norte de los municipios costeros, a ellos les dio riquezas pero también el compromiso de alimentarlos y de alabar a su Creador. […] a otros territorios como el Tekuan 'Jixi Pari' 'Piedra del Sol' partió y habló el valle de Jumaytepeque y allí vivieron cuando llegaron los invasores, como las gentes del Sinakán que fueron los que caminaron hacia el valle de Sinakán a orillas del ahora río Los Esclavos al Norte del ahora municipio de Chiquimulilla en Santa Rosa. Así se tejió en gran parte los primeros días de la nación xinca en este territorio, el cual se le fue dado a escogencia…(COPXIG, 2003).

6.3.5. Territorialidad xinca en Las Lomas

Esta comunidad habita en el barrio de San Sebastián de la ciudad de Chiquimulilla, cabecera del municipio del mismo nombre, departamento de Santa Rosa, en el Pacífico de Guatemala. Está formada por cerca de 200 familias que son a la vez condueños de un terreno comunal ubicado a cinco kilómetros de la ciudad, con una superficie de 270 hectáreas (seis caballerías). Su título de propiedad comunal data de 1889 y está inscrito en el Registro de la Propiedad Inmueble (números 1227 y 344, folios 215 y 76, libros 48 y 23 de Santa Rosa).

En Chiquimulilla existen dos barrios indígenas: Santiago y San Sebastián, ambos con terrenos comunales. En la década de 1960, El Astillero (dentro del barrio Santiago) fue parcelado por el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA) y entregado a sus antiguos comuneros y otros beneficiarios. El hecho de que ambos barrios poseyeran terrenos comunales en áreas distintas definió un sistema de intercambio de productos basado en la complementariedad. El Astillero estaba ocupado por bosques de especies maderables y en El pajal crecían gramíneas que se utilizaban para construir los techos de las viviendas.

En consecuencia, San Sebastián trocaba con Santiago paja para techo por madera para construir las casas. Los bejucos (llamados localmente tripa de vieja), que eran el otro material de construcción de la arquitectura tradicional, se obtenían también mediante intercambio con la finca San Bernardo colindante con El Pajal. Las tierras no se utilizaban para cultivo y constituían la reserva de material de construcción para las comunidades indígenas urbanas dedicadas a la agricultura, en tierras propias o arrendadas, y otros empleos urbanos.

Hasta la década de 1960, estos barrios indígenas se caracterizaban por sus viviendas de madera con techo de paja y una estructura amarrada con bejucos. En verano, los incendios frecuentemente afectaban gran cantidad de viviendas y esto provocó paulatinamente la sustitución de los techos por láminas de metal y paredes de bloques de concreto.

Desde el siglo XIX o antes, según la memoria local, ambos terrenos eran administrados por un principal electo por la comunidad que permanecía un año en su cargo, pudiendo ser reelecto. Éste tenía a su cargo la gestión de la tierra, la asignación de sus productos, la administración del intercambio y la resolución de conflictos entre los comuneros. Para ello,

contaba con una normativa consuetudinaria no escrita pero legitimada por la costumbre y la memoria colectiva local. El principal definía también la fecha en que "al toque del pito y el tambor", los comuneros debían reunirse a limpiar los mojones del común, circundado por un muro de piedra en la mayor parte de su circunferencia. Una de las funciones del principal era la custodia de los títulos de propiedad comunal de 1889.

A principios de la década de 1970, Miguel Ángel García, principal de San Sebastián, preocupado por los incendios y el riesgo en que éstos ponían la integridad de los títulos de propiedad, decidió depositarlos en la municipalidad de Chiquimulilla, en cuyos archivos podrían estar protegidos.

En 1980, los comuneros decidieron mejorar el camino desde el barrio San Sebastián hasta el terreno comunal y para ello solicitaron un préstamo de maquinaria a la Dirección General de Caminos. Recolectaron 17,500 quetzales y con ellos pagaron el combustible y los salarios de los trabajadores de caminos que con su trabajo, hicieron posible la construcción de la vía hacia el común que es mantenida por los comuneros.

En 1987, la comunidad gestionó un proyecto de agua potable para el cual debían obtener un derecho de paso cruzando la finca Tierra Grande Alta que, a cambio, les solicitó otro derecho de paso que debía inscribirse como escritura de servidumbre. Al iniciar los trámites para esa escritura, en 1990, se percataron de que El Pajal había sido inscrito a favor de la municipalidad durante el tiempo que ésta había tenido sus títulos en depósito. Allí inició una lucha por la recuperación de derechos que culminó en 1995, cuando la municipalidad les reintegró sus títulos comunales.

Entre 1954 y 1995, los gobiernos militares y la guerra constituyeron un obstáculo para que la comunidad se pudiera reunir y tomar decisiones acerca de sus tierras comunales y también para organizarse como comunidad indígena. Sin embargo, en 1980, decidieron sustituir el antiguo sistema de administración a cargo de un principal por el de una junta directiva responsable del terreno del pueblo indígena de Chiquimulilla, como reza la escritura de 1889. La constitución de la Junta Directiva se basó en una reglamentación que recoge los lineamientos generales del sistema consuetudinario que manejaban los principales, pero que aún se rige cotidianamente por las normas no escritas que legitimaron el derecho local de las tierras durante generaciones.

Actualmente, la comunidad indígena xinca de San Sebastián mantiene su terreno comunal asignado en usufructo a sus comuneros que lo explotan siguiendo las normas definidas por su derecho consuetudinario. Una caballería y media continúa como bosque comunal y se ha reforestado media caballería más con pinabete, con el propósito de proteger fuentes de agua y disponer en el futuro de productos del bosque. Para no repetir la experiencia de El Astillero, la comunidad no permite la construcción de viviendas en el común y sólo tres familias han sido autorizadas a vivir allí, responsabilizándose además de cuidar los cultivos de los otros comuneros.

Aunque disponen de títulos de propiedad legalmente inscritos, al igual que las otras comunidades xincas, afrontan invasiones de tierra por parte de finqueros colindantes que no reconocen sus derechos. A esto se suma el hecho de que no cuentan con el apoyo total de las autoridades judiciales.

Los xincas de San Sebastián participan activamente en el proceso de recuperación de su identidad étnica, junto con las otras comunidades, y han constituido grupos de estudio sobre la lengua, las tradiciones y sus normas consuetudinarias de gestión territorial (Camacho y Fernández, s.f.).

7. NOTAS

1. En 1943 fue bautizado este territorio con el nombre de Mesoamérica *(Meso=medio, América Media)* (Kirchhoff, 1949).

2. Onomatopeya. Imitación de sonidos reales por medio del lenguaje.

3. Alteridad. Según el Diccionario de la Real Academia Española, capacidad de ser otro.

4. Balcanización. Alude a la fragmentación de una región en unidades político-territoriales menores, separadas y hasta enfrentadas.

5. Censo enfitéutico. Derecho real que grava un inmueble a favor de determinada persona.

6. Ejido (del latín *exitum*). Es una porción de tierra no cautiva y de uso público; también es considerada, en algunos casos, como bien de propiedad del Estado o de los municipios. En México, el ejido es una propiedad rural de uso colectivo, de gran importancia en la vida agrícola del país.

7. Zahorines. Nombre que se ha utilizado frecuentemente en el área rural, principalmente en el altiplano de Guatemala, para nombrar a los curanderos.

8. La glotocronología es una técnica para calcular la separación temporal o divergencia entre dos lenguas que se suponen emparentadas.

9. Ajqijab. Ajq´ij, término castellanizado para denominar a quienes ejercen la función de guías espirituales. Etimológicamente, aj = prefijo de un oficio; q´ij, el sol. Se traduce como "el contador de los días." El plural de ajq´ij es ajq´ijab´.

10. Nawales. Cada persona nace en un día sagrado, representado por un símbolo, el cual es conocido como *nawal* (espíritu) que puede ser un elemento de la naturaleza, un animal, un mineral o algo abstracto: aire, fuego, ideas, sabiduría, muerte, animales y plantas de su entorno natural, etc.

11. Los frutales indicados por nombre común corresponden a las especies indicadas. Sin embargo, algunos como el zapote pueden corresponder a especies de zonas templadas o cálidas. De la misma manera hay especies de anona tanto de tierra cálida como templada.

12. La miel a que se hace referencia, como se indica más adelante en el texto, se extraía de varias especies tanto del genero *Melipona* como del *Trigona*.

13. Cultivar. Población de plantas cultivadas obtenidas para fines comerciales. Son homogéneas genéticamente y presentan características de importancia agronómica que no poseen otras plantas de la especie.

14. Nixtamalización. Proceso mediante el cual el maíz es cocinado. Mediante la adición de cal se facilita la eliminación del pericarpio y la elaboración de la masa. Esto, a su vez, propicia la disponibilidad de algunas proteínas y el enriquecimiento de calcio.

15. Los nombres *Popol Vuh o Pop Wuj* han sido utilizados para referirse al libro sagrado de los k'iche's, existiendo en la actualidad una polémica sobre la grafía correcta. En este libro se utiliza el nombre que posee la referencia utilizada.

16. La existencia del perro maya y su extinción está aún en discusión, pues algunos autores indican que se hace referencia a otra especie.

17. Tepemechin. Pez grande que Antonio Morelt (1857) buscó en el río Michatoya por las referencias que de él se hacían, pero que sin embargo no encontró.

18. De la tierra. Término utilizado por los cronistas de la Colonia para hacer referencia a lo nativo o a lo silvestre.

19. Astillero. Es el nombre que se le asigna a un área de bosque, cuyo fin es la extracción comunal de leña, y que es administrada por la misma comunidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, R. (1980). Relaciones geográficas del siglo XVI, Guatemala. Universidad Autónoma de México. México, p. 209-211y 245-267.

2. ARANA, M., CASTILLO, R., DE LA CRUZ, A., TORRES, A., Y URQUIZÚ, F. (2006). Estudio Monográfico de Palencia. Escuela de Historia, USAC, IIHAA. Guatemala, p. 77.

3. AZURDIA, C. (2005). *Phaseolus* en Guatemala: especies silvestres, genética de poblaciones, diversidad molecular y conservación *in situ*. En: La agrobiodiversidad y su conservación *in situ*: un reto para el desarrollo sostenible. CONAP. Guatemala, p. 33-78.

4. BASTOS, S. (2004). Ser maya en el siglo XXI. El proceso de construcción y difusión de una identidad política. FLACSO, 9th European Maya Conference. En línea, consultado marzo/2007, disponible: http://www.flacso.edu.gt/docs/etnicos/productosweb2/0_22.pdf

5. BBC Mundo. (2007). Los mayas también comían yuca. En: BBCmundo.com, 21 agosto 2007, consultado agosto 2007, disponible en: http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/misc/newsid_6956000/6956781.stm

6. BRAN, M., MORALES, O., FLORES, R., CÁCERES, R., ALARCÓN, D., RODRÍGUEZ, E., SALAZAR, J. (2000). Hongos comestibles de Guatemala; Diversidad, cultivo y nomenclatura vernácula. En: Resúmenes, Simposio Técnico, Proyectos de Investigación, DIGI–USAC. Guatemala, p. 32-35.

7. BRASWELL, G. (1997). El intercambio prehispánico en Yucatán, México. X Simposio de Investigaciones arqueológicas en Guatemala, Asociación Tikal, Museo de Arqueología y Etnología, Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala, (s.p.).

8. CABALLERO, J. y CORTÉS, L. (2001). Percepción, uso, y manejo tradicional de los recursos naturales en México. En: Plantas, cultura, y sociedad, estudio sobre la relación entre los seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI. Universidad Autónoma Metropolitana, México, p. 79-100.

9. CABEZAS, H. s.f. Régimen Regulador del Trabajo Indígena. www.mineco.gob.gt/mineco/analisis/historia/TOMO3/La%20Tierra.pdf

10. CAMACHO, C. y FERNANDEZ, J. s.f. http//:www.iis.ucr.ac.cr/pagWeb/publicaciones/libros/textos/4/Cap%EDtulo%202%20Xincas.doc.

11. CARLSEN, L. (1999). Autonomía indígena, usos y costumbres: la innovación de la tradición. En: Revista Chiapas, No 7 Instituto de Derecho Indígena. En línea: http://www.ezln.org/revistaChiapas/No7/ch7carlsen.html.

12. CARMACK, R. (1979). Historia social de los Quichés. José de Pineda Ibarra. Guatemala, 455 p.

13. 13. CASTAÑEDA, C. (1991). Interacción naturaleza y sociedad guatemalteca. Introducción a su conocimiento. Dirección General de Extensión Universitaria-USAC. Guatemala, 147 p.

14. _____ (1995). Sistemas Lacustres de Guatemala, recursos que mueren. Extensión Universitaria, USAC. Guatemala, 196 p.

15. CASTAÑEDA, C.; AYALA, H.; ORTIZ, A.; JUÁREZ D. (1995). Impacto de diferentes sistemas de producción en la biodiversidad de las zonas semiáridas de Guatemala. DIGI-USAC. Guatemala, 65 p.

16. COE, S. and COE, M. (1996). La verdadera Historia del chocolate. Fondo de Cultura Económica. México, p. 23-70.

17. COLUNGA, P. and ZIZUMBO, D. (2004). Domestication of plants in maya lowlands. Economic Botany 58 (Suplement): p.101-110.

18. CONAP. (2006). Elementos de una Agenda Nacional para la Conservación de los Recursos Genéticos. Doc téc. 36(03-2006). Guatemala, p.110.

19. COPXIG. (2003). Conocimientos actitudes y prácticas culturales del Pueblo Xinca. Trabajo de campo realizado por Ka' net Komitu'ry. Guatemala, p. 2.

20. CRYTICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP. (2004). Perfil de ecosistema, región norte del Hotspot de biodiversidad de Mesoamérica, Belice, Guatemala, México. Consultado en agosto-2007, disponible en línea: http://www.cepf.net/ ImageCache/cepf/content/pdfs/final_2espanish_2emesoamerica_2enorthernmesoamerica_2eep_2epdf/v1/final.spanish.mesoamerica.northernmesoamerica.ep.pdf

21. DÍAZ, J. (2000). Las plantas mágicas y la conciencia visionaria. En: Arqueología Mexicana. Disponible en línea http//www.arqueomex.com/IS8N4PLANTDiaz59.pdf

22. EISERMANN, K. y AVENDAÑO, C. (2006). Diversidad de aves en Guatemala. En: CANO, E. (Ed). Biodiversidad de Guatemala. V. I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, p. 525-624.

23. ESCALANTE, P. (1993). Atlas Histórico de Mesoamérica. Larousse. Mexico, p. 77.

24. FAO, IPGRI. (2001). El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz, Guatemala. Género y manejo de los recursos genéticos. Roma, p. 56.

25. FLORES, E. (2005). El maíz y los orígenes de Mesoamérica, Coordinación Nacional de Proyectos Históricos, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Guatemala, (s.p.).

26. GAITÁN, S. (1997). Un acercamiento al análisis de las cofradías Xincas de Chiquimulilla, Época Colonial. En: Memoria del II Congreso Centroamericano de Antropología, Chiapas, Panamá y Belice. IIHAA-USAC. Guatemala, p. 114.

27. GARCÍA-GÓMEZ, E., (2007). Biodiversidad y diversidad lingüística. En: Contacto Cultural y Lingüístico, Etnógrafo. Consultado en agosto-2007, disponible en: http://www.etnografo.com/index.htm

28. GLIGO, N. (2001). La dimensión ambiental del desarrollo en América Latina. CEPAL. Disponible en http:// www.cepal.org/publicaciones/ xml/0/ 7140/ lcg2110e_I.pdf

29. GONZÁLEZ, P. (1996). Las etnias coloniales y el Estado multiétnico. En: Pablo González y Marcos Roitman Roseman. (Eds.). Democracia y Estado Multiétnico. UNAM y DEMOS. México, p. 51.

30. GUZMÁN, F., AYALA, H., AZURDIA, C., DUQUE, M. and DE VICENTE, C. (2005). AFLP Assessment of genetic diversity of *Capsicum* Genetic Resources in Guatemala, home gardens as option for conservation. Crop Science 45:363-370.

31. HAMOND, D. and LOH, J. (2004). A global index of biocultural diversity, draft discussion paper. Congress on Etnobiology, University of Kent. U. K. Consultado en agosto-2007, disponible en: http://terralingua.org/OtherPubs/IBCDIE.PDF.

32. IVIC, M. (1995). Regiones arqueológicas de Guatemala. En: Historia General de Guatemala, Tomo I, Asociación de Amigos del País, Fundación para la Cultura y el Desarrollo. Guatemala, p.165-170.

33. JUNCEDA, J. (2002). Derecho ambiental, Guía Jurídica de legislación y procedimiento. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/ Derecho_ambiental.

34. KAUFMAN, T. (2001). Nawa linguistic prehistory. Proyecto para la Documentación de las Lenguas de Mesoamérica. Disponible en línea; www. Albano.edu/antro/mady/papers.htm

35. KIRCHHOFF, P. (1949). Historia de la etnología/Fondo de Cultura Económica. México, p. 358.

36. KOVACEVICH, B., BARRIENTOS, T., DEMAREST, A., CALLAHAN, M.; HILL C., SEARS, E. y MORAN, L. (2001). Producción e intercambio en el reinado de Cancuén. XIV Simposio de investigaciones arqueológicas en Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología. Guatemala, p. 593-594.

37. LEIVA, J., AZURDIA, C., OVANDO, W, LOPEZ, E. and AYALA, H. (2002). Contributions of home gardens to *in situ* conservation in traditional farming system-Guatemala Component. In: Home gardens and *in situ* conservation of plant genetic resources. Witzenhausen, Federal Republic of Germany. International Plant Genetic Resources Institute. Roma, Italy, p. 56-73.

38. LENZ, D.; REYNA, M.; VILLACORTA, R.; and MARINI, H. (1996). *Trachypogon plumosus* (Poacea, Andropogoneae): Ancient Thatch and more from Ceren Site, El Salvador. Economic Botany (50) (1): 108-114.

39. LOENING, L. y MARKUSSEN, M. (2003). Pobreza, deforestación y pérdida de biodiversidad en Guatemala. Instituto Iberoamericano de Investigaciones Económicas. Georg-August-Universität Göttingen. Alemania, p. 44.

40. LÓPEZ, E. (2001). Estructura y composición de los huertos familiares de Alta Verapaz. Facultad de Agronomía-USAC. Guatemala, p. 47.

41. LOU, B. (1993). Antiguas rutas de comunicación e intercambio en las tierras altas y la Costa Sur de Guatemala, Evidencia mineralógica en sitios de Escuintla central. En: III Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, Museo de Arqueología y Etnología. Guatemala, p. 120-121.

42. MAFFI, L. (2006). Diversidad Biocultural para el desarrollo endógeno. En: Revista Compás No. 9 marzo 2006. Consultado en agosto-2007, disponible en: http://compasnet.org/espanol/Revista_Compas/ 09/diversidad_biocultural.htm

43. MAGA, CONAP, MARN e INAB. (2001). Diseño de portafolio de sitios para la conservación de hábitat de importancia global por su biodiversidad. Proyecto Manejo Integrado de Recursos Naturales del Altiplano Occidental (MIRNA). Guatemala, p. 42.

44. MATOS, M. (2000). Mesoamérica en la Historia de México Antiguo. V. I, INAH. México, p. 97.

45. MÉNDEZ, J. (s.f.). Aspectos legales del problema de la tierra. Época colonial. Academia Nacional de Historia y Geografía. México, p. 114-115.

46. Mc CARTHY, T. and PÉREZ, S. (2006). Land and freshwater mammals of Guatemala: Faunal documentation and diversity. En: Cano, E. (Ed). Biodiversidad de Guatemala. V. I. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, p. 625-674.

47. Mc CREERY, D. J. (1995). El café y sus efectos de la sociedad indígena. En: Historia General de Guatemala. T. IV. Asociación de Amigos del País (Eds.). Guatemala, p. 503-534.

48. MILES, S. (1983). Los Pokomames del siglo XVI. José de Pineda Ibarra. Guatemala, p. 165.

49. MONTERROSO, N.; QUEZADA, H. y URQUIZÚ, M. (1999). Nancinta, sitio arqueológico xinca. Escuela de Historia-USAC. Guatemala (s.p.).

50. MORELET, A. (1857). Viaje a América Central (Yucatán y Guatemala). Academia de Geografía e Historia de Guatemala. Guatemala, p. 425.

51. ODHAG, (1998). Guatemala, nunca más. Proyecto Interdiocesano de recuperación de la memoria histórica (REMHI). Consultado en enero 2007, disponible en: http:// www.geocites.com/Athenes / Atrium.

52. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). (2006). Pueblos indígenas y derechos colectivos. Sistematización y cuadernos populares. (s.l.pub.) p. 78.

53. PALIWAL, R.L., (s.f.). Maíz de los trópicos. Depósito de Documentos FAO. Disponible en linea; http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7 650s01.htm#TopOfPage.

54. PICÓ, B. and NUEZ, F. (2000). Minor crops of Mesoamerica in early sources (I) Leafy vegetables. In Genetic Resources and Crop Evolution No, 47. Nederland, p. 527-540.

55. _____ (2000a). Minor crops of Mesoamerica in early sources (II) used as condiments. In Genetic Resources and Crop Evolution, No.47. Nederland, p. 541-552.

56. PNUD. (2005). Informe sobre desarrollo humano en Guatemala. Disponible en línea: http://www.pnudguatemala.org/documentos.pdfs/informes/2002/011capitulo VII.pdf

57. POP, A. (1996). Juridicidad desde la Cosmovisión Maya, FLACSO-Guatemala. Disponible en línea: http://www.oit.or.cr/unfip/estudios/juridic.hatm.

58. RAYNAUD, G. (1927). Popol vuh, Libro del Consejo de los Quichés. Disponible en línea: http://hispanoamericana.ar.tripod.com/vuh/textospv/raynaudpdf

59. RECINOS, A. (1980). Memorial de Sololá, Anales de los Cakchiqueles: Título de los señores de Totonicapán. Guatemala, p.121.

60. RICHARDS. M. (2003). Atlas Lingüístico de Guatemala, SEPAZ, UVG, URL, USAID. Guatemala, (s.p).

61. SAC COYOY, A. (s.f.). Los Derechos Indígenas y la Espiritualidad Maya. Disponible en línea, http://www.oit.org.cr/unfp/estudios /espiritualidad.htm.

62. SCHUSTER, J. C; CANO, E. y CARDONA, C. (2000). Un método sencillo para priorizar la conservación de los bosques nubosos de Guatemala, usando Passalidae (Coleoptera) como organismos indicadores. México, p.197-209.

63. SHARER, R. (1999). La civilización Maya. Fondo de Cultura Económica. México, p. 35.

64. TAX, S. (1965). Los Municipios del altiplano meso-occidental de Guatemala. Ministerio de Educación, Guatemala, (s.p.).

65. THILLE, B. (2002). Tierras Municipales en Guatemala, un desafío para el desarrollo local sostenible. Disponible en línea: indrigo.idrc.ca./archive/corpdocs/118730/100301.pdf

66. TOVAR, M. (2001). Perfil de los Pueblos Mayas, Garifuna y Xincas de Guatemala. Ministerio de Cultura y Deportes. Guatemala, (s.p.)

67. TURNER, B. and MIKSICEK, CH. (1984). Economic Plant Species Associated with Prehistoric Agriculture in the Maya Lowlands. Economic Botany 38 (2): 179-193.

68. VAN AKKERE, R. (2007). La visión indígena de la Conquista. Guatemala, p. 20-22.

69. VILLAR, A. L. (1998). La fauna silvestre de Guatemala. USAC. Guatemala, p. 57.

70. VIT, P., MEDINA, M. and ENRÍQUEZ E. (2004). Quality standards uses of meliponeae honey in Guatemala, Mexico and Venezuela. In: Bee World. International Bee Research Associations. En línea: United Kingdom, March 2004 V. 85(1) p. 1-5. Consultado en octubre-2006. Disponible en http://www.ibra. org.uk/Resources/PDF/BW85-1.pdf

71. WELHAUSEN, E.; FUENTES, A. y HERNÁNDEZ, A. (1957). Razas de Maíz en América Central. Secretaría de Agricultura de México. México, p. 137.

72. XIMENEZ, F. (1722). Historia Natural del Reino de Guatemala. Sociedad de Geografía e Historia. Guatemala, p. 351.

Conocimiento tradicional colectivo y biodiversidad



Jacobo Bolvito*
Teresa Macario*
Karin Sandoval*

RESUMEN

Este capítulo presenta un análisis de los conocimientos tradicionales documentados de los pueblos mayas achi', kaqchikel, poqomchi' y mam, que tienen relación con el uso, manejo y aprovechamiento de la biodiversidad. Se estudia la situación de los conocimientos tradicionales de estos cuatro grupos sociolingüísticos, su potenciación de uso y sus posibles formas de capitalización.

A través de nueve secciones se describen aspectos de la vida cotidiana que tienen una gran relación con el manejo de la biodiversidad y que responden al reconocimiento, respeto y promoción de los sistemas propios de los pueblos indígenas contenidos en instrumentos jurídicos nacionales e internacionales.

Un elemento fundamental del presente análisis es el principio de que toda acción se centra en la espiritualidad. En este sentido, no se especifica religión alguna sino que se hace énfasis en el ejercicio totalitario de la espiritualidad, que consiste en la veneración a la madre tierra y al abuelo sol, entre otros elementos.

El conocimiento tradicional asociado al uso, el manejo y la conservación de la biodiversidad se vincula con procesos de desarrollo económico y con procedimientos de un sistema de Derecho propio. Los aspectos mencionados cumplen con funciones específicas como: conocimiento de las especies vegetales; clasificación de acuerdo con sus características, propiedades, usos y beneficios; y formas de organización social de los pueblos indígenas, entre otros aspectos.

En el ámbito del conocimiento tradicional y la salud, se muestran formas de tratamiento cuyas manifestaciones se basan en una ciencia médica concebida integralmente como bienestar físico, mental y social. Ejemplo de ello son las ceremonias, reuniones familiares y actitudes basadas en principios y valores que tienden hacia la búsqueda y generación del equilibrio, que es el fin primordial y que se asocia a plantas medicinales.

De manera complementaria, se brinda información acerca del rol de los lugares sagrados y su relación con el calendario maya, que establece aspectos conductuales, filosóficos, relaciones sociales y políticas, y aspectos técnicos en la gestión de la biodiversidad. En este sentido, cabe resaltar los dos calendarios más importantes: el calendario lunar o sagrado y el calendario agrícola o solar.

Además, se describe la gastronomía maya, su clasificación y su relación con el manejo de la biodiversidad. Se finaliza con un apartado de conclusiones y recomendaciones, para contar con insumos que desarrollen reflexiones y opiniones acerca de los vínculos existentes entre el conocimiento de los pueblos indígenas y la conservación y uso de nuestra biodiversidad.

Palabras clave: *pueblos mayas, espiritualidad, conocimiento tradicional, conservación y uso de la biodiversidad.*

* Consejo de Organizaciones Mayas de Guatemala.

SUMMARY

This chapter presents an analysis of the documented traditional knowledge of the *Achi, Kaqchikel, Poqomchi* and *Mam* Mayan people, which is related to the use and management of biodiversity, representing a baseline of four Socio-Linguistic groups; of the traditional knowledge situation, its potential use and the possible ways of capitalization.

Nine sections are described, with aspects coming from daily life highly related to the management of biodiversity and responding to acknowledgement, respect and promotion of the indigenous people systems that are contained in National and International Legal Instruments.

A basic element included is the principle that every action is centered in the spirituality as fundamental base; in this sense, no specific religion is mentioned but it tends to the totalitarian exercise of spirituality, consisting in the veneration of mother earth and grandfather sun, among other elements.

The traditional knowledge associated to the use, management and conservation of Biodiversity is connected to economic development processes and to procedures of an Own Right System. Both fulfill specific functions as knowledge of the vegetable species, characteristics classification, properties, uses and benefits, and ways of social organization of indigenous people, among other aspects.

In the field of traditional knowledge and health, there are ways of treatment which expressions are based in medical science integrally conceptualized as physical, mental and social well-being. An example of that are the ceremonies, family meetings, attitudes based on principles and values that tend to the search and creation of balance, which is the main goal and is associated to Medicinal plants.

In a complementary way the role of sacred places and their relation with the "Mayan Calendar" is provided, establishing behavioral and philosophical aspects; social and political relations; and technical aspects in the management of biodiversity. It is crucial to mention the two most important calendars, the Moon or Sacred Calendar and the Agricultural or Solar Calendar.

And finally, the information about Mayan gastronomy, its classification and relation with the management of biodiversity is also emphasized. All these ends up in a section of conclusions and recommendations to have inputs for the development of reflections and opinions about the existing connection between the knowledge of the indigenous people and the conservation and use of our biodiversity.

Key words: *Mayan people, spirituality, traditional knowledge, conservation and use of biodiversity.*

UROX UQ'AT WUJ

ETA'MANEM KOMON NO'JIB'ALIL RACHI'L JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL

CH'UTI'SANEM

Pa wa jun uq'at wuj kaya' ubixik uk'utik ri ojer no'jib'alil ke Mayab' winaq: Achi, Kaqchikel, Poqomchi' xuquje' Mam, uk'amom uq'ab' ruk' ukojik, uchakuxik, uloq'oq'exik uwach ri jalajoj k'aslemalil chuwachulew, are wa' utak'alib'al kino'jib'alil ri kajib' komom Mayab' Cholb'al Tzij, ri ojer eta'manen rajawaxik kaya' uq'ij ukojij, rech kuya' ub'e jun k'ak'a chakunem puwi ukojik ri jalajoj k'aslemalil.

Kaya' ub'ixik b'elejeb' q'at chak rech no'jib'alil kik'aslemal ri ajwaralik winaq, uk'amom uq'ab' ruk' ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil xuquje' kato'b'an che uya'ik uq'ij, ujab'uxik uwach ronojel ri no'j chak kisuk'majim ka-

noq ri ajwaralik winaq, e k'o taq wa' pa taq taqanq'atb'altzij re Paxil Kayala' xuquje' pa taq taqanq'atb'altzij ke k'examaq'elil.

Jun nab'e tak'alib'al uxe' no'j are ya'ik uq'ij ri kojinik, chi' ma qus ta kaya' uq'ij xa jun kojonik, are kaya' uq'ij uloq'oq'exik ronojel jalajoj uwach k'aslemalil utikom Ajaw chuwach loq'olaj ulew, rumal wa' kata' na nab'e che Ajaw ukojik, xuquje' che loq'olaj uk'ux ulew, uk'ux kaj, loq'olaj q'ij xuquje'chike ronojel k'o kik'alemal chuwachulew.

Ri eta'manem ojer no'jib'alil, uk'amom uq'ab' ruk' ukojik, uchakuxik uloq'oq'exik ri jalajoj uwach k'aslemalil, are k'u wa' umajim ub'e unimarisaxik q'inom rachi'l taqanto'b'anik ke ajwaralik winaq. Keb' uwach ub'e chak kikik'utu, jun eta'manen ronojel uwach q'ayes e poq'inaq uloq chuwachulew, jas kicholaj, uxe', uk'ux, ke'chokon wi, ke'to'b'an wi, xuquje' jun nimalaj wokonem ke ri ajwaralik winaq.

Ojer taq no'jib'alil rachi'l utzilaj wachil, kuya' reta'maxik uwach ronojel kunub'al kakojik rech utz ub'anik no'jib'alil chak, utz wachil xuquje' ronojel kub'ano winaq. Are taq uloq'oq'exik kojonik-kotz'ij, riqow ib' pa ja, nim uq'ij ukojik tak'alib'al uxe' no'jib'alil pa k'aslemal rech ma kakamisax ta uwach jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew, are taq wa' ucholaj ukojik ri kunub'al q'ayes.

Tz'aqatisax ub'ixik ruk' keb' oxib' tzij puwi' ri loq'olaj taq kojb'al kotz'ij' uk'amon uq'ab' ruk' ri "CHOLQ'IJ", kuya' reta'maxik pixab', no'jib'alil puwi' ronojel b'anom puwi' jalajoj uwach k'aslemalil. Rajawaxik kaya' uch'ob'ik kaya' uq'ij ri LOQ'OLAJ CHOLQ'IJ RACHI'L RI LOQ'OLAJ CHOLAB'

Xk'is utzijoxik ruk' no'jib'alil puwi rikil-wa ke mayab' winaq, ri uk'amom uq'ab' ruk' jalajoj uwach k'aslemalil. Ronojel wa xtzijoxik xk'is ruk' keb'oxib'tzij xuquje' oqxa'nib'al tzij rech k'o k'u utak'alib'al usolixik rij ronojel no'j kachomaxik kab'ixik puwi' kino'jib'alil ajwaralik winaq rachi'l uloq'oq'exik ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil.

UCHOLAJ TZIJ: *Mayab', kojonik, kino'jib'alil ajwaralik winaq,: uloq'oq'exik ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil.*

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presentan los resultados del Estudio sobre Conocimientos Tradicionales Colectivos y Biodiversidad, que integra nueve temáticas relacionadas con el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y de la biodiversidad en cuatro comunidades lingüísticas: achi', poqomchi', kaqchikel y mam.

El documento incluye un marco conceptual teórico sintetizado, que aborda conceptos y definiciones de los conocimientos tradicionales colectivos, y hace un análisis general de los fundamentos políticos y legales que le dan viabilidad a la realización de estos estudios y a su implementación por parte de las instituciones del Estado. La segunda parte describe la metodología utilizada en la realización del estudio y sus diferentes etapas.

La tercera parte se refiere a los resultados obtenidos del estudio. Aborda pormenorizadamente los aspectos más relevantes de las temáticas analizadas, integrando cuadros y figuras.

En este capítulo aparecen datos, narraciones y referencias escuetas, debido fundamentalmente a que la bibliografía consultada no profundiza en la información. Se aborda con mayor hondura la situación de la comunidad lingüística achi', acerca de la cual existe una información más completa en los textos consultados. Esto confirma que el sistema organizativo de la comunidad es fuerte y está mejor documentado.

La cuarta parte del documento se refiere a los elementos identificados que pueden potenciar el uso, manejo, aprovechamiento y conservación de la biodiversidad en cuatro ámbitos: elementos culturales; potencialidad de uso; distribución y homogeneidad; y las formas de capitalización de estos conocimientos. En esta parte también se elabora una síntesis de las lecciones aprendidas y de algunas recomendaciones a nivel institucional.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Conocimiento tradicional colectivo

Para realizar el siguiente trabajo sobre conocimiento tradicional colectivo y biodiversidad es necesario conocer algunos conceptos sobre el tema. A continuación se desarrolla un análisis sobre los conocimientos tradicionales. Para ello fue necesario revisar y analizar información pertinente que se maneja de manera interna en el Foro Internacional Indígena en Biodiversidad (FIIB), que ha desarrollado un marco teórico sobre los conocimientos tradicionales, sus alcances y sus limitaciones.

2.2. Naturaleza y principios de los conocimientos tradicionales

2.2.1. Naturaleza

Según De la Cruz (2005), es un sistema de saberes enraizados en el derecho propio y ligados a la cosmovisión indígena, intrínsecos a los legados del conocimiento ancestral, son relevantes por su valor *per se*. Estos conocimientos fomentan la reciprocidad y la solidaridad dentro de la vida comunitaria, fomentan el reciclaje cultural *in situ* al interior de las comunidades; asimismo, son prácticas ancestrales en permanente innovación.

2.2.2. Principios

En relación con los principios, se define que los conocimientos tradicionales son de carácter intergeneracional y de propiedad intelectual colectiva de los pueblos indígenas; tienen vínculo indisoluble con la territorialidad, los recursos biológicos y la identidad cultural indígena: la interculturalidad orientada al diálogo de saberes. Estos conocimientos tradicionales son inalienables e imprescriptibles,

y su conservación y uso son un componente de la autodeterminación de los pueblos indígenas.

2.3. Relación de los conocimientos tradicionales

Se establece que los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas tienen relación con diferentes ciencias, ramas de las ciencias, disciplinas y actividades de las diferentes culturas del mundo. La Figura 1 presenta las relaciones de los conocimientos tradicionales con temáticas de vital importancia para la sobrevivencia de los pueblos.

2.4. Tipos de conocimientos tradicionales

De la Cruz (2005), del FIIB, hace una clasificación de los tipos de conocimientos tradicionales, la cual se presenta a continuación:

2.4.1. Conocimientos teóricos

- Inventario colectivo de etnotaxa biológica
- Plantas/animales conocidos
- Usos/especies conocidos
- Identificación y uso correcto de plantas/animales
- Rango de especie según valor de importancia
- Características ecológicas (fenotípicas, hábitat, relación interespecífica)
- Competencias comparativas en la curación etnomédica

2.4.2. Conocimientos prácticos:

- Técnicas o “destrezas” conocidas
- Frecuencia de eventos de uso reportados por período
- Especies utilizadas por período
- Diversidad alimentaria
- Diversidad de especies utilizadas
- Diversidad del inventario de cultivos
- Frecuencia de uso de plantas medicinales por enfermedad y por curandero

2.4.3. Conocimientos de procesos

- Inventarios de plantas/animales según la edad y género
- Complejidad taxonómica según la edad

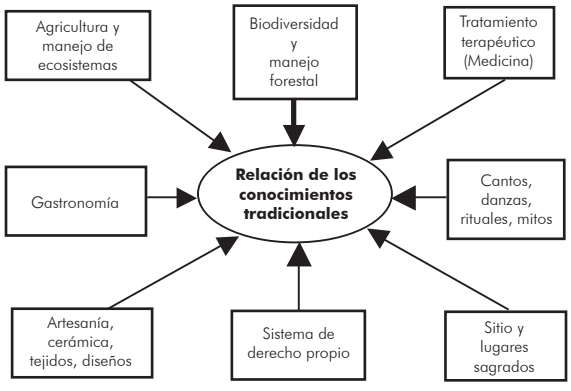


Figura 1. Relaciones de los conocimientos tradicionales

- Números y tipos de relaciones sociales responsables en la adquisición/transmisión de técnicas tradicionales según tipo y etapa de vida
- Distribución de tiempo en diferentes actividades
- Frecuencias de transacciones interpersonales
- Extensión y densidad de redes sociales

2.5. Fundamentos políticos y legales del estudio

En lo que respecta a los instrumentos jurídicos nacionales e internacionales, e instrumentos políticos que dan fundamento y respaldo al desarrollo de acciones de sistematización de los conocimientos tradicionales colectivos, se encuentran:

Constitución Política de la República de Guatemala. En su artículo 66, se establece que: "El Estado de Guatemala, debe reconocer, respetar y promover las formas de vida, costumbres, tradiciones, formas de organización social, el uso de trajes indígenas, cuyo fin es mantener los factores que tienden a conservar su identidad, entendiéndose ésta como el conjunto de elementos que los definen y, a la vez, los hacen reconocerse como tal".

Acuerdos de Paz, Acuerdo sobre Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas, Ley Marco de los Acuerdos de Paz. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas, CONAP en este caso da cumplimiento a este acuerdo político convertido en ley ordinaria. En su Capítulo I, Identidad de los Pueblos Indígenas, y especialmente en el Artículo III, Sobre Derechos Culturales, aborda los temas de:

a. Idioma
b. Nombres, apellidos y toponimias
c. Espiritualidad
d. Templos, centros ceremoniales y lugares sagrados
e. Uso del traje
f. Ciencia y tecnología, en los que principalmente se sistematizan los elementos más importantes para el reconocimiento de su valor económico, espiritual y cultural.

Convenio 169 de la OIT. Se da cumplimiento de este instrumento internacional especialmente en los artículos: 2 inciso 1, 2a, 2b, 2c, 5a, 6, 1c, 7 inciso 3, 8, 15, 17 y 23, principalmente, que consideran la política general sobre tierras y formación profesional, artesanías e industrias rurales

Convenio sobre la Diversidad Biológica. La sistematización de los conocimientos tradicionales colectivos responde precisamente a los objetivos y al enfoque del convenio, en su preámbulo, y especialmente en el artículo 8j y artículos conexos como 10c, 17,2.

Declaración de la ONU sobre Derechos de los Pueblos Indígenas. En la implementación de esta reciente declaración de la ONU, especialmente en sus considerandos: "Considerando que el respeto de los conocimientos, las culturas y las prácticas tradicionales indígenas contribuye al desarrollo sostenible y equitativo y a la ordenación adecuada del medio ambiente"; "Consciente de la urgente necesidad de respetar y promover los derechos intrínsecos de los pueblos indígenas, que derivan de sus estructuras políticas, económicas y sociales y de sus culturas, de sus tradiciones espirituales, de su historia y de su concepción de la vida, especialmente los derechos a sus tierras, territorios y recursos" y en artículos como el 12,1. Los pueblos indígenas tienen derecho a manifestar, practicar,

desarrollar y enseñar sus tradiciones, costumbres y ceremonias espirituales y religiosas; a mantener y proteger sus lugares religiosos y culturales y a acceder a ellos privadamente; a utilizar y vigilar sus objetos de culto, y a obtener la repatriación de sus restos humanos[1].

Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad, y Plan de Acción Guatemala. Principalmente en el Capítulo cinco, sobre el uso y valoración de los recursos genéticos, y en su área de acción siete, sobre documentación y rescate de las prácticas y conocimientos tradicionales. En este caso se responde específicamente al objetivo de documentar, rescatar y revalorizar las prácticas y conocimientos tradicionales sobre producción, comercialización y consumo de las especies nativas.

Plan Estratégico 2006-2010 de la Unidad de Coordinación con Pueblos Indígenas y Sociedad Civil. El desarrollo del Estudio sobre Conocimiento Tradicional Colectivo y Biodiversidad se basa en el plan estratégico de la unidad, cuyo objetivo es asesorar al CONAP a responder de manera apropiada a las demandas de los pueblos indígenas en la gestión de la biodiversidad y el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas.

Con estas acciones se contribuye al logro del objetivo cuatro sobre contribuir al desarrollo de mecanismos para el pago de actividades que constituyan formas de conservación propias de las comunidades indígenas y locales. Asimismo, se contribuye a desarrollar la acción estratégica sobre la identificación de un marco de acciones y su caracterización para definir, clasificar y priorizar los servicios con base en el Inventario Nacional de Conocimiento Tradicional Colectivo.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del Estudio sobre Conocimiento Tradicional Colectivo, se resume en cuatro fases metodológicas:

Fase I. Planeación y elaboración de instrumentos.

Fase II. Identificación de actores e instituciones.

Fase III. Visitas, revisión de documentos y entrevistas a actores seleccionados.

Fase IV. Elaboración de informes y realización de reuniones con el equipo de la Unidad de Coordinación con Pueblos Indígenas y Sociedad Civil – UCPISC –.

3.1. Descripción de la metodología

Primera fase: Planeación y elaboración de instrumentos para realizar la documentación y los análisis respectivos.

El equipo responsable de la consultoría desarrolló cinco reuniones técnicas para la definición de las comunidades lingüísticas; además, identificó las instituciones y actores para realizar la documentación y posterior análisis.

En este contexto el equipo elaboró los instrumentos de entrevista, los elementos a sistematizar de los documentos y los elementos a identificar que potencien el uso, manejo y conservación de la biodiversidad.

Segunda fase: Identificación de actores e instituciones.

Se seleccionaron cerca de dieciocho centros de documentación en las cuatro comunidades lingüísticas fueron objeto de estudio. Asimismo, se identificaron quince actores individuales.

Los centros visitados y de mayor documentación:

a. Academia de Lenguas Mayas de Guatemala, a nivel central y de las cuatro comunidades lingüísticas

b. Centro de Estudios de la Cultura Maya

c. Base de datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación

d. Centro de documentación del Consejo de Organizaciones Mayas de Guatemala

e. Universidades de San Carlos de Guatemala, Del Valle de Guatemala y Rafael Landívar

Entre los actores individuales identificados y entrevistados se encuentran mayordomos de cofradías, Aj Q'ij (guías espirituales), Aj kun (curanderos), Aj Tuj o Aj Iyom (comadronas) de las comunidades lingüísticas achi' y mam principalmente.

Tercera fase: Documentación y entrevistas.

La primera parte del análisis documental se realizó en los centros de documentación de las organizaciones identificadas con sede en la ciudad capital, así como en las universidades.

La segunda parte se efectuó en las cuatro comunidades lingüísticas definidas.

Las entrevistas con los actores individuales permitieron obtener información sobre la documentación de los conocimientos, saberes, tecnologías médicas, bailes, mitos, gastronomía, y los beneficios económicos, sociales y culturales que obtienen las comunidades.

Cuarta fase: Elaboración de informes.

Durante la primera etapa de documentación se elaboró un primer informe parcial de la consultoría. Fue analizado por el equipo de UCPISC-CONAP, luego se sostuvo una reunión para analizar los resultados y las recomendaciones pertinentes para el seguimiento de la consultoría.

En este contexto se llegó a la conclusión de abordar nueve temáticas que tienen relación con la biodiversidad, y no cuatro como se establecía en la propuesta técnica aprobada, por lo que se amplió el análisis documental.

Del análisis documental se han obtenido elementos que pueden potenciar el uso, manejo, aprovechamiento y conservación de la biodiversidad, entre los cuales destacan:

a. Elementos culturales

b. Potencialidad de uso de los conocimientos en los aspectos institucionales

c. Distribución y homogeneidad en las comunidades lingüísticas

d. Formas de capitalización de los conocimientos en las organizaciones, instituciones y el Estado

4. RESULTADOS

4.1. Agricultura y manejo de ecosistemas

4.1.1. Principio de todo

Los procesos, conocimientos y prácticas tradicionales agrícolas y de manejo de bosques en las comunidades lingüísticas estudiadas están relacionados y dirigidos por actitudes, principios y valores socioculturales fundamentados en la cosmovisión del pueblo maya, como el respeto y la veneración a diversos elementos del mundo. La espiritualidad y su principio de gratificación (nimanik) es una manifestación de grandeza de doble vía pues se refiere al contexto "el que da recibe y el que recibe merece". Este principio es extensivo al entorno natural y social.

Un ejemplo claro de este valor cultural y espiritual consiste en que la primera actividad que ser realiza es la invocación al Ajaw, creador y formador del cielo y la tierra (uk´ux kaj, uk´ux ulew), dueño y poseedor de los cerros y las montañas (rajaw juyub´, rajaw taq´aj), como puede observarse en el fragmento de invocación que se realiza según Ri Ch'abal' ke ri qati'qamaam (El rezo de nuestros abuelos) en la comunidad lingüística achi' (Cuadro 1).

El productor realiza la ceremonia espiritual en agradecimiento a un nuevo día, ciclo de producción o caída de lluvias. En cada esquina de la parcela, se invoca al Dios supremo, así como en el lugar acostumbrado para la alimentación (bajo sombra). Los materiales usados son cera, copal pon (incensario) y velas. En este ejercicio de espiritualidad y respeto a la naturaleza, según lo expresa Ixpatá J. citado por Bolvito (2003), los principales elementos involucrados en las invocaciones son: el abuelo Sol (ta' maam) dador de toda posibilidad de vida, la tierra que soporta las diversas formas vivas, el agua (lluvia) que todo ser viviente contiene, y el aire que trae y aleja espíritus.

4.1.2. Producción agrícola

4.1.2.1. Selección y limpia del área de cultivo

La selección del área para cultivo está determinada por los tipos de tenencia de la tierra. Para las comunidades lingüísticas achi', kaqchikel, mam y poqomchi', esta tenencia es individual y comunitaria, y en ésta predominan los minifundios. Cuando se tiene oportunidad de seleccionar el área, se prefieren extensiones con cobertura de vegetación, árboles, arbustos y hierbas, ya que permiten obtener recursos como leña, frutos. Además, se aprovecha la madera para construir corrales para aves, ganado porcino e incluso para reparación de cercos de la misma parcela.

Al realizar la limpieza del área, se evita el corte de los árboles con follaje amplio, mayor altura y diámetro, respetando su edad y

Cuadro 1. Fragmento de rezo de la comunidad lingüística achi'

Idioma achi'	Idioma español
Chusutinib'al kaaj	En la vuelta del cielo
Chusutinib'al uleew	En la vuelta del sol
Che ri relib'al q'ij	Allá en la salida del sol
Che ri relib'al saq	En la salida de la claridad
Che ri relib'al iik'	En la salida de la luna
Che ri relib'al ch'umiil	En la salida de las estrellas
Chiri k'uri xpe rusaqiriik	Allá es donde vino el amanecer
Chiri k'uri xpe rupakatajik	Allá vino la aurora
Ri loq'alaj uwilaj uwach uleew	Sobre nuestra sagrada tierra

Fuente: Janssens Bert, *El rezo de nuestros abuelos*



Figura 2. Quema y preparación del terreno para la producción de granos básicos
Crédito: Janssens, B.

beneficios. La limpia en sí implica amontonamiento y quema de residuos espinosos (Figura 2), así como amontonamiento en lugares pedregosos o cercos; Bolvito (2003).

En las áreas pedregosas es común ver cúmulos de piedras en las parcelas, como mecanismo de manejo del suelo. Esto evita que el desorden funcione como hospedero de plagas. La parcela debe presentar orden y estética, de esta manera se expresa armonía, esmero y dedicación como reflejo de la realización de un buen trabajo.

4.1.2.2. Selección de la semilla

La selección de semillas es una actividad importante en el proceso de producción, especialmente de maíz, frijol, ayotes, maní, y habas; asimismo, en el manejo de especies arbustivas y especies maderables. En las comunidades lingüísticas, los conocimientos tradicionales sobre selección de semilla son (Bolvito 2003):

Maíz. En el caso del maíz, se consideran características de la mazorca como:

a. Forma, generalmente presenta mayor diámetro en la base disminuyendo hacia el ápice.

b. Tamaño

c. Disposición de la envoltura, que debe cubrir la totalidad de los granos y cinco centímetros de longitud del ápice de la mazorca.

En el pueblo maya se consideran como elementos de selección los siguientes:

a. Los granos del ápice de la mazorca están expuestos a plagas y enfermedades, se cree que por ser los últimos en desarrollarse aún les falta completar su ciclo de formación.

b. Los granos de la base tienen un lugar preponderante en el pensamiento maya, son los primeros granos en formarse, se les guarda respeto y se discute su uso como semilla. De lo anterior, se concluye que deben seleccionarse semillas de la parte media de la mazorca.

Otro elemento de selección de las semillas es la forma de los granos: a) esférica, y b) rectangular; los primeros se dan en los extremos, los segundos en la parte central. El embrión de la semilla de forma esférica es pequeño y deforme, a diferencia de la semilla de forma rectangular, en la cual el embrión es de ma-

yor tamaño (longitud) y de forma bien definida. De acuerdo con Sis (2007), los granos que se seleccionan para semillas son los de forma rectangular.

Las formas de almacenamiento del material destinado para la selección de semillas influyen sobre su calidad y viabilidad. En la comunidad lingüística achi' se definen dos formas:

a. Colgar las mazorcas seleccionadas sobre varas en el corredor o en la cocina (Figura 3).

b. Ordenar las mazorcas dentro de la vivienda.

Frijol. El énfasis para la selección se encuentra en el almacenamiento del grano, que se hace en ollas de barro y bolsas de fibras de maguey. La semilla seleccionada debe presentar las siguientes características:

a. Completamente seca, lo cual se corrobora con la mano al dejar caer un puño de granos a 20 cm del suelo, lo que debe producir un sonido característico.

b. Las semillas presentan un brillo intenso que indica que no están húmedas y se encuentran en buenas condiciones.

c. Sin daños provocados por plagas o enfermedades.

Ayotes. Los ayotes se cosechan, se almacenan en el patio y se consumen conforme se necesite. Al momento de seleccionar la semilla, se escogen los ayotes que presenten buen aspecto, forma y tamaño. Se parte el fruto y se sacan las semillas. Éstas deben presentar un aspecto maduro y tamaño y volumen adecuados, comprobados con los dedos. Las semillas que se extraen se sacan al sol y se almacenan en tinajas o recipientes llamados toles.

4.1.2.3. Siembra

Teletor (1955) indica que la siembra, ya sea en invierno o en verano (regadío o montaña), se inicia con la realización de la ceremonia de agradecimiento. Además, señala que la técnica tradicional de disposición y estructuración de los cultivos involucra distancia de siembra, composición de especies, profundidad de siembra de las semillas y la temporalidad.

La distancia de siembra es de una vara entre surcos y media vara entre plantas. Según los abuelos, con una distancia mayor se perdería espacio y con una menor disminuiría la producción. La distancia debe propiciar



Figura 3. Formas de amarre de las mazorcas que servirán de semilla. Éstas se cuelgan en la cocina
Crédito: Instituto Telesecundaria. Rabinal

el desarrollo de otras especies como miltomate, bledo, verdolaga, *maqar*[2] (hierba comestible), quilete, chipilín, ayote o frijoles de enredadera. En algunas ocasiones, los productores planifican duplicar el espacio entre surcos para sembrar otra especie en asocio, como se indica en el Cuadro 2.

La importancia del cultivo en asocio de maíz-fríjol-ayote reside en que las hojas de maíz dan sombra a las plantas de frijol y ayote; el frijol se sujeta a la milpa para crecer; las hojas de ayote cubren la tierra, manteniéndola húmeda, evitando que crezca maleza y previniendo la erosión; y los frijoles nutren la tierra ayudando a que crezca el maíz y el ayote (Ramírez, 1999).

En cuanto a la profundidad de siembra, en laderas se recomienda que ésta sea aproximadamente de cuatro a siete centímetros, mientras que en áreas planas, depende de la profundidad del arado[3].

La forma de sembrar requiere de dos a tres granos de maíz por una semilla de ayote y una semilla de frijol (Ajpacajá y Aguilar, 2001). En la comunidad lingüística kaqchikel se acostumbra sembrar siete semillas por postura, con la siguiente explicación antropológica:

a. Una destinada al pobre (hambriento)

b. Una destinada al ladrón

c. Una destinada a las aves

d. Una destinada a otros animales

e. Tres destinadas al dueño

Entre las variedades de frijol y ayote utilizadas en asocio, se pueden mencionar:

1. Semilla de ayote saqil k'um (*Cucurbita moschata*) (pepita y pulpa) de la que se aprovechan hojas, flores y semillas, la pulpa se consume en conservas.

2. Semilla de ayote sakil k'um (*Cucurbita argyrosperma*) (pepitoria) se aprovechan hojas, flores y semillas, la pulpa se destina a la alimentación de animales, especialmente cerdos y aves de patio.

3. Semillas de frijol: enredaderas, garbanzos, ixtapacal y el petenero.

La fecha de siembra del cultivo del maíz depende de la variedad, como sigue:

a. La variedad 2-15 (ch'utiq jal') se siembra con las primeras lluvias a finales de mayo o principios de junio.

b. La variedad maíz grande (nimaaq jal') se siembra a finales de julio o principios de agosto, así se aprovechan las últimas lluvias, como se resume en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Tipos de asocio en la producción agrícola en la comunidad lingüística achi'

No.	Tipo de asocio
1	Maíz - frijol negro - ayote
2	Maíz - maní - frijol de enredadera
3	Maíz - ayote saqil' - ayote saqil' k'um
4	Maíz - frijol enredadera - ayote saqil' - ayote saqil' k'um

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Variedades de maíz y períodos de siembra, en comunidad lingüística achi'

Maíz (variedad)	Período de siembra																									
	Mayo					Junio					Julio					Agosto					Septiembre				
Ch'utiq jal' (2-15)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Canícula (veranillo)											X	X	X	X	X	X	X								
Nimaaq Jal' (3-4)																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Esta práctica coincide con el inicio y finalización de la canícula (veranillo) de julio a agosto. El Cuadro 4 hace referencia al período de siembra-cosecha de las variedades respectivas.

Para resembrar, se observa si existe una sola especie y se siembran una o dos especies con el objetivo de tener las tres especies en una misma postura de siembra.

La resiembra se realiza diez días después de la siembra, período en que las semillas viables han germinado, las demás se consideran perdidas por diferentes causas y condiciones.

4.1.2.4. Limpias

La limpia es una práctica agrícola permanente. La primera se realiza de quince a veinte días después de la siembra, en este tiempo las raíces aún no se extienden y resulta oportuno eliminar las malezas. Para realizar este trabajo se emplea azadón en áreas planas, y machete o calabozo en áreas escarpadas.

Existen especies que se protegen al realizar la limpia, porque constituyen parte de la dieta alimenticia familiar o para preparar alimentos en la parcela. En la comunidad lingüística achi' se mencionan: bledo (*Amaranthus spp.*), chipilín (*Crotolaria sp.*), macuy (*Solanum sp.*), verdolaga (*Portulaca sp.*), maqar (*Gallinsoga sp.*), chiltepe (*Capsicum sp.*), miltomate (*Physalis sp.*) y apazote (*Chenopodium sp.*), entre otras. La cantidad de especies y población es indicadora de buena producción asociada a suelos fértiles.

Generalmente estas especies se cultivan entre las filas (surcos), y son transplantadas si se encuentran a pie de planta (milpa).

A los veinte días después de la primera limpia se realiza la segunda (kaamul' o calzado). Consiste en colocar bultos de tierra al cuello de la raíz de la milpa, aproximadamente entre diez y quince centímetros sobre el suelo. El tiempo que se emplea en la realización de la tarea es determinante para minimizar los daños causados por el viento (quebraduras y arrancamiento).

4.1.2.5. Fertilización, control de plagas y enfermedades

Para mejorar la fertilidad de los suelos, el productor utiliza residuos de cosechas anteriores, materiales como tusa, olote, caña de milpa o plantas de frijoles y ayotes; además, desechos que se obtienen del hogar: cenizas, hojas y estiércol entre otros. Estos materiales se distribuyen en la superficie del terreno (Figura 4), y en algunos casos son incorporados directamente al suelo a una profundidad de entre 10 y 15 centímetros. Sin embargo, cuando se cuenta con ganado bovino y equino los residuos son utilizados para su alimentación.

Cuadro 4. Variedades de granos básicos (maíz, frijoles, ayotes) existentes en la comunidad lingüística achi', por período de siembra-cosecha

Variedad (idioma)	Color	Período (siembra-cosecha)
Maíz ch'utiq jal'	Blanco, negro, amarillo, rojo	60 - 75 días
Maíz nim jal'	Blanco, amarillo, negro, rojo	100 - 120 días
Frijol ch'utin uq'ij	Negro y blanco	60 - 75 días
Frijol rij abix (ch'utin uq'ij)	Negro, rojo, amarillo, blanco	75 - 90 días
Frijol rij abix (naj Uq'ij)	Negro, rojo, amarillo, blanco	150 - 180 días
Frijol tz'uklik	Negro, amarillo, rojo, blanco	60 - 75 días
Ayote saqil'	Blanco tigreado	80 - 100 días
Ayote saqil' k'um	Varios (blanco hueso, amarillo, verdes, rosados, entre otros)	90 - 120 días

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a enfermedades y plagas que atacan los cultivos en asocio, generalmente no existe control, en algunos casos se aplican cenizas.

4.1.2.6. Cosecha

Para organizar y realizar la cosecha, la plantación debe presentar ciertas características, entre ellas: secamiento uniforme de la plantación, las plantas de resiembra requieren tiempo adicional para el cierre de su ciclo de vida.

Para realizar la cosecha resulta importante la organización familiar. Cada miembro de la familia debe cumplir un rol:

a. Cada integrante se presenta a la parcela con sus respectivos instrumentos de trabajo.

b. El ama de casa tiene como responsabilidad la alimentación.

c. Los niños también colaboran en la cosecha del maíz, corte de frijol, maní y ayotes, cuya producción depende de la cosecha de flores, hojas (preparación de boshboles) y brotes apicales (puntas de ayote).

La comunidad lingüística achi' celebra el día de la cosecha el 15 de agosto de cada año. Se realizan actos espirituales de acción de gracias, y se cocinan elotes, tamalitos de elote, elotascas y atol de elote.

4.1.2.7. Almacenamiento

Luego de la cosecha, el producto es acumulado en el patio o corredor de la casa, donde se seca y selecciona, tanto para consumo como para semilla. Desde este momento el productor se involucra en el almacenamiento definitivo de sus productos, para lo cual construye una cama a veinte centímetros del suelo para prevenir el ataque de mohos y roedores (Figura 5).

Según Bolvito (2003), esta cama se elabora con varas de patascoba (*Luehea speciosa*) o de tanil[4], sobre cuatro a ocho postes que forman un cuadro. Se procede a amarrar las varas sin dejar espacios. De manera paralela a los postes se colocan varas con el fin de formar otra pared que sirva de sostén. Una es la cara del cuadro, donde se realiza el ordenamiento de las mazorcas.

Al ordenar las mazorcas se procura que éstas sigan un patrón opuesto en cuanto a base y



Figura 4. Aplicación de residuos vegetales al suelo
Crédito: Bolvito, J.



Figura 5. Almacenamiento de maíz, comunidad lingüística achi'. Crédito: Bolvito, J.

punta, es decir, que se encuentren. Al colocar dos mazorcas con las puntas hacia la misma dirección, se crea un espacio entre las bases, que puede ser ocupado por la punta de otra mazorca, y entre las puntas queda un espacio que puede ser ocupado por la base de otra mazorca. La razón de este ordenamiento es el aprovechamiento del espacio y no propiciar condiciones para el anidamiento de roedores e insectos.

El productor recolecta ramas de salsicate (*Croton ciliatoglanduliferus*), planta que tiene un efecto repelente sobre insectos y roedores. A cada capa de entre quince y veinte centímetros se coloca esta especie en puntos clave (esquinas, extremos y centro), luego se procede de nuevamente al ordenamiento descrito en el párrafo anterior. No se utilizan productos químicos debido a que los residuos vegetales se utilizan posteriormente como alimento para animales.

4.1.3. Manejo de otros sistemas agrícolas

4.1.3.1. Huertos frutícolas

En la comunidad lingüística achi', las familias cuentan con huertos frutícolas que se denominan vegas. Según Teletor (1955), las especies de mayor presencia en estos huertos son: naranja (*Citrus sp.*), caña de azúcar (*Saccharum sp.*), mango (*Manguifera sp.*), chile (*Capsicum spp.*), nance (*Byrsonima sp.*), güisquil (*Sechium sp.*), ñame (*Dioscorea sp.*), anona (*Annona spp.*), café (*Coffea sp.*), banano (*Musa spp.*), sunsa (*Licania platipus*), y para sombra especies del género *Inga* como machetones, paternas, cuxines, zapote (*Pouteria sp.*), madre cacao (*Gliricidia sp.*), manzana rosa (*Eugenia sp.*), guapinol (*Hymenaea sp.*). En esta comunidad sobresale el cultivo de naranja (*Citrus sp.*), destinado al mercado local y regional.

En los huertos frutícolas de la comunidad lingüística poqomchi' es posible observar: pacayas (*Chamaedoria sp.*), guayabas (*Psydium sp.*), aguacates (*Persea sp.*), plantas ornamentales, anonas (*Annona sp.*), bananos (*Musa spp.*), higuerillo (*Ricinus sp.*), mora (*Rubus sp.*), güisquil (*Sechium sp.*). El principal cultivo es la pacaya, destinada al mercado local y regional.

En los huertos frutícolas de la comunidad lingüística achi' se destinan extensiones para la siembra de maíz, frijol y forrajes como el zacatón (*Panicum maximun*) para uso animal.

Asimismo, se cultiva sacatinta (*Indigofera sp.*) para teñir hilo blanco, con el que tejedores matizan vistosos perrajes y cortes de color rojo y negro. Se cultivan también taniles (varas) para diferentes usos, principalmente la construcción de casas y ranchos, en las que sirven de sostén de la teja y/o paja. Las plantas ornamentales juegan un rol importante dentro de la vega, se conservan y protegen especies de enredadera como el chorrocón (*Philodendrum sp.*) de tres puntas utilizadas para las fiestas (Teletor, 1955).

4.1.3.2. Huertos familiares

De acuerdo con Azurdia y Leiva (2000), la forma más evidente del manejo de especies y su reproducción en un ecosistema recreado o natural es la de los huertos familiares, que son una combinación de plantas entre las que se incluyen árboles, arbustos y hierbas desarrollados en forma adyacente a una casa o a un componente del hogar. Los huertos familiares forman parte de la cultura de los pueblos mayas para diversificar sus cultivos y garantizar la alimentación. Para ello cuentan con una variedad de especies vegetales principalmente; sin embargo, la diversidad de flora permite el desarrollo de especies de fauna, que temporalmente forman parte de la alimentación. El manejo de huertos familiares y frutícolas ha permitido la reproducción y sobrevivencia de especies animales como cenzontles, clarineros y chachas.

4.2. Biodiversidad y manejo de la vegetación

El conocimiento tradicional maya en relación con la vegetación y el funcionamiento de los ecosistemas está estrechamente relacionado con la experiencia práctica de acercamiento a los recursos naturales, a la facilidad de acceso y a la distribución natural de dichos recursos en los territorios ocupados por las diferentes comunidades lingüísticas. Este conocimiento de las especies vegetales, e incluso animales, y su uso, puede verse reflejado en cuatro grandes modalidades de información:

a. Conocimiento taxonómico vegetal

b. Toponimias

c. Prácticas de uso de las especies

d. Manejo forestal

4.2.1. Conocimientos teóricos: taxonomía vegetal

Uno de los grandes ámbitos del conocimiento tradicional de las comunidades lingüísticas mayas sobre la biodiversidad está relacionado con el conocimiento de la flora desde el punto de vista de su identificación "botánica" popular. Es decir, del conocimiento de las especies por medio de nombres comunes en los idiomas locales y la capacidad de diferenciación entre ellas.

La existencia de un nombre común en el idioma maya local está asociada al desarrollo paralelo del idioma en la identificación de las características y propiedades de cada una de las especies de flora y fauna. En muchos casos, el nombre maya de la flora, traducido literalmente al castellano, expresa ideas sobre características o propiedades como colores, formas, similitudes con animales, usos por otras especies o por el mismo ser humano. De acuerdo con Hosting (1998), por ejemplo, en el idioma mam, una especie de *Cirsium sp.* es reconocida con el nombre de saq ch'i'x, que literalmente quiere decir espina blanca.

La taxonomía vegetal tradicional mam consiste en un sistema de nueve categorías, de las cuales siete corresponden a plantas silvestres, una a plantas domesticadas o cultivadas y una al grupo de los hongos. Mientras que, para la comunidad achi', las categorías

Cuadro 5. Categorías botánicas, comunidades lingüísticas mam y achi'

Mam	No. de especies	Achi'	Correspondencia en castellano
1. Aq'	15	Kuu'm	Bejucos
2. Ch'ech'	4		Mecates
3. Ch'i'x	7	K'iix	Hierbas y arbustos espinosos
4. Chum	3	K'im	Pastos
5. K'ul	88	Ag'ees	Hierbas, arbustos
6. Qjik'	5	Su'	Carrizos
7. Tze	68	Che'	Árboles, arbustos
8. Awal	20	Tiko'n	Plantas cultivadas para la alimentación
9. Tx'yol	No definido	Uxkin Che'	Hongos, setas

Fuente: Hosting (1998) y Bolvito (2007)

se reducen a ocho, tal como se muestra en el Cuadro 5. Estas categorías son morfológicas más que funcionales, con excepción de los vegetales cultivados.

Dentro de estos grupos botánicos, los más difíciles de conocer corresponden a la categoría de las setas. No existe dentro del conocimiento tradicional mam una alta diversidad o profundidad de dominio de este grupo, Hosting (1998). Una de las sistematizaciones realizadas con la comunidad lingüística kaqchikel refiere el manejo de 15 diferentes especies, tal como se muestra en el Cuadro 6, Herrera (1991).

4.2.2. Conocimientos aplicados: toponimia

Según Hosting (1998), el conocimiento de la flora silvestre por las comunidades lingüísticas achi', poqomchi', kaqchikel y mam, objetos de estudio del presente análisis, puede verse claramente reflejado en la toponimia; es decir, los nombres con que estas comunidades llaman a las diferentes áreas geográficas de sus tierras y sus territorios. Por ejemplo, en la cultura mam los topónimos que se refieren a las plantas son muy abundantes e indican la presencia actual o histórica de la flora silvestre o cultivada. Esto puede observarse con claridad en el Cuadro 7, donde se hace referencia a árboles tales como el pinabete, el aguacate, el roble, el aliso, el ciprés, el cerezo, el encino, el palo colorado, el sauce, el pino y el durazno.

4.2.3. Conocimiento técnico: uso de las especies vegetales

El conocimiento del uso de las especies vegetales ha surgido en las comunidades mayas como una respuesta a la satisfacción de necesidades productivas, sociales y espirituales, ya que constituyen los recursos inmediatos alrededor de las poblaciones. Uno de los casos documentados en la cultura mam se ejemplifica en el Cuadro 8, en el que se evidencia cómo las especies conocidas por esta comunidad tienen algún tipo de utilidad alimentaria humana o animal, medicinal, artesanal, comercial, espiritual u ornamental.

Teletor (1955), clasifica las especies de flora de la comunidad lingüística achi' por su utilidad. Por ejemplo, tinturas, construcción y extracción de resinas, tal como se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 6. Nomenclatura de los hongos en la comunidad lingüística kaqchikel

Nombre tradicional	Traducción	Nombre científico
Q'antzuy	Tecomate amarillo	*Amanita caesarea*
Rati't q'antzuy	Abuelo de tecomate amarillo	*Amanita gemmata*
Rusemit kuk	Semita de ardilla	*Boletus edulis*
Q'anxul	Hilachado amarillo	*Cantharellus cibarius*
Xikin b'ur	Oreja de burro	*Helvella elastica* *Helverra crispa*
Raq' wakax	Lengua de vaca	*Hydnum repandum*
Uparatza'n aq	Trompa de cerdo	*Hypomyces lactiflorum*
Hamacaría	Xara amarilla	*Lactarius deliciosus*
Upawi'xar	Sombrero de xara	*Lactarius indigo*
Xar	Xara	*Lactarius indigo*
Rixk'aq tz'ikin	Uña de pájaro	*Ramaria flava* *Ramaria stricta*
Ujolom gall	Cabeza de gallo	*Ramaria flava*
Rismachi' abr	Bigote de cabra	*Ramaria flava*
Rati't kaqix	Abuelo de tecomate rojo	*Russula emetica*
Kaqix	Rojizo	*Russula lepida*

Fuente: Herrera (1991)

Cuadro 7. Ejemplos de topónimos de la cultura mam

Nombre mam	Significado en castellano	Municipio actual
Pa'x oj	Pax = quebrado, oj = aguacate	
Pajtxaq	Pinabete	Huitán, Palestina
Q'eq k'ol	Roble (roble negro)	Huitán
Q'inkyaq	Lugar donde cae tempestad y hacen costumbre los ajq'ij	San Juan Ostuncalco
Ta'lma'x	Agua de planta maxh	C. Chiquirichapa
Ta'lmukun	Agua de mukun	Ostuncalco, La Esperanza
To ikoj	Entre árboles de ikoj	Cajolá, Cajolá Chiquito
To q'anze	Entre alisos	Cajolá, Xetalb'iljoj
To tzsis	Entre cipreses	Cajolá, Centro
To xkminchil	Entre cerezos	Cajolá Chiquito

Fuente: Hosting (1998)

Cuadro 8. Uso de especies vegetales en la comunidad lingüística mam

Nombre científico	Uso de la especie
Passiflora sp.	Los frutos son comestibles y comerciables. Las hojas y frutos se usan como zacate para las ovejas.
Lobelia cardinalis	Frutos comestibles. Antiguamente los bulbos servían como alimento, cuando escaseaba el maíz.
Passiflora sp.	Como material de amarre de corral y casas de pajón. Para aro de coronas de difuntos. Los frutos no son comestibles. Su consumo causa vómito. Se le considera venenoso.
Microsechium sp.	La raíz sirve como jabón. Se tritura con una piedra hasta que sale la espuma. Con esta espuma se enjabona la ropa o se remoja en ella. No destiñe. Las guías y hojas sirven de comida al ganado vacuno.
Cuscata jalapensis	Como colorante: cuando antes los pastores hacían pita, redes o morrales los pintaban con el agua del Xhq'an ich'. El color que destiñe es amarillo.
Agave sp.	La punta tierna del tallo, la inflorescencia y la parte gruesa de la hoja verde sirven como jabón. Se machaca y comienza a producir espuma. Muy usado para mojones. Como mecate sirve para amarrar corrales, leña, verduras, madera y pajón de techo en la construcción de casas. Con el tallo de la flor se hacen cercos. La hoja blanca del centro se utiliza para adornar la cruz del tres de mayo. Sirve también para fabricar chicotes y arrear ovejas.
Yucca elephantipes	Para cerco y mojones. Es una planta ornamental. No sirve para fabricar pita porque las hojas son muy cortas y las fibras no resisten. La flor que sale en la punta es comestible cuando se cosecha tierna. Los niños usan el cogollo como silbato.
Aloe vera	Uso medicinal contra úlcera y gastritis. Se come verde o se cuecen las hojas y se toma como infusión.
Solanum torvum	Uso medicinal para quebraduras y zafaduras. Las hojas son comidas por el ganado equino, también se usa como broza y leña.
Opuntia guatemalensis	Los frutos son comestibles. Se planta como cerco. El jugo de las hojas sirve como pegamento para papel.
Muhlembergia gigantea	De la raíz se hacen escobas y cepillos. Las hojas secas sirven para techar casas, y como zacate para caballos y vacas cuando están tiernas. El pajón puede colocarse al fondo de las ollas para que no se quemen los tamales. También se usa como material de embalaje para el transporte de ollas de barro y como cama de animales.
Plantago mayor	El cocimiento de las hojas se usa contra la diarrea, para quemaduras, contusiones y úlceras en la boca.
Nasturtium officinale	Sirve como alimento para ovejas y chompipes.
Verbena litoralis	Las hojas sirven de alimento a las ovejas. Uso medicinal para calentura, gripe y catarro. Se le considera una planta fresca porque quita la fiebre.
Rubus trilobus	Zacate para ovejas. Los frutos son dulces y comestibles. Las ramas sirven para confeccionar coronas.
Senecio cobanensis	Da buen olor en el temascal.
Pernettya cilata	Antiguamente se usaba para curar la rajadura de los pies. Las ramas verdes son buscadas para el baño en el chuj. Leña y broza.
Bidens pilosa	Es una hierba comestible, se usa como zacate de animales. Enterrándola sirve de abono.

Fuente: Hosting (1998)

Cuadro 9. Clasificación de plantas en la comunidad lingüística achi' de acuerdo con usos y beneficios

Clasificación	Arbustos, árboles
Plantas para teñir	Achiote, campeche, jiquilete, mora, palo del brasil, sacatinta, sangre de drago.
Plantas fibrosas	Bejuco de montaña ch'ojob', capulín, escobillo, izote, maguey, palmera de chwitenax, paxte, piñuela, maguey.
Plantas oleaginosas y resinosas	Amol, aguacate, arrayán, chicalote; otras como: girasol, higuerillo, hule, jaboncillo, maní, pino, sapuyul, copal pon negro y blanco.
Para construcción de viviendas	Ixcanal, guachipilín, ch'ojob'.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Conocimientos aplicados al manejo forestal

Los conocimientos tradicionales sobre bosques y manejo forestal tienen un marcado enfoque agroforestal, de suma importancia por su función como proveedor de leña, madera para construcción y frutas, tal como se muestra en los diferentes tipos de asocios:

a. En la comunidad lingüística achi', generalmente el asocio es maíz-frijoles-ayotes y especies arbustivas, arbóreas y frutales como jocotes, mangos, nances, guayabas, patascoba, palo jiote, timboque, flor amarilla, madrecacao e izote.

b. En las comunidades lingüísticas kaqchikel y mam, generalmente se observa asocio de maíz-frijoles-chilacayotes con especies arbóreas y frutales, principalmente pinos y aguacates.

c. En la comunidad lingüística poqomchi' se cuenta con sistemas de asocio de maíz-frijoles-güicoyes/chilacayote con especies arbóreas y frutales como pinos, árboles de hoja ancha, aguacates y árboles de sombra.

Las prácticas de manejo agroforestal en las cuatro comunidades son similares y responden al manejo de especies existentes según las características biofísicas del territorio y la propiedad de la tierra. En propiedad privada y familiar, la tierra es dedicada al manejo agroforestal; en las propiedades comunitarias, se aprovecha la madera para construcción de viviendas y extracción de leña; en propiedad municipal, el bosque es dedicado principalmente a la obtención de leña y madera; además, es utilizado como potrero comunitario.

4.3. Medicina maya y manejo terapéutico

4.3.1. Definición

Según Sanic y Patzán (2004), la práctica de la medicina en las comunidades lingüísticas mayas tiene un marco filosófico que la fundamenta. Por un lado, la concepción sobre la salud-enfermedad conjuga diferentes aspectos: al ser humano se le considera no sólo un ser biológico sino además un ser espiritual, social y natural, y los problemas de desequilibrio pueden partir de cualquiera de estos elementos del sistema. En este sentido, en las comunidades, la familia, los vecinos, el entorno social en general, Dios y la naturaleza, son importantes en el cuidado de la salud, y es difícil desagregarlos, son parte del sistema y no se entienden en sí mismos. Como conclusión se llega a que lo natural tiene que ver con lo social, y lo social con lo espiritual.

En el pensamiento maya, a la naturaleza se le considera no sólo como un ser vivo en términos biológicos sino además en términos espirituales, y es equiparable al ser humano. En este sentido, merece el mismo respeto y, por consiguiente, las reglas que funcionan para el ser humano funcionan en relación con los demás elementos de la biodiversidad, especialmente la flora y la fauna.

La medicina maya, según Sanic y Patzán (2004), se entiende como *la suma de todos los conocimientos teóricos y prácticos, utilizados para diagnóstico, prevención y supresión de los trastornos físicos, mentales o sociales, transmitidos verbalmente o por escrito de una generación a otra. Puede considerarse también como una práctica médica activa y experiencia ancestral*.

4.3.2. Actores de la medicina maya

Guorón (2001), en relación con la ciencia y la tecnología mayas, indica que en la medicina maya existe una organización social para facilitar los servicios de salud preventiva y curativa. En este contexto la familia, los vecinos y las autoridades ejercen un papel fundamental, son reconocidos por las comunidades como los referentes inmediatos y responsables de la salud.

- **Los padres y madres de familia.** Su función es dirigir a los infantes hacia prácticas cotidianas de salud preventiva.

- **Ajq'ij, guía espiritual.** Su función es mediar entre las fuerzas naturales cósmicas y las personas. Generalmente usa plantas: cortezas, pomadas o tinturas.

- **Ri iyom o Aj tuj (comadrona).** Encargada de la salud de las mujeres y los niños recién nacidos.

- **Ri ajkun (terapeuta).** Persona reconocida por la comunidad, se dedica a la medicina curativa con conocimientos terapéuticos, especialmente el uso de productos vegetales, animales y minerales, aplicando algunos otros métodos de origen social, cultural y religioso.

- **Ri ajb'aq (huesero).** Trata problemas de los huesos como las zafaduras y las fracturas.

En el libro *Encuentro de dos sistemas médicos: maya y occidental*, hay testimonios de actores de la medicina maya sobre la proyección comunitaria y servicios terapéuticos. Uno de los testimonios es de doña Tomasita que dice: *[…] cuando uno de verdad es su Don, su Don que Ajaw le ha regalado, entonces tiene que apoyar la salud, tiene que ver cómo hacer para llegar, y si lo hace con amor, con cariño, uno lo logra…*

Los actores de la medicina que aplican técnicas y métodos en el uso de plantas medicinales comparten testimonios sobre sus experiencias en ese campo. Doña Rosario, en el libro *Plantas medicinales y comadronas: manual para el personal de salud (2002)* indica que *[…] las plantas son como nosotros que tienen vida, que tienen sangre, hay que agradecerles, hay que pedir, que platicar, dar cariño también, por un rato que uno pueda andar entre las plantitas, platicar que yo estoy contento contigo porque diste salud…*

4.3.3. Medicina preventiva

Al hablar sobre medicina maya, es importante reconocer dos corrientes:

a. La medicina preventiva.

b. La medicina curativa.

El objetivo de la medicina preventiva maya es el mantenimiento del equilibrio entre frío y calor, energía positiva y negativa, trabajo y descanso. Según esta corriente, es importante prevenir los desequilibrios que provo-

Cuadro 10. Materiales vegetales y animales utilizados en las ceremonias de salud

No.	Material	Uso en ceremonias por la salud
1	Pom, resina de cuatro tipos: ensartes, bolas, cuilcos, guacalitos (resina compuesta que se utiliza en ceremonias mayas)	Como combustible y aromatizante
2	Miel de abeja o azúcar	Edulcorante
3	Incienso	Purificador del ambiente
4	Candelas de sebo	Para invocar a las y los antepasados
5	Ramas de chilca, ruda, pericón, romero, puro y limón	Para la limpieza de las energías que afectan la salud y la tranquilidad.
6	Huevos	Para la limpieza de las energías que afectan la salud y la tranquilidad. Para conocer el estado de las energías de la persona que se está tratando.
7	Sangre de ave	Ofrenda llamada toj para mantener la armonía y el equilibrio.
8	Licor, chocolate y chilate	Para que las diversas energías estén en armonía y no sufran sed.
9	Velas de cera de colmena o de sebo	Es parte de la ofrenda.

Fuente: Elaboración propia

can las enfermedades. Se pretende con ello encontrar el equilibrio y no curar la enfermedad, pues se cree que la manifestación del desequilibrio en el sistema es la enfermedad (Sanic y Patzán, 2004).

En las comunidades, los responsables de la salud promueven aspectos actitudinales como limpieza, orden e higiene para tener una vida y un ambiente sanos. Además, se requiere de la práctica cotidiana de valores y principios como respeto, solidaridad, ayuda mutua, equidad. Otro aspecto importante para lograr el equilibrio es ejercer la espiritualidad a través de la realización de ceremonias (kotz'ijanik) para ofrendar (tojnik) o como agradecimiento (maltioxik). En la realización de las ceremonias se emplean materiales obtenidos de la biodiversidad, como se observa en el Cuadro 10.

4.3.4. Medicina curativa

Guorón (2001), en *Ciencia y Tecnología Maya*, habla sobre la medicina curativa maya y se refiere a las metodologías, técnicas y tecnologías utilizadas en los tratamientos de enfermedades, entre las que sobresalen:

a. El uso del temascal

b. Los tratamientos a partir del uso de plantas y animales

c. La dosificación

Indica que el temascal, como terapia, produce efectos positivos en la piel, aparato respiratorio, sistema circulatorio, sistema nervioso, sistema digestivo, esguinces, golpes, torceduras e inflamaciones. Morales *et al*. (2003) se refieren a la ley de la maternidad y la buena salud y señalan que el temascal tiene usos especiales para facilitar la labor de parto, así como la recuperación de la madre después del mismo. El tratamiento curativo a través de plantas medicinales emplea materiales como huevos, flores, hojas, ramilletes tiernos de diferentes especies de plantas, aguarrás; bebidas calientes como chocolate y café. Así

como plantas y/o fórmulas alimenticias específicas, tales como: carnes secas, caldos y hierbas. Este conocimiento de fórmulas y su utilización varía de una región a otra y está relacionado con la presencia y la disponibilidad de la biodiversidad, tal y como se muestra en el Cuadro 11 que indica el número de especies reportadas para diferentes regiones del país.

La dosificación y preparación de las plantas medicinales en diferentes bebidas o emplastos es el complemento metodológico del tratamiento de las enfermedades por medios naturales. Según Sanic y Patzán (2004), existe variedad de formas de utilización de las plantas medicinales, como infusiones, cocimiento, maceración, jarabes, vapores, cataplasmas, entre otras. Una breve descripción de la preparación de los mismos, y las partes de la planta que se utilizan, se incluye en el Cuadro 12.

4.3.5. Enfermedades y su tratamiento

Para describir el tratamiento de enfermedades a partir de plantas medicinales, fue necesario realizar entrevistas con los actores responsables de la salud en las comunidades. Se hace referencia a tres enfermedades y a experiencias en su tratamiento.

4.3.5.1. U waa winaq (ojo)

Según Sis (2007), es una enfermedad común que ataca a personas de todas las edades, con mayor frecuencia a niños de 0 a 12 años. Por esta razón se define como *yab'il ke ak'alab'* — enfermedad de niños. Los procedimientos para determinar esta enfermedad consisten en:

a. Frotar un huevo de gallina en todo el cuerpo de la persona, luego se arroja en un recipiente con agua, si el huevo toma forma de telaraña en el agua, se confirma la enfermedad.

b. Frotar dos manojos de ruda (nueve ramas de ruda por manojo) en todo el cuerpo de la persona, luego se queman; se confirma la enfermedad si las ramas al quemar suenan como cohetillos; para determinar el sexo de la persona que causó la enfermedad, se codifica cada manojo: hombre o mujer.

Cuadro 11. Número de plantas de uso medicinal reportadas para diferentes regiones de Guatemala

Región	No. de plantas	Año de estudio	Investigador
Sierra de las Minas	305	1998	Orellana (1998)
Altiplano de Quetzaltenango	120	1998	Hosting (1998)
Region kaqchikel	28	1966	Bremme (1966)
Suchitepéquez	20	2003	Chavaloc (2003)
Jutiapa	157	1999	Martínez (1999)
Santa Rosa	85	1999	Morales (1999)
Zonas semiáridas: Progreso, Zacapa y Chiquimula	55	1999	Azurdia, Leiva y Ovando (2000)
Alta Verapaz (zonas cálidas)	75	1999	Azurdia, Leiva y Ovando (2000)
Alta Verapaz (zonas frías)	98	1999	Azurdia, Leiva y Ovando (2000)

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Formas de utilización y preparación de las plantas medicinales utilizadas para el tratamiento de enfermedades

No.	Formas de utilización	Preparación	Partes de la planta
1	Infusión o tisana	Cucharada de planta picada por taza de agua. Cocer en agua hirviendo. Colar y dejar reposar.	Semillas, frutos pequeños, flores y hojas olorosas
2	Cocimiento	Cucharada de planta picada por taza de agua. Cocer en agua hirviendo, 5 min. hojas y 20 min. cáscaras y raíces. Colar y dejar reposar.	Hojas, semillas, frutas pequeñas, cáscaras, raíces y tallos
3	Jugo	Picar, moler, raspar o exprimir.	Limón, naranja y zanahoria.
4	Maceración	Machacar y dejar en remojo la planta, con agua hervida (cusha) y dejar reposar por tres horas.	Hojas, frutas.
5	Plantas en tintura	Las plantas machacadas se vierten en un recipiente llenado con aguardiente, se deja reposar hasta por 15 días, se cuela y se guarda en frascos. Consumir por gotas.	Hojas, semillas, cáscaras, raíces, tallos y frutos.
6	Jarabes	Lavar y picar las plantas. Hervir 6 cucharadas por taza de agua. Colar y añadir 2 lb. de dulce raspado por media botella de cocimiento.	Hojas, semillas, cáscaras, raíces, tallos y frutos.
7	Vapores o inhalaciones	Cocimiento de la planta en un recipiente tapado. El enfermo respira el vapor.	Hojas, semillas, cáscaras, raíces, tallos y frutos.
8	Gargarismos	Se realizan enjuagues de boca y garganta con la infusión de la planta.	Hojas, semillas, cáscaras, raíces, tallos y frutos.
9	Cataplasmas fríos o calientes	Cocimiento de la planta desmenuzada, se coloca sobre una manta limpia y se aplica a la parte afectada. Para quemaduras, se machaca la planta limpia y fresca y se aplica.	Hojas, semillas, cáscaras, raíces, tallos y frutos.

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la enfermedad, el tratamiento recomendado es la preparación de un té de hierbabuena y alucema, cuya cantidad corresponde a 1 pizca (lo que se pueda tomar con tres dedos, ¼ de cucharada aproximadamente).

4.3.5.2. Ojob' (infección respiratoria)

Estas son enfermedades comunes y, según Xuc (2007), para su tratamiento se prepara un jarabe a base de ocote, ramas de eucalipto, buganvilia, hierbabuena y ajo, en las siguientes cantidades:

a. 1 canuto de ocote (canuto y medio de dedo)

b. 7 ramas de eucalipto

c. 1 taza de buganvilia

d. ½ taza de hierbabuena

e. 2 dientes de ajo (cocido entre 10 y 15 minutos)

Las hojas deben ser apagadas (medio cocimiento) en un litro de agua, luego se cuela

y se endulza con miel de abeja o panela. La dosis depende de la edad del paciente: si es mayor de edad (nim) se le proporciona una copa de té preparado cada 8 horas, y si es niño (ch'utin), dos cucharadas cada 8 horas.

4.3.5.3. Mala posición de bebés durante el embarazo

Algunas mujeres embarazadas, por diferentes razones, presentan problemas de posición inadecuada del neonato, que pueden provocar la muerte al momento del parto. La técnica común es determinar la posición de los glúteos y la cabeza del bebé (la región de los glúteos es de mayor tamaño) ya que toma la forma de un embudo. Se determina con candelas o con algún objeto de metal (oro o plata): se coloca el objeto sobre lo que se supone es la cabeza y éste empieza a ondear. Los síntomas de niño atravesado son: dolor de cadera, dolor de piernas, hinchazón de pies, problemas al dormir, caminar, intranquilidad. Según Sis (2007), el tratamiento es realizar tres tipos de masaje: sobado, frotado y friccionado.

4.4. Danzas, mitos y rituales

Aquí se recogen elementos de tres danzas, cinco mitos históricos y populares y algunos mitos cortos populares vinculados con la biodiversidad. Estas expresiones tienen profundas relaciones con la sostenibilidad y conservación de la biodiversidad y el medio ambiente.

4.4.1. Danzas

4.4.1.1. Definición

Baile y movimiento, continuamente de un lado a otro, los danzantes hacen diversas figuras. Existen varias clases de danzas:

a. La que se hace con espadas, palos y escudos en la mano, al compás de la música
b. La representación gráfica o literaria de un cortejo o baile
c. La danza con palabras

El "ritual" es un acto ceremonial o conjunto de reglas que se observan para realizar una actividad cotidiana, ya sea espiritual, económica, sociocultural o de otro tipo (Chávez, 1997). Muchos rituales están enfocados a la conservación de la naturaleza y sus componentes.

La palabra "mito" deriva del griego mythos, que significa "palabra" o "historia". Un mito tendrá un significado diferente para el creyente, para el antropólogo y para el filólogo. Ésa es precisamente una de las funciones del mito: consagrar la ambigüedad y la contradicción. Un mito no tiene por qué transmitir un mensaje único, claro y coherente (Chávez, 1997).

En la cultura de los pueblos indígenas en Guatemala se relatan mitos en el libro sagrado *Popol Vuh*; "Popol", es una palabra maya que significa reunión, comunidad, y "Vuh" se refiere a un árbol con cuya corteza se fabricaba el papel.

4.4.1.2. Descripción de las danzas

Las danzas se realizan desde las vivencias que marcan la existencia de la humanidad, en las relaciones de armonía con la madre naturaleza, como la danza de la siembra o la danza por la lluvia; el enamoramiento, la pedida, hombres y mujeres mayas tienen un espacio de participación en la realización de estos acontecimientos, la connotación es espiritual y de encuentro con la misma vida.

Se emplean instrumentos musicales ancestrales y materiales propios de las ceremonias mayas, como plantas y animales, entre ellos: pom[5], candelas y bebidas; las danzas involucran gestos de respeto o veneración hacia

otras personas o deidades (la concepción hombre-naturaleza), estos gestos pueden abarcar desde la inclinación del cuerpo en señal de respeto o veneración hasta extender la mano, hincarse o elevar la mirada hacia algún personaje (Ixtabalán, 2007).

4.4.1.2.1. La danza del Pix Pix

En el departamento de Huehuetenango se practica la danza Pix Pix, Abuela Mam (comunidad lingüística mam) Pi'x, en un altar sagrado maya; algunas mujeres suben al cerro para pedir por la lluvia y el agua, los alcaldes auxiliares las acompañan hasta las faldas del cerro, cinco mujeres realizan el baile, porque es considerado que la Abuela Pix escuchará a sus hijas (Ixtabalán, 2007). En la realización de la ceremonia que acompaña esta danza se utilizan diversos materiales, entre ellos pom, huevos, aves, alcohol, incienso, candelas, chocolate, azúcar, ocote y tabaco.

4.4.1.2.2. La danza de la siembra

Los danzantes realizan un simulacro de "la siembra del maíz", desde la siembra de la semilla hasta la recolección de la mazorca; el baile se realiza en parejas; el rol de las mujeres es llevar la bebida de masa de maíz a los hombres y ayudar a traer los frutos de la cosecha, como lo indica la Figura 6 (Ixtabalán, 2007). Regularmente los hombres llevan sombreros como reverencia al sagrado alimento, considerando el significado universal de "hombres y mujeres de maíz"; caracterizados como las personas que agradecen, que veneran al formador y creador y rinden homenaje por la creación.

4.4.1.2.3. Danza de la culebra

El kan (la culebra) es uno de los veinte nawales en la cosmovisión del pueblo maya. En la comunidad lingüística mam, el baile inicia con una ceremonia para pedir que la culebra llegue a la casa de la persona que la acompañará; esta persona deja una canasta cerca de su casa, donde la culebra llega a enrollarse.

Se realiza al compás del pito, el tambor y la chirimía; antes de iniciar el baile, la persona que tiene la culebra a su cargo le brinda el almuerzo, que incluye atole blanco de masa o bebidas embriagantes, luego inicia el baile.

Efectuado el baile o serie de bailes para los cuales fue llamada, la culebra se retira y desaparece en los bosques.

4.4.2. Mitos

4.4.2.1. El mito de la creación

El Popol Vuh relata la creación del mundo (Recinos, 1984) e indica que primero todo era silencio, había mucha calma. No había nada que estuviera en pie en toda la faz de la tierra, sólo existía el mar en reposo y un cielo apacible.

Todo era oscuro, solo Tepeu y Gucumatz (progenitores) estaban en el agua rodeados de claridad. Ellos son los que disponen la creación de árboles, bejucos, el nacimiento de la vida y del hombre. Se formó el Corazón del Cielo.

Mediante su palabra ellos hicieron emerger la tierra. Dijeron "tierra" y ésta fue hecha. Así, sucesivamente, surgieron el día y la noche, las montañas y valles, brotaron pinares. También se crearon las corrientes de agua y los arroyos corrieron libremente.

Luego crearon los animales: venados, pájaros, leones, tigres, serpientes, víboras, guardianes de los bejucos, entre otros. Éstos fueron hechos para cuidar a los árboles y a las plantas. Los animales se dispersaron y se multiplicaron, pero los creadores les dieron sus moradas respectivas, es decir, mar, tierra o aire.



Figura 6. Dramatización de la danza de siembra del maíz. Comunidad lingüística mam
Crédito: Romero, O.

Luego los creadores les dijeron que hablaran para que alabaran a sus creadores (a ellos), pero estos animales no hablaban, sólo emitían graznidos, chillaban o cacareaban. Entonces los cambiaron de hogar porque no conseguían que los adoraran ni los veneraran. Hicieron un segundo intento pero tampoco hablaron y, por lo tanto, fueron condenados a morir y ser la comida.

Ante el fracaso de que los animales no los veneraran, se dijeron que tenían que crear antes del amanecer algún ser que los venerara, por ello hicieron al hombre. Para tal fin tuvieron varios intentos:

1. Crearon al hombre de barro, pero éste no se podía sostener, no podía andar ni multiplicarse y se deshizo.

2. Luego trataron con madera, lo cual fue un gran avance, ya que los hombres hablaban y se multiplicaban, pero no tenían memoria (por lo tanto, no se acordaban de su creador), no gozaban de entendimiento, caminaban sin rumbo y andaban a gatas. Éstos fueron los primeros que habitaron la faz de la tierra, pero con el diluvio creado por el Corazón del Cielo murieron.

3. De tz'ite se hizo el hombre y la mujer, pero éstos no pensaban ni hablaban. Fueron aniquilados con resina y fueron desfigurados por las piedras de moler. Esto fue en castigo por no haber pensado ni en su madre ni en su padre.

4. Poco faltaba para que el Sol, la Luna y las estrellas aparecieran sobre los creadores cuando descubrieron lo que en verdad debía entrar en la carne del hombre. El Yac, Utiw, Quej y Joj fueron los que trajeron la comida para la formación del hombre. Esta comida se convirtió en sangre, y así entro el maíz por obra de los progenitores. Los hombres que fueron creados fueron cuatro: Balam-Quitze, Balam-Acab, Mahucutah e Iqui-Balam. Éstos son los nombres de las primeras madres y padres (hombres y mujeres de maíz) (Recinos, 1984).

4.4.2.2. Mito sobre el nacimiento

Cuando nace un bebé, se procede a sembrarlo[6] mediante una cruz al pie de un árbol o de una piedra, para que no muera y viva muchos años. De esta práctica se cita una experiencia en *Biodiversidad y Pueblos Indígenas* (2006): en una familia de Sibinal, San Marcos (comunidad lingüística mam) habían muerto seis hijos; por consejo de los vecinos, al séptimo lo fueron a sembrar al pie de un árbol y vivió.

Durante veinte días, a partir del nacimiento, se hacen baños (al recién nacido y su madre) en el chuj o tuj (temascal). Estos baños son acompañados de lienzos con hojas de níspero y manzanilla, entre otras plantas, con la piedra envuelta; después de los veinte días se entierra la piedra en un lugar sagrado. Con este ritual se considera que la vida será abundante en todos sus ámbitos (Morales *et al.*, 2003).

La interacción del ser humano con la naturaleza es fundamental en la vida cotidiana, desde el nacimiento hasta la travesía hacia el inframundo.

4.4.2.3. El mito del inframundo

La asociación Ixoq Ajaw, en el documento *Memoria de los abuelos*, hace referencia a que el inframundo está destinado a las personas que en su estancia en la Madre Tierra realizaron actos en contra de sus hermanos. En la cultura maya, se dice que cuando una persona tira una piedra u otros objetos en el abismo, al morir, su espíritu tiene que regresar a recoger esa piedra y devolverla a su lugar y entonces el espíritu sufre; de aquí proviene que los abuelos prohíban tirar basura en los abismos, ríos, lagos y en el entorno natural. Se indica también que habrá un tiempo en que nuestro planeta se acercará más al Sol, en ese tiempo cada uno de nosotros entraremos a la gran casa para verificar nuestros hechos en la vida real.

Como parte del mito del inframundo, se dice que cuando alguien ve sombras de reojo o los perros ladran o relinchan los caballos, se trata de un alma buscando restos de pelo, uñas, dientes y otros objetos que ha tirado en vida (Teletor, 1955). Con estas prácticas se inculca el respeto del hábitat natural y sus elementos.

4.4.2.4. El mito del surgimiento del maíz

El mito del surgimiento del maíz se basa en que "antes no existía el maíz". Los ajq'ijaab' realizaban sus peticiones al creador y formador, desde los altares sagrados, pidiendo al Corazón del Cielo y al Corazón de la Tierra que les proporcionara el alimento. En una de sus ceremonias apareció el pájaro joj, quien les habló y dijo: yo sé en dónde pueden encontrar ese alimento, son semillas; ustedes cumplan con el compromiso de dejar que el joj se alimente de esa semilla que ustedes cultivarán sin molestarse, y así lo acordaron (Romero, 2007).

De este mito puede exaltarse la convivencia equilibrada de la humanidad con los animales, que se alimentan de los cultivos y otros elementos de la naturaleza; esto se percibe como el cumplimiento del pacto entre la humanidad y la fauna, que se generaliza en la filosofía de complementariedad y de la relación hombre y naturaleza.

4.4.2.5. El mito del hongo en el maíz

En el departamento de Huehuetenango, el pueblo mam, cuando asolea el maíz, no permite que los pollos pasen encima de la cosecha porque las mazorcas salen con patas de pollo o chompipe (hongos), según sea el ave que pasó encima de la semilla (Romero, 2007).

En la actualidad, se encierra a las aves domésticas al inicio de la siembra y cuando se recoge la cosecha, para evitar los hongos y otros males del maíz. De igual manera sucede en la comunidad lingüística achi', el fin ulterior es minimizar los daños que causan las aves.

4.4.2.6. Mitos cortos transmitidos de manera oral

En las comunidades lingüísticas achi', kaqchikel, mam y poqomchi', se transmiten de forma oral diversos cuentos, leyendas y mitos:

- En la cosecha, si la persona no recoge los granos de maíz y las semillas, le saldrán granos; se cree también que el maíz tiene corazón.
- En el inframundo, el espíritu de la persona regresa a ordenar lo que en vida ha alterado.
- Si alguien roba se dice que "se quemó la mano", pierde más de lo que robó.
- Para ponerle huevos a la gallina clueca se debe ser trabajador, de lo contrario no nacen los pollos.
- Si se cazan muchos animales, el nawal de los animales hace lo mismo con la persona o el perro cazador desaparece por las montañas (Sum, 2007).

4.4.3. Rituales

4.4.3.1. El rito del uk'u'x (alma)

El carácter sagrado de la naturaleza se expresa en conceptos como: nuestra Madre Tierra, nuestro Padre Sol, nuestra Abuela Luna, que aparecen en las oraciones ceremoniales; se manifiesta en el reconocimiento del nawal (protector) de los montes y valles, ríos y lagos, mares y vientos. Se expresa también en los conceptos Uk'u'x Ulew, (Corazón de la Tierra), Uk'u'x Cho (Corazón del Lago), Uk'u'x Palow (Corazón del Mar). Todo lo que existe en la naturaleza tiene su razón de ser, su función y su protector (Ronojel ri K'âs, ri k'o chi ruwach'ulew: k'o ruq'ij rajawal) (Romero, 2007).

Sobre estos valores se educa a las personas desde su niñez. Se debe cuidar y proteger la tierra y la naturaleza; se orienta también para reconocer que la naturaleza nos mantiene la vida y por eso estamos íntimamente unidos a ella. La espiritualidad maya tiene en este valor la manifestación de uno de sus fundamentos y principios: la interrelación que existe entre la naturaleza, los seres humanos y el Corazón del Cielo (Uk'u'x Kaj).

La protección de todo lo que existe se aplica desde el supremo valor de la existencia humana y en los contextos de los elementos de la naturaleza, desde el valor de los actos y obras humanas hasta el equilibrio de las cosas, el ciclo de los fenómenos naturales, la vida de los animales y las plantas; desde el espíritu y el nawal de las personas, el espíritu y el nawal de la tierra, el mar, los ríos y los lagos.

El proceso de educación tiqapoqonaj (proteger todo lo que tiene vida), en la formación y la espiritualidad, es la fuerza que mantiene la relación solidaria entre las personas de la comunidad y entre los pueblos.

El awojb'anik es el ritual que la comunidad le da a la acción de ayudar a mantener la energía esencial del espíritu en el ser humano; por eso, en todo momento de la vida de la persona se debe procurar que la fuerza del espíritu no se debilite o se aleje de ella. Los árboles y las plantas tienen el espíritu de la tierra, por lo que también a las plantas y a la naturaleza se les procura awojb'anik para mantener su consistencia y vitalidad. En la

comunidad mam, ni'seipajlenaj significa *que no se vaya el espíritu de las personas y de las cosas*. Cuando se trata del cultivo de la tierra, también se procura que no se vaya el espíritu de la naturaleza aun cuando se va a tomar algo de ella: para eso se expresa el signo de ni' seipajlenal (Salazar y Telón, 1999).

El awojb'anik se manifiesta en los siguientes signos y prácticas sociales:

- En la relación interdependiente que mantienen las personas con la naturaleza.
- En el ritual de la espiritualidad maya.
- Atención del crecimiento y desarrollo a partir de la concepción y el nacimiento.
- En la atención de personas de todas las edades, especialmente en el cuidado y protección de la salud.
- En situaciones de peligro, enfermedad o accidentes.

Se practica awojb'anik cuando se inicia el trabajo en el campo, cuando se baja un árbol (pero si esto corresponde a la satisfacción de una necesidad de familia y no al enriquecimiento).

También se practica awojb'anik cuando se carga y descarga la leña que se trae del campo, cuando se comienza el trabajo de limpiar los espacios adecuados en los montes y los valles para cultivar la tierra, cuando se inician los trabajos de recuperación de la naturaleza después de agradecer –k'awomanik– los productos.

Ligada a los ritos, se ha establecido la capacidad de percibir, orientar e interpretar las señales del tiempo. Cada año tiene su significado, sus señales, sea bueno o malo pues todo está sujeto a los cambios de la naturaleza. En el documento *Memoria de los abuelos*, de la asociación Ixoq Ajaw, se mencionan los mitos siguientes:

- Cuando la Luna está a la mitad, una mitad oscura y otra mitad clara, significa enfermedades en general.
- Cuando el Sol aparece con una cola: habrá guerras.
- Cuando el Sol tiene tres vistas grandes: va llover y habrá granizo.
- Cuando las nubes en las mañanas opacan al Sol: habrá suficientes lluvias.
- Cuando las nubes se ponen de color rojo: se aproxima el invierno o el verano será corto.
- Cuando los perros ladran por las mañanas: problemas familiares o de la comunidad.
- Cuando las reses braman por las noches: lluvias.
- Si los pájaros gallinas y gallos cantan varias horas: ya está cerca la lluvia.
- Si las nubes están bien blancas por escalas: lluvias.
- Si las nubes son de color rojo entechado, como tejas: terremotos (Chocoy *et al.*, 2005).

4.5. Artes, cerámica, tejidos y diseños

4.5.1. El morro y el nij

El fruto del árbol de morro se utiliza para la elaboración de recipientes con varias finalidades sociales y culturales. Es una expresión maya prehispánica que combina la utilización de los recursos naturales, el arte y la técnica. Entre los productos que se fabrican con este



Figura 7. Guacales elaborados a partir del fruto del árbol de morro (*Crescentia sp.*)
Crédito: Bolvito, J.

fruto se encuentran: recipientes para bebidas frías y calientes (jícaras y guacales), cucharas, alcancías y chinchines.

Para su elaboración, el fruto se corta por la mitad, se cuece con la pulpa, se seca y limpia; para mejorar su acabado se lija y pule con hojas de un arbusto conocido en Rabinal, Alta Verapaz, como chaparro. El uso del color natural está comúnmente destinado al ambiente doméstico. El de color negro es producto de la aplicación del nij y se decora con incisiones blancas, por medio de un instrumento conocido como cotobal, o con diversos colores aplicados con hisopos. El color rojo (Figura 7) es el que comúnmente se observa en los mercados. También puede ejecutarse la técnica del pirograbado, a través de una rama del arbusto ixcanal (Teletor, 1955).

El nij, que aparece en la Figura 8, es una especie de cera obtenida a través de la maceración de un insecto (*Laveia sp. Homoptera; Margarodidae*), cuyo cuerpo está compuesto principalmente de grasa, el cual se mezcla con hollín o achiote. Este insecto tiene sólo una generación al año y las hembras llegan a poner hasta mil quinientos (1,500) huevos de color naranja. Las hembras mudan cuatro veces, a intervalos de un mes, y después de la cuarta están listas para el apareamiento. Los machos, en cambio, dejan de alimentarse después de la segunda muda y buscan un lugar para encapullarse. A los dos meses emergen con alas. En esta condición viven pocos días, ya que después de copular con la hembra mueren. Los machos son aproximadamente el 10% de la población de estos insectos. Para obtener el nij, se guardan en jícaras las hembras más grandes. Después del primer aguacero los huevos explotan y las larvas se colocan al pie de los árboles. Durante el invierno se alimentan y al final de la época lluviosa los insectos son recolectados. Se lavan en el río para quitarles un polvo grasoso que desarrollan. Son cocinados y triturados en una manta que deja pasar solo la grasa, la cual es de color amarillo, y se forma un bloque (Martínez, 2006).

El cultivo del nij es una actividad de vivencia cotidiana del pueblo achi' de Rabinal. La conservación de esta especie en la naturaleza y su práctica contribuyen a la interacción familiar y a la generación de ingresos, por lo

que se le considera un elemento cultural de alto valor.

El texto *Jumaj wach Ajchiqawach, Identidad Achi'*, afirma de esta especie que "pacha nee'" que literalmente se traduce como "es como bebé"; es decir, cita el carácter delicado del nij, que debe ser tratado como un bebé; puede padecer de enfermedades e incluso está propenso al mal de ojo, con la especificidad que el mal de ojo en el nij no tiene antídoto, se pierde el cultivo.

4.5.2. El barro

Una de las artes ampliamente desarrollada por el pueblo maya es la alfarería. En Rabinal, los miembros de la cofradía, conocidos como alfareros socios, trabajan el barro para la elaboración de objetos de uso en los hogares, produciendo tres tipos de cerámica: roja, pintada y torneada. La norma consuetudinaria establece que cada uno debe pagar una contribución anual en función de la cantidad de barro que extrae (Teletor, 1955).

La cerámica roja se caracteriza por el acabado cobrizo de las piezas destinadas principalmente al uso doméstico. La cerámica pintada es de varios colores y se le da diversos usos: candeleros navideños, floreros (Figura 9), artículos para bailes, procesiones e iglesias, silbatos y alcancías, entre otros. La cerámica torneada se caracteriza por el uso de un tronco o molde en su elaboración. Los alfareros de torno pagan aproximadamente el doble de dinero que los fabricantes de cerámicas roja y pintada, ya que la demanda por estos últimos productos es menor y los fabricantes utilizan menos arcilla (Teletor, 1955).

En Chinautla, la alfarería constituye una de las actividades tradicionales de las mujeres y emplea tres tipos de barro: blanco, rojo y



Figura 8. Nij preparado en bloque de color café, a la derecha la hoja de chorrocón
Crédito: Bolvito, J.



Figura 9. Floreros de barro, chinchines y tejidos, artes de la comunidad lingüística achi'
Crédito: Bolvito J.

negro. Para la elaboración de la cerámica se utiliza además ceniza, ramas y conos de pino, y hojas de naranja para decoración.

Los artículos que se elaboran incluyen ollas, tinajas, apastes, batidores, braseros y jarros. Además, objetos decorativos entre los que destacan los pastores, las palomas y las gallinas. El pulimento de las piezas se realiza por medio de la obsidiana y para su cocción se colocan sobre estiércol de vaca y pedazos de ollas viejas. Se cubren con hojas de pino y paja. Los productos se empacan en redes de maguey y se cubren con hojas de banano para evitar que se rompan hasta su llegada a los mercados.

El manejo y reconocimiento del barro a través de los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas favorece la reducción de la contaminación de la naturaleza al hacer posible el acceso a los bienes producidos con esta materia de origen mineral y vegetal.

4.5.3. El algodón

El algodón (*Gossypium sp.*) es una planta que a través de su semilla produce filamentos que la cultura maya aprendió a identificar y maniobrar para producir textiles. El manejo de conocimiento en torno al algodón involucra: herramientas de trabajo para el hilado, técnicas de producción para el entrelazado de los hilos, teñido, decoración y diversificación de las prendas. Todo lo anterior se relaciona estrechamente con el entorno natural y la cosmovisión maya.

El hilado del algodón puede hacerse a través de un huso, es decir, por medio de un pequeño palo con las dos puntas afiladas que tiene un contrapeso de arcilla cerca de su extremo inferior, o en forma manual. El tejido como tal se realiza con telares de pie o telares de cintura, como aparece en la Figura 10, telares de cinta, o bien es bordado a mano, a máquina o entrelazado. Su aplicación se

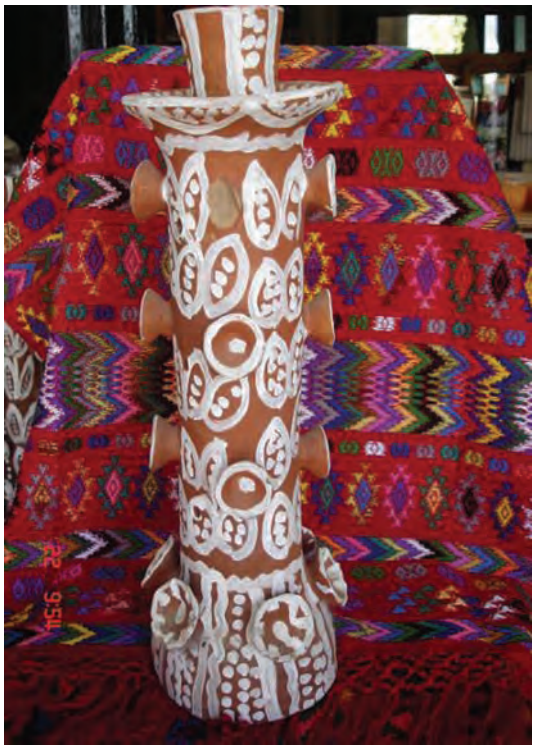


Figura 10. Tejido y candelero
Crédito: Bolvito, J.

observa en güipiles, sobregüipiles ceremoniales y tzutes. También se elaboran camisas, pantalones, fajas y herrajes. Las telas bordadas, cintas, estolas y pulseras entrelazadas se comenzaron a producir como resultado de la creciente demanda del mercado turístico (Jongh, 1975).

La simbología y el lenguaje de los colores y figuras empleados en los textiles (Figura 11) revelan el estado de ánimo de la persona y su relación con la naturaleza.

4.5.4. El maguey

En Olopa y en algunas aldeas al suroeste de Jocotán, Chiquimula, la población ch'ortí' se dedica a la elaboración de productos de fibra de maguey como lazos, hamacas, redes y morrales. La planta se usa generalmente como cerco, pero además se puede sembrar para extraer de ella su fibra.

El proceso de elaboración comienza al cortar con machete las hojas del maguey, inmediatamente después se les quitan las espinas del borde. Las hojas se llevan a una pequeña poza de agua donde, antes de sumergirlas, se golpean para romper la corteza. Al cabo de diez días las hojas no sólo se han suavizado sino que además han soltado una leche viscosa (Jongh, 1975).

Las hojas suaves se llevan al corredor o a un costado de la vivienda, donde se sujetan a una pequeña tabla. Para extraer la fibra, se raspa la hoja con fuerza con una cuchilla que se desliza en movimientos descendentes. Es así como queda expuesta la fibra: unos hilos finos y amarillentos. Ésta se tiende sobre el techo de la vivienda por varios días para que se blanquee, finalmente puede hilarse.

4.5.5. Uso de elementos de la biodiversidad en los textiles

La simbología maya representada en los textiles retoma las formas de vida nativas y su significación en el contexto de mitos y creencias en torno a la relación hombre-dios- naturaleza. A su vez, la incorporación de nuevos elementos sin significado y de formas de vida extranjeras denota la adaptación realizada debido a la influencia europea del período colonial y el reemplazo externo del símbolo pero con significado maya. Es decir que algunas de estas expresiones encierran valores y conocimientos únicamente comprensibles dentro de la cosmovisión maya (Jongh, 1975).



Figura 11. Güipil de la comunidad lingüística k'iche'. Municipio de Pachalum, Quiché
Crédito: Bolvito, J.

De esta cuenta puede observarse que en los tejidos tradicionales aparecen repetidamente, según la localidad, poblado o región, las figuras descritas por el Cuadro 13.

4.6. Sistema de derecho propio

Esta sección abre con una definición de "sistema jurídico propio"; por la naturaleza del tema se consideró importante la cita de fundamentos legales que dan luz sobre la constitucionalidad de su funcionamiento. Se recogen, además, algunos elementos propios de la organización del sistema jurídico, las autoridades que se nombran, las sanciones que se emiten, y algunos casos de aplicación en comunidades modelo, como el municipio de Totonicapán.

4.6.1. Definición

El *common law* o derecho consuetudinario es el término usado para referirse al grupo de normas y reglas no escritas de carácter jurídico, pero sancionadas por la costumbre o la jurisprudencia. Dichas normas, por ejemplo, son fundamento ineludible del Derecho de los países anglosajones.

Guatemala posee una gran riqueza en la diversidad sociocultural de los pueblos que la cohabitan; ésta se manifiesta, por ejemplo, en el sistema jurídico propio de los pueblos indígenas, que es un derecho vigente y reconocido, y en un sistema de valores, principios, instituciones y normas legítimas, que regulan la vida social y comunitaria de los pueblos indígenas (Chacón, 2002).

Tzujnel, Tob'nel, K'astajnel –Defensoría Maya–, en *Nociones del Derecho Maya*, define al derecho maya como el conjunto de elementos filosóficos, teóricos y prácticos, basados en la cosmovisión maya, que permiten la construccion de la unidad, el equilibrio y la armonía en las relaciones humanas y las relaciones de las personas con la madre naturaleza. Es producto del pensamiento, filosofía y espiritualidad del pueblo maya.

El sistema de derecho propio es también denominado derecho consuetudinario, derecho consuetudinario indígena, derecho maya, derecho indígena o cualquier otra denominación similar o conexa. Se entenderá en todos los casos que se trata del sistema de derecho propio de los pueblos indígenas (Gómez, 2003).

4.6.2. Fundamentos

a. El Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes es un instrumento jurídico internacional que reconoce las formas propias de organización social de los pueblos indígenas.

b. El derecho propio de los pueblos indígenas está reconocido de forma implícita en el marco jurídico nacional.

c. La Constitución Política de la República de Guatemala establece entre las obligaciones del Estado, en el Artículo 66: *reconocer, respetar y promover las formas de vida, costumbres, tradiciones y formas de organización social de las comunidades indígenas*.

d. Los Acuerdos de paz, en el Acuerdo sobre Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas, establecen que el Estado debe promover la aceptación social y el desarrollo de las especificidades culturales de los pueblos indígenas.

e. Sentencia de la Corte Suprema de Justicia; esta entidad emitió sentencia en casación, la cual establece que nadie puede ser juzgado dos veces por un hecho, incluyendo sentencias mediante el sistema maya, lo que reconoce implícitamente la validez legal del sistema jurídico

Cuadro 13. Simbología maya relacionada con elementos de la biodiversidad y su significado

Símbolo	Anotaciones de significado
Serpiente emplumada	Dios Gucumatz. Creador del mundo. La más importante deidad y la más representada en el arte maya. También se le utiliza para representar los cerros que suben y bajan. En español, a este diseño se le conoce como arco iris o camino.
Gusano	Figura de Gumatz, de similar forma, pero más pequeño.
Sol	Símbolo dador de vida. Representa el dispensador de luz y calor. Generalmente, en combinación con un disco que representa la Luna, indicando el poder del Sol sobre las fases de la Luna.
Chac	Dios de la agricultura, los vientos y la lluvia. Guardián de la fertilidad de la tierra.
Nawal	Animal que es parte de la propia personalidad y compañero invisible del individuo.
Cruz	Cuatro vientos o dirección de los cielos. Cuatro esquinas de la milpa.
Águila bicéfala	Dios de dos caras, una viendo hacia delante y otra viendo hacia atrás, una viendo el bien y otra el mal. En Quiché, una cabeza ve el cielo y la otra la tierra. La dualidad es una idea profundamente arraigada en la tradición prehispánica.
Ceiba	Árbol sagrado de los mayas. Simboliza la vida. Representa el centro de los 12 puntos cardinales. El 13 es un número sagrado entre los mayas. Se cree que este árbol tiene sus raíces en la tierra, su tronco sobre el horizonte y sus ramas en el cielo.
Pino	Árbol sagrado de los descendientes mayas. Es un símbolo de longevidad y distinción en los pueblos de Quetzaltenango.
Aves e insectos	Animales asociados a la mitología maya. La cotorra y el cuervo son sagrados por estar asociados al origen del maíz.
Jaguares, águilas e insectos	Asociados a la mitología maya. Primeros textiles enviados por las deidades.
Pato	El símbolo del pato puede haberse originado con el del azacuán, un ave que aparece volando del norte cuando comienza la lluvia (época para plantar maíz), y retorna en el tiempo de cosecha. Los patos silvestres aparecen también en el lago de Atitlán.
Pavo	Dios de la fertilidad, la lluvia y la vida. Representa una ofrenda ritual junto con otras aves. En la actualidad se celebran ritos en la laguna de Chicabal, por parte del grupo mam, en los que se sacrifica un pavo.
Murciélago	Símbolo de la casa real de Xahilá, cuyo príncipe fue líder de los kaqchikeles por un largo período de viaje, en busca de una casa permanente.
Tapir y caballo	El tapir tiene un gran significado simbólico precolombino y está estrechamente conectado con la mitología maya. El caballo adquirió rápidamente un lugar en la simbología, ya que era considerado como sobrenatural. Fue asociado como una manifestación del dios del fuego.
Mono	Mensajero entre dioses y hombres.
Venado	Animal estrechamente ligado a las tradiciones k'iche's. Pueden observarse en algunos textiles. Entre ellos los de Patzún, donde tradicionalmente los pobladores se dedicaban a la caza del venado.
Escorpión	Símbolo de poder y fertilidad.
Flores	Símbolo de fertilidad en unión con el escorpión.
Maíz	Es la base de la cultura maya, y alrededor de él crece una gran devoción y ritos especiales, que pueden observarse al comienzo de la época de plantación.

Fuente: Jongh (1975) y López (1991)

propio de los pueblos indígenas (Gómez, 2003).

El Cuadro 14 muestra algunas normas comunitarias en pro de la conservación de la biodiversidad, desde las prácticas y formas propias de organización social de los pueblos indígenas, con objetivos explícitos de conservación de la biodiversidad. Las normas de observancia contribuyen a la regeneración de las especies de la biodiversidad, su aprovechamiento, la protección de las espe-

Cuadro 14. Prácticas culturales en bosques comunales del altiplano occidental de Guatemala

Tipo de práctica	Objetivo de la práctica	Observaciones
A. Labores físicas		
Establecimiento de viveros	Producir plantas para la repoblación.	Los viveros comunales también proveen plantas para uso familiar.
Reforestación de áreas comunales	Reintegrar el consumo, recuperar áreas deforestadas, incrementar densidad.	A veces se reforesta con especies foráneas (eucalipto, casuarina).
Podas y desrames	Dar forma a los árboles.	A veces hay exceso en las podas.
Limpias	Proteger la regeneración natural.	No es una práctica común.
Saneamiento	Eliminar plagas o árboles enfermos.	Se ha utilizado en el control de gorgojo de pino.
Brechas y rondas contra incendios	Prevenir o controlar incendios forestales.	Los incendios son muy frecuentes en época seca.
B. Acuerdos comunitarios		
Autorización de extracciones	Regular y controlar los aprovechamientos.	Las familias cumplen esta norma.
Protección de árboles semilleros	Asegurar la producción de semilla forestal.	A veces se protegen los más viejos y no los más sanos.
Protección de fuentes de agua	Asegurar la provisión de agua para consumo doméstico.	Los nacimientos de agua están bastante resguardados.
Uso de determinadas especies	Proteger especies escasas o de valor cultural.	Algunas especies exóticas sólo existen en bosques comunales.
Sistemas de vigilancia	Preservar el bosque comunal de extracciones ilícitas.	Además de los guardabosques, todos participan indirectamente.
Sistemas de control y registro	Mantener una cuota de aprovechamiento anual.	Se trata de satisfacer las necesidades de todos.
Vedas temporales	Permitir recuperación del bosque.	Varía de acuerdo con criterios locales.
Imposición de sanciones	Evitar excesos.	Varía en cada comunidad.
Cuotas y contribuciones	Obtener ingresos para invertir en las diferentes prácticas.	Cuotas fijas anuales, por árbol o por volumen extraído.

Fuente: FAUSAC (1997)

cies, la preservación de bosques comunales y la obtención de ingresos para inversión en dichos bosques. Estos acuerdos cuentan con el respaldo social comunitario y contribuyen profundamente a la conservación y protección de la biodiversidad.

4.6.3. Normativa

El derecho propio es eminentemente oral. La existencia y práctica de normas comunitarias en la utilización de los recursos naturales incluye varios ámbitos, entre ellos el familiar, el social y el ambiental (Rosales, 2003).

Actualmente, la aplicación del derecho maya es visible en cuanto a la generación de armonía social en el uso de los recursos naturales. La aplicación del sistema de derecho propio considera en el proceso pautas de suma importancia, como las que aparecen en *Nociones sobre el Derecho Maya* de la Defensoría Maya:

a. No se juzga por separado, sino que se evalúa el comportamiento del infractor a lo largo de su vida.

b. La conciliación: el derecho propio trata de conciliar las relaciones sociales atropelladas, de una manera objetiva y de beneficio colectivo.

c. No es oneroso: no se cobra el servicio para la solución de los problemas.

d. Es representativo: con sanciones mínimas, como el acarreo de piedras para una obra de infraestructura o trabajar en una construcción, y no se aplicaba la pena en la cárcel.

e. Es consensual: las autoridades no toman decisiones por sí mismas. Se llama a los principales ancianos o guías espirituales para tener su punto de vista sobre el conflicto.

f. Es gratuito: para las partes, no tiene un costo en dinero al no haber necesidad de abogados, tampoco existe caución económica para resolver los casos, es inmediato.

g. Tiene como base la sensibilización humana: no hay distinción de clases sociales ni de estatus económico. En el sistema jurídico estatal es requisito el auxilio de abogados profesionales.

h. Es reparador: se repara el daño que se causó, o se realiza un trabajo para mejorar las condiciones de la comunidad.

i. Mantiene la unidad de la familia: fortalece la cohesión familiar y social.

j. Es rápido: los problemas se resuelven en unas dos horas.

k. Es conciliatorio: en los casos no hay vencidos ni vencedores, sino que se establecen normas de entendimiento de beneficio mutuo y colectivo.

4.6.4. Sanciones

En casi todas la comunidades lingüísticas, las sanciones identificadas en casos planteados son objetivas, constructivas y de beneficio colectivo: trabajo comunitario, reforestación, compromiso de participar en talleres de formación y educativos, limpieza de áreas públicas, vigilancia de los bosques, construcción de viveros, entre otras.

4.6.5. Beneficios de las tierras y bosques comunales

Cada comunidad que conserva bosques ha diseñado sus propias instancias de poder local, que son producto del derecho consuetudinario, el cual define las normas para el aprovechamiento de los recursos naturales. La responsabilidad en aplicar esos acuerdos

recae sobre órganos designados por la comunidad: Consejo de Ancianos o Principales, Alcaldía Auxiliar, Alcaldía Municipal, Juntas Directivas.

Las prácticas que derivan de la conservación de los bosques evidencian un uso sostenible e integral. Algunas de las prácticas son: elaboración de viveros forestales, jornadas de reforestación, desramado y podas, extracción de árboles caídos; conservación de árboles semilleros y protección de zonas de interés.

Entre las normas consuetudinarias aplicadas frecuentemente para el uso de los bosques comunales se encuentran:

a. Únicamente los miembros de la comunidad pueden hacer uso de los recursos del bosque comunal.

b. Se prohíbe la venta de tierras y recursos forestales a personas que no pertenezcan al núcleo comunitario. Algunas decisiones más drásticas (San Carlos Alzate, Jalapa) excluyen de los beneficios a quienes contraen matrimonio con personas que no pertenecen a la comunidad.

c. Obligación de contribuir al desarrollo comunitario como condición para tomar bienes y servicios de los bosques.

d. Establecimiento de cuotas de aprovechamiento de leña, madera y otros recursos, según criterios locales. En Nahualá Sololá (comunidad lingüística kaqchikel) los vecinos deben pagar a la municipalidad 20 quetzales para tener derecho a talar un árbol.

e. Disposiciones específicas para aprovechar determinados recursos del bosque. Por ejemplo, en Chajul, Quiché, se permite la extracción de mimbre sólo a los miembros de la comunidad.

f. Los miembros de la comunidad deben participar en el sistema de vigilancia del bosque comunal. En San Francisco El Alto, cada año se nombran diecisiete guardabosques, quienes realizan su trabajo sin remuneración.

4.6.6. Estructura organizacional comunitaria

En Totonicapán, los 48 cantones se organizan para el mantenimiento del agua con una junta directiva. La elección se maneja por planillas, los candidatos elaboran una propuesta de trabajo, están constituidos por personería jurídica, elaboran planes anuales y reciben recursos de la municipalidad, organismos no gubernamentales y otros. Se llevan a cabo proyectos en diferentes comunidades.

El alcalde auxiliar y los guardabosques velan por los bosques comunales. La directiva también vela por los bosques, los comités hacen labores de reforestación y su trabajo es *ad honorem*. Según el derecho consuetudinario, si alguien no colabora se le impone una pena.

La organización es la siguiente:

- Junta directiva (hacen proyectos y benefician a quien representan).
- Asociación Ulew Che ja' (Asociación Agua Tierra) y representantes de los 48 cantones.
- Comités de la comunidad.

Dentro de los principales objetivos están:

- Conservar los nacimientos de agua y mantos acuíferos de la localidad.
- Proteger los árboles, en particular los pinabetes.

- Crear alternativas económicas para la recepción de ingresos en lugar de la tala de árboles.

- Apoyo de entidades afines.

- En la actualidad, se están preparando terraplenes donde se construirán cabañas para que los visitantes puedan disfrutar de este bosque.

- Acondicionar áreas para *camping*, en donde los visitantes puedan disfrutar de una experiencia única y enriquecedora.

La Figura 12 ejemplifica el sistema organizativo de las comunidades, el número de comités varía de acuerdo con los intereses, necesidades y demandas comunitarias existentes, generalmente pueden encontrarse comités para actividades eventuales, así como para actividades permanentes.

4.7. Sitios y lugares sagrados

Esta sección proporciona una definición de los sitios y lugares sagrados y de algunas expresiones de los lugares sagrados. También identifica aquellos lugares que de una u otra manera están profundamente vinculados con la biodiversidad.

4.7.1. Expresiones de los lugares sagrados

Los lugares sagrados son conocidos como "sitios sagrados". Las sociedades han otorgado esta categoría y una condición especial a través de la historia a los sitios considerados como sagrados por las siguientes razones:

a. La percepción de que son habitados por dioses y espíritus.

b. Por ser sitios donde ocurrió una hierofanía.

c. Por ser considerados santuarios dedicados a los ancestros.

d. Porque son lugares dedicados a la contemplación, meditación y purificación (Salvadó, 2006).

Los lugares sagrados son parte de la espiritualidad de los pueblos indígenas; en ellos se conserva una amplia biodiversidad debido principalmente a su ubicación en monta-

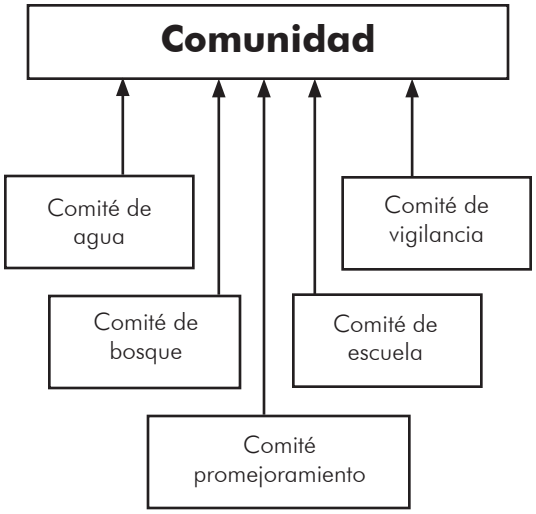


Figura 12. Sistema de organización en las comunidades. Fuente: elaboración propia

ñas, cerros y bosques extensos; su significado abarca un valor colectivo y un valor espiritual; es decir, su naturaleza es formar parte de la vida espiritual colectiva bajo principios y valores de equilibrio entre el hombre, la naturaleza y el cosmos (Salvadó, 2006).

La propuesta de Ley de los Lugares Sagrados de los Pueblos Indígenas, de la Conferencia Nacional de Ministros de la Espiritualidad Maya de Guatemala, Oxlajuj Ajpop, hace referencia a los elementos de la espiritualidad maya que están relacionados con los lugares sagrados y menciona los siguientes:

i. Objetos sagrados: libros, códices, íconos en bulto o relieve, pinturas y objetos propios de culto que representan acontecimientos históricos, espirituales, científicos, tecnológicos, artísticos y sociales de los pueblos indígenas.

ii. Guías y autoridades espirituales: los ajq'ijaab' son las autoridades propias de los pueblos indígenas, conocedores de los fundamentos espirituales, históricos y culturales de sus pueblos, de los cuales dan testimonio con su vida, sus palabras y sus actos. Desempeñan funciones en la comunidad y gozan de reconocimiento por el ejercicio de su vocación.

iii. Patrimonio histórico espiritual de los pueblos indígenas: el patrimonio histórico de los pueblos indígenas es la herencia tangible, natural o construida, que revela su origen y crecimiento (Salvadó, 2006).

4.7.2. Características de los lugares sagrados

En las comunidades lingüísticas existen iglesias que son frecuentadas. Sin embargo, en los bosques y el campo abierto que rodea los pueblos se hallan varios altares rústicos, burdos promontorios formados, en su mayor parte, por fragmentos de cerámica, dedicados al culto de los nawales, como el cerro Kaqjub en Rabinal, Baja Verapaz, de la Figura 13 (Martínez, 1990).

Los nawales, en la cosmovisión del pueblo maya, son deidades sagradas, representados por animales como el venado, la serpiente, el león, el pájaro, el perro, el conejo, entre otros; cada uno de ellos representa un día de cada mes en el calendario. Se ofician ceremonias de acuerdo con el significado de cada uno y con materiales propios para cada ceremonia (León, 1999).

Es común hablar de altares que existen en lugares en extrema inaccesibilidad, en lo alto



Figura 13. Lugar sagrado Kaqjub
Crédito: Jumaj wach ajchiqawach. Identidad achi'

de montañas cubiertas por bosques y en las profundidades de arriscados barrancos. Las comunidades de pueblos indígenas en algunas ocasiones no desean que estos sitios sagrados sean vistos.

La asociación Ixoq Ajaw, en memoria de los abuelos maya achi', explica que los lugares sagrados se revelan ante las personas mediante prácticas tradicionales propias de la cultura. La propia forma de ver el mundo, como conocimiento dentro de la espiritualidad, enmarca la concepción de elementos del universo, orienta tratos ecuánimes de acuerdo con filosofías y conceptos establecidos y existe una apropiación constante en la vivencia. Los elementos son los siguientes.

4.7.2.1. El árbol de la vida

Un árbol común nos da leña, agua, sombra, frutos, raíces, medicinas, maderas para casas, etc. El árbol representa la vida y es la columna vertebral del ser humano, es el sostenimiento del cuerpo material. Es el cobijo de la familia y nada es más grande ni pequeño pues la única diferencia entre las familias es que tienen diferentes capacidades, cualidades y defectos (Sis, 2007). El amor a la tierra es un vínculo difícil de cortar, se es capaz de dar la vida por la tierra y derramar la propia sangre para protegerla (Martínez, 1990).

4.7.2.2. El fuego

El fuego está presente en las brasas encendidas, en el Sol, en las estrellas, en el incensario. Es espíritu, es energía esencial. Simboliza la fuerza positiva para que no prevalezca lo negativo (Martínez, 1990).

4.7.2.3. El agua

Mencionada en los parlamentos de los abuelos, Qachuu chi palow, Nimaya' se refiere al mar, agua salada; Qachuu Raxaya' son los lagos, lagunas, agua dulce; Qachuu alawib'al ya', los nacimientos de agua dulce y amarga; Qachuu Tz'uj ya', las gotas de agua. Los abuelos han manifestado que el agua tiene espíritu, está viva como las personas; necesita cariño, comida, fiesta, reverencia, cuidados (Martínez, 1990).

4.7.2.4. El círculo de la vida

Uno de los principios del tejido de la humanidad es la convivencia social. El amor a la tierra es un vínculo difícil de cortar ya que constituye la madre que provee de todo lo necesario para la subsistencia de los seres que habitan en sus entrañas. El círculo nace como un vacío de la tierra que representa la vida de un hombre en la actualidad, el hombre puede ser un círculo con su cuerpo e irlo llenando de ideales, capacidades y experiencias, otro símbolo del círculo es la culebra (Lima, 1995).

4.7.2.5. Los poderes

En el interior del pueblo de Rabinal, uno de los poderes lo representa la culebra de nombre Q'emq'u't Gukumatz (culebra voladora). Según la asociación Ixoq Ajaw, es una culebra que vuela por el cielo durante las noches y regresa en la madrugada. La persona que escuche o vea dicha culebra adquirirá poder de sabiduría y abundancia. Como el Q'emq'u't Gucumatz, en cada región existen poderes apersonados en otros seres.

4.7.3. Lugares sagrados relacionados con la biodiversidad.

Cada comunidad lingüística cuenta con lugares sagrados, que son destinados a la celebración de ceremonias para entrar en contacto con los antepasados. Además, existen sitios y lugares sagrados que pueden ser visitados de acuerdo con varios motivos de (toj) agradecimiento (emprendimientos, trabajo, bienestar familiar, bienestar social, cosechas, entre otros).

Los lugares sagrados son parte de la cultura maya, están nombrados en los idiomas de los pueblos indígenas. Su concepción y valoración está inmersa en la cultura y las prácticas de la espiritualidad. El Cuadro 15 refleja los vínculos de los lugares sagrados y la espiritualidad con la biodiversidad.

4.7.4. Descripción de la laguna Chikab'al

Las aguas son consideradas como el símbolo por excelencia de la unión entre el mundo de los vivos y el mundo de los antepasados. Muchos lugares son venerados por la presencia de agua, como lagos, lagunas, fuentes y nacimientos (Jiménez, 1995). En especial cuando ofrecen la peculiaridad de mezclar varios significados a la vez, como la laguna del Chikab'al (Figura 14).

La laguna Chikab'al está situada en el cráter del volcán Chikab'al, que se encuentra en el municipio de San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango. La etimología en k'iche' del nombre de este lugar sagrado insólito y recóndito es "lugar de las semillas", "lugar de sembrar", "lugar donde se han sembrado estacas"; sin embargo, en idioma mam significa "lugar del segundo hijo". Para llegar a la laguna es necesario ascender una cumbre –la del volcán Chikab'al–, lo que metafóricamente significa ascender a los cielos y luego descender al inframundo a través de sus aguas (Jiménez, 1995).

La laguna Chikab'al tiene al frente la elevación llamada Tuigucxcingán en idioma mam, y en k'iche', Vucxiquín que significa en ambos idiomas "siete orejas". Cuentan los ajq'ij y guardianes de esta laguna que constituye la puerta de entrada al Corazón del Cielo y es el lugar sagrado donde habitan las ánimas, entrada también al inframundo o Xibalbá.

En la laguna Chikab'al se realizan ceremonias destinadas a cargar de fuerza y sacralidad a los guías espirituales o ajq'ij del sur de Mesoamérica. Implica que todos los días del año un aj kin proveniente de alguna comunidad lingüística llega para ofrecer a los cuatro puntos cardinales pom y plantas como ruda, chilca, flor de muerto y otras hierbas sacras (Jiménez, 1995).



Figura 14. Laguna Chikab'al, San Martín Sacatepéquez, Quetzaltenango
Crédito: Romero, O.

Cuadro 15. Lugares sagrados de las comunidades lingüísticas achi', poqomchi', k'iche', mam y kaqchikel

Comunidad lingüística	Lugar sagrado	Descripción y/o significado del lugar sagrado
Achi'	Xe'uul Nimataj	Lugar de gran convivencia para el gran Sol, para pedir la energía de nuestras vidas.
	K'u'x B'alam	Fortaleza al corazón de cada uno.
	Tena'x Juyub'	Para la abundancia del agua.
	Xe' K'amb'a' Juyub'	Para la comunicación con el Corazón del Agua.
	Saqach'oo	En memoria de los dos volcanes que no fueron movidos por Sipakna y Kab'rakan, representa el fuego y el agua, el bien y el mal.
	San Antonio Mundo	Dios de la prosperidad de los animales y guardián de los mismos.
	Xe' campano	Cálculo del tiempo.
	Chwi Ixiim	Lugar de grandes bendiciones de la semilla y almacenamiento de la cosecha.
	Chujuul Wich'il	Significa el viento, el aire, la enfermedad (golondrinas).
	Ralko kawayu' Juyub'	Para pedir bienes al nawal de los animales.
	Xo'l Xikan	Culebra, para pedir protección.
	Xo'l Aqaaj	Entre avispas, pronunciamiento de enemigos ocultos.
Mam	Chewsal Twi'	Ubicado en territorio mam, municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango, en el cual se ofrenda para prevención de desastres mediante ceremonias realizadas por ajq'ij.
	Twi' Saqb'ajlaq	El cerro (sobre el olote blanco), lugar sagrado que se localiza en territorio mam, se cree que en él se descubrió el maíz.
	Twi' Q'aq'ayix	Altar maya (sobre la cumbre del fuego); se pide por la vida, el bienestar y la salud.
	Twi' Qanla	El altar (sobre la escudilla amarilla); lugar sagrado específico para la celebración del año nuevo maya. Las ceremonias se realizan en el primer día del año, las plegarias son para el mejoramiento de las cosechas, la abundancia de los frutos, productos de la cosecha, la interacción con la naturaleza en prevención de desastres, los acontecimientos para el año.
	Twi' Aljwitz	El altar sobre el cerro, lugar para la celebración del año nuevo.
	Twi' Chej (Nawal Chej)	Altar donde se realizan ceremonias para la sabiduría y el conocimiento, para pedir bendición sobre los estudios, nuevos proyectos e ideas.
	Zaculeu	Ubicado en el departamento de Huehuetenango, el significado de su nombre es "tierra blanca".
	La laguna Chikab'al	Lugar de las semillas", "lugar de sembrar", "lugar donde se han sembrado estacas"; sin embargo, en idioma mam significa "lugar del segundo hijo".
K'iche'	Pascual Ab'aj	Ubicado en la comunidad Chilimá del municipio de Chichicastenango, Quiché, donde se hallaba un ídolo quiché labrado, flanqueado por dos cruces de piedra ennegrecidas por el humo de incienso de copal.

Comunidad lingüística	Lugar sagrado	Descripción y/o significado del lugar sagrado
K'iche'	Q'umar Kaaj o Utatlán	Zona boscosa, no apta para la agricultura.
Kaqchikel	Iximche'	Lugar sagrado ubicado en la ciudad de Tecpán, Guatemala, conocido como la capital de los kaqchikeles que habitan la zona.
	Mixco Viejo	Ubicado en el oeste del valle de Guatemala, los dominios de esta ciudad se extendieron hasta el lago de Atitlán.
	Kaminaljuyú	Se localiza en la zona 7 de la ciudad de Guatemala, resguarda escultura, cerámica y trabajos de ingeniería y arquitectura del pueblo maya. Kaminaljuyú significa "cerro de los muertos", nombre que se cree le fue dado debido a los múltiples entierros mayas encontrados en el sitio.
	Cerro Alux	El señor del cerro Yuq' Alux, lugar en el que existe diversidad forestal.

Fuente: Elaboración propia

4.8. Gastronomía maya

4.8.1. Clasificación de los alimentos

En la cultura maya, los alimentos se clasifican según su origen, funcionamiento en el organismo humano, aspectos climáticos y territoriales e incluso estado fenológico de los elementos.

4.8.2. Clasificación por origen

Según este criterio, se clasifica a los alimentos en dos grandes fuentes: origen animal y origen vegetal. Esto conlleva un conocimiento sobre la generación y regeneración de los mismos, a modo de garantizar el aprovechamiento y conservación de los elementos tomados del medio ambiente. Dentro de la cosmovisión maya, existe una relación de préstamo de un elemento a otro y una interdependencia entre todos los usuarios de los elementos. Así, por ejemplo, el uso del agua por los seres humanos se hace a partir de la limitación de su uso para animales, plantas y la tierra (Racancoj, 1994).

4.8.3. Alimentos de origen animal

Se ha determinado que los alimentos de origen animal constituyen parte fundamental de las dietas, aunque como un elemento complementario. Entre los animales, tanto acuáticos como terrestres, que se consumen se encuentran: paloma, chacha, mono, pato, tepezcuintle, cerdo de monte, codorniz, pavo de monte, conejo, faisán, pajuil, venado, iguana, ardilla, pescado, cangrejo, mojarra, tortuga y camarón (Asturias, 1993). Difiere la frecuencia de uso y especies según la región geográfica que habitan las comunidades lingüísticas.

La generación de condiciones para resguardar la fauna, dado su valor gastronómico, cosmogónico y económico-cultural, favorece el resguardo de especies animales no cinegéticas, como insectos, reptiles y aves, la conservación del entorno natural y los mantos acuíferos, y fortalece las relaciones sustentables entre los ecosistemas de la naturaleza y la humanidad.

4.8.4. Alimentos de origen vegetal

La alimentación del pueblo maya se ha fundamentado en el cultivo del maíz. Alrededor de este grano se ha creado toda una serie de platos gastronómicos típicos para la región mesoamericana, aprovechándose todos los elementos: frutos, hojas, tallos, raíces y semillas.

La importancia alimenticia del maíz se relaciona con el significado mitológico y religioso registrado en el *Popol Vuh* donde, en el pasaje de la creación, los creadores y formadores del universo intentaron hacer al hombre varias veces utilizando materiales como barro y madera. Sólo lograron su cometido cuando usaron el maíz. En otro pasaje, los héroes gemelos Junajpu e Ixb'alamke se dieron a conocer ante sus abuelos sembrando su milpa, es decir, mostrando que sabían cultivar la base de la alimentación.

Adicionalmente al maíz, históricamente la dieta se complementa con la cosecha y colecta de otras especies vegetales, entre ellas: zapote, matasano, nance, jocote, cacao, chicozapote, hierbas comestibles, frijol y chile (Asturias, 1993).

4.8.5. Clasificación según el funcionamiento del organismo humano

Esta clasificación se fundamenta en la fisiología del organismo humano, a partir de la cual se debe conservar un equilibrio entre lo frío y lo caliente para garantizar la salud. Este principio térmico se aplica para clasificar alimentos, como puede verse en el Cuadro 16. Se trata de una costumbre proveniente de España durante el siglo XVI, que se extendió rápidamente a través de toda América (Bremme, 1966).

Los alimentos fríos deben tomarse por la mañana hasta el medio día, y los calientes por la tarde; de alterarse el orden podría provocarse, según la creencia indígena, alguna enfermedad (Bremme, 1966).

4.8.6. Componentes de un plato alimenticio

Según Asturias (1994), dentro de la gastronomía maya el concepto de porción alimenticia por tiempo de comida incluye cuatro elementos:

1. Wa o tortillas o tamalitos de maíz, que es la base principal.

2. Rikil, es el acompañante del alimento principal, literalmente significa "su chile", puede ser frijol, carne, papa y repollo, entre otros.

3. Rachil ri rikil, que traducido significa "el compañero de la comida", puede ser ayote, chile, tomate, zanahoria, etc.

4. Ya', la bebida, que literalmente significa "agua" y puede ser atol (Figura 15) u otra bebida derivada del maíz.

4.8.7. Platos típicos

La interacción entre los elementos alimenticios de origen animal y vegetal con la tradición y creatividad del pueblo maya ha generado una serie de platillos culinarios típicos para la región mesoamericana e incluso algunos de orden local, como los boxboles[7].

Cuadro 16. Clasificación de los alimentos por temperatura, según fisiología del organismo

Clase	Ejemplos
Alimentos fríos	Maíz fresco y tierno, berro, papa, repollo, pacaya, pescado, aguacate, carne de pollo, gallina, gallo, oveja, chompipe, tomate, ayote, banano, plátano, piña, durazno, güicoy, chilacayote, azúcar.
Alimentos calientes	Maíz sazón, plátano, ajo, licor, tortillas, tamales, atol, chile, frijol, chile verde, carne de res, panela, café, cebolla, naranja dulce, chocolate.
Alimentos intermedios	Lima, frijol blanco, elote, queso, yuca, güisquil y camote.

Fuente: Bremme (1966)

La gastronomía es un arte integral que incluye el reconocimiento de las propiedades de las especies en uso, del tipo de uso posible, de las combinaciones y cantidades de elementos y del conocimiento de la técnica y utensilios para su preparación. En el Cuadro 17 se incluye una lista de platos que las comunidades lingüísticas preparan para actividades ceremoniales o celebraciones específicas. En el Cuadro 18 puede apreciarse la diversidad de los mismos y su composición en general.

4.9. Calendario maya

La presente sección documenta elementos del manejo y uso del calendario sagrado lunar cholq'ij. Inicia con la definición del término "calendario" y establece la relación que tiene con la celebración de ceremonias sagradas. Incluye una síntesis de otros calendarios y sistemas de ordenamiento del tiempo, así como las funciones del cholq'ij relacionadas con la biodiversidad desde la cultura y las prácticas de los pueblos indígenas. También recoge la interpretación de los nawales y las ceremonias sagradas vinculadas a la conservación de la biodiversidad.

4.9.1. Definición

El calendario es un instrumento que registra la división del tiempo en días, semanas, meses, estaciones y fiestas del año. El conocimiento ancestral del calendario es el instrumento que guía la existencia de los pueblos indígenas y de las personas a partir del momento de su nacimiento; además, la connotación calendárica tiene gran influencia en la interacción con el cosmos, la biodiversidad y la sociedad.

4.9.2. Las ceremonias sagradas

La práctica de la ceremonia se fundamenta en una creencia religiosa que busca prácticas bajo principios de armonía y equilibrio entre la sociedad y el cosmos (Martínez, 1990). Es un acto que se repite y que tiene un fin y una eficacia esperados, no se trata simple y sencillamente de un grupo de gestos que se desprenden de las ideas. Tiene un resultado práctico, y representa información cultural y fuerza mágica. Transmite fundamentos de la sociedad, es el encuentro entre el hombre y el universo, es simbólico y expresivo; un dispositivo para neutralizar la heterogeneidad o una manera de articular lo profano y lo sagrado.

La comunión y la plegaria en las ceremonias depuran y son el encuentro entre la humanidad y lo sagrado. El hecho que origina los sacrificios es una experiencia religiosa, es la misteriosa estructura de ese primer estreme-



Figura 15. Atol elaborado a base de arroz y panela
Crédito: Bolvito, J.

Cuadro 17. Platillos típicos servidos en diferentes ceremonias y celebraciones

Actividad	Platos servidos
El baile de los negritos	Tayuyos Atol blanco con cacao Atol blanco con chile Ayote cocido con dulce Tamalitos siete camisas Tamales de pollo y cerdo Pinol Tortillas Caldo de gallina Raxa (agua de masa) Cusha Caña
Peregrinación y trabajo a larga distancia	Tamales de masa denominados T'ooy, preparados con ½ libra de masa de maíz y sal al gusto, hojas de maxan y banano, entre otras. Se consume generalmente con frijoles y queso.
Cuaresma	Pescado frito Ejotes envueltos Pacaya envuelta Pulique de verduras Pan con miel Bebida raxa' caliente Bebida espirituosa cuxa
Fiestas de cofradías	Chilate Tamales Pulique Pinol Caldo de gallina Arroz rojo
Maternidad	Generalmente se consumen comidas calientes como manzanilla, hojas, hierbas, panela, caldo de pollo criollo con chile, caldo de hierba escogida con chile y atol de masa.
Alimentación cotidiana o diaria	Güisquil Cusha o aguardiente Tortillas Frijoles Atoles Boxboles Tupes (tamales elaborados con hojas de quequexque y un recado preparado con pepitoria, tomate, miltomate y chile)
Celebración de acción de gracia	Atol de elote Tamalitos de elote Elotascas ak'e'l Tortillas camaguas
Día de los muertos	Boxboles Pollo con apazote Hierbas al vapor Tamalitos blancos Jocotes en conserva

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18. Platos típicos por comunidad lingüística

Comunidad lingüística	Platillo típico
Ixil	Boxboles, bel' chicon, musachiles, xepes, bebida de óyela, tzená, atol con suchil, bebida de yuelá, maíz, comida de lacatamas.
Poqomchi' y q'eqchi'	El chocolate (chocolhaa) es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao: una materia sólida (la pasta de cacao) y una materia grasa (la manteca de cacao). A partir de esta combinación básica, se elaboran los distintos tipos de chocolate, que dependen de la proporción entre estos elementos y de su mezcla con otros productos tales como leche y frutos secos.
Achi'	Pepitoria, miltomate, tomate y chile, no utilizan aceite y la bebida es el chilate.

Fuente: Elaboración propia

cimiento del hombre ante una realidad que siente como absolutamente valiosa, eterna, autosuficiente y creadora del encuentro de la existencia y su raíz.

La invocación al Ajaw se puede hacer con movimientos, no necesariamente se debe estar hincado (Negged, 1991). Se pueden usar círculos, cuadrados, triángulos, por esa misma razón se habla de comunicación entre el Ajaw y el hombre.

Martínez (1990), en *Memoria de los abuelos maya achi'*, indica los procedimientos para la celebración de la ceremonia, que están ligados al uso del calendario.

Se traza la flecha en cruz de ambos lados, esto significa los cuatro puntos cardinales (Figura 16).

i. Se traza un círculo que representa la cosmovisión. Es equivalente al cero, el inicio de todo. Este círculo significa el ombligo de la tierra y el ombligo del cielo.

ii. En medio del círculo se hacen cuatro representaciones (bultos) utilizando diversos materiales, éstos significan los cuatro abuelos, cuatro sostenimientos de la madre naturaleza.

iii. Completado el círculo, se inicia la invocación al gran Nima Ajaw.

iv. Candelas para pedir permiso, a la madre tierra, a los nawales del día, al sagrado lugar.

v. Se inclina la cabeza hacia los cuatro puntos cardinales para saludar al abuelo Sol (por la luz del día), la abuela Luna (por el descanso de las noches), el abuelo Aire (las nubes), la abuela Agua (la familia).

vi. Se invoca a la madre naturaleza, Corazón del Cielo, Corazón de la Tierra, que nos da de vivir cotidianamente.

En la actualidad, se ofrenda en las ceremonias en diferentes altares o lugares sagrados la mejor cosecha, alimentos, flores, incienso, pom, cacao, azúcar (Figura 17); esto difiere según el contexto de los lugares y los pobladores.

Los pueblos indígenas llevan varias cuentas calendáricas independientes de los q'ij (días)

que están sincronizadas, siendo las de 260 y 365 días las más importantes (Chocoy *et al.*, 2005). Las cuentas mayas de los días se escriben combinando números; este conocimiento tiene estrecha relación con el manejo de la biodiversidad, los estados del tiempo, la situación agrícola y la vía láctea, conocida como árbol de la vida.

4.9.3. Cholq'ij o calendario lunar

Además del cholq'ij, existen otros sistemas calendáricos; el haab o calendario sagrado solar se basa en el recorrido anual de la Tierra alrededor del Sol en 365 días. La combinación de los calendarios de 260 y 365 días crea un ciclo mayor de 18,980 días (el mínimo común múltiplo de 260 y 365), a esta combinación se le conoce como rueda calendárica. El calendario mayq'ij, la cuenta larga o serie inicial, surge de la cuenta de los días transcurridos a partir de una fecha determinada como el inicio de la era maya. Dicha fecha corresponde al 13 de agosto de 3,114 A.C. del calendario gregoriano. La unidad básica es el tun (año de 360 días) (León, 1999).

El manejo de la biodiversidad tiene mayor connotación en el calendario cholq'ij de 260 días; éste es el eje alrededor del cual todos los otros calendarios giran. Nunca ha sido reformado ni cambiado por los calculadores de los días, es el más usado por los pueblos del mundo maya.

La vida del hombre está predestinada por el día del cholq'ij que corresponde a la fecha de su nacimiento. Esta cuenta consta de los números del 1 al 13 y de 20 nombres para los días, los cuales están representados por glifos individuales. Al decimocuarto día, el número del día regresa al 1 continuando la sucesión del 1 al 13 una y otra vez. El día 21 se repite la sucesión de los nombres de los días. Ambos ciclos continúan de esta manera hasta los 260 días sin que se repita la combinación de número y nombre, pues 260 es el mínimo común múltiplo de 13 y 20. Después, el ciclo de 260 días a su vez se repite.

Los ajq'ijaab' o guías espirituales son los encargados de definir los días propiciatorios para iniciar los rituales del cholq'ij o calendario solar. Ellos realizan las ceremonias en el filo del bien y el mal, entre el Corazón del Cielo, el Corazón de la Tierra y Xibalbá (León, 1999).

El tz'olkin o calendario lunar se rige por las fases de la Luna; a manera de referencia, las ceremonias que se practican están relaciona-



Figura 16. Forma de colocar los materiales para la ceremonia maya
Crédito: Bolvito, J.



Figura 17. Celebración de ceremonia maya
Crédito: Bolvito, J.

das con el fuego, las candelas de colores se colocan en dirección de cada punto cardinal: al este, rojo; al norte, blanco; al oeste, negro; y al sur, amarillo. Además, se recogen siete granos de tierra volcánica para que cada celebrante los esparza en su lugar de origen, a los cuatro vientos para fortificar la tierra (Academia de Lenguas Mayas de Guatemala, ALMG, 2005).

De la interpretación del calendario, surge la celebración de ceremonias, la lectura del fuego sagrado, el significado de los nawales y cargadores regentes; a partir de esta base se orienta el quehacer y la comunión entre el hombre y la naturaleza: actividades agrícolas, productivas, forestales, trato y mantenimiento hídrico, fertilización de la tierra, recolección de cosechas.

Las celebraciones como el Wajxaqib' Batz' (la terminación del ciclo espiritual en el calendario maya) se realizan para la conmemoración del término de un ciclo y el inicio de otro. Es el momento propicio para la reflexión de los actos y la conducta social, para mejorar los proyectos y establecer nuevas metas (Martínez, 1990).

4.9.4. Los nawales

Carlos Barrios, citado por Fundación Cholsamaj (2007), dice que los veinte nawales representan los 20 días en el calendario y son representados por símbolos, animales o figuras conocidos como glifos y considerados sagrados; con vínculos fuertes con cada miembro de los pueblos indígenas, son invocados en cada ceremonia que se celebra. Asimismo, la función de orientar las acciones para la vida, el quehacer cotidiano, las relaciones sociales, el manejo de la biodiversidad, la relación con el cosmos, es intrínseca y tiene gran reconocimiento en la sociedad indígena. En el Cuadro 19 se incluye un esquema de los significados de los nawales en el calendario maya y su estrecha relación con la conservación de la biodiversidad.

En la comunidad lingüística achi', el calendario es un instrumento que orienta la identidad sobre la vida y el carácter; el estado físico, psicológico, biológico, mental, espiritual y emocional, las relaciones sociales y la interacción con el cosmos.

El calendario maya es un pronóstico sin límite ideológico y administrativo, utiliza políticas y ciencias como la agricultura y la astronomía, y guarda un archivo del tiempo con conocimientos para su aplicación (ALMG, 2005).

Los números calendáricos son símbolos de diferentes áreas de actividades; por ejemplo, el número 13 representa los movimientos del día, 13 articulaciones del cuerpo humano. El número 9, los nueve meses de gestación de la mujer (265 días para el nacimiento de un ser humano); el 4 las estaciones, cuatro puntos cardinales, cuatro corazones del cielo; el 7 es neutral, ligado al bien y al mal; el 20 representa Jun Winaq, una persona; el 40 Ka'ib' Winaq (el hombre y la mujer).

La interpretación numérica en el calendario orienta las acciones de la sociedad de acuerdo con los números de días, meses, los nawales regentes de los días, los cargadores del tiempo en que se emprenden las acciones individuales y colectivas.

Cada año tiene sus cargadores o sostenedores del tiempo. En el pueblo de Rabinal, del departamento de Baja Verapaz, cada 365 días cambian de cargadores. Los cargadores son: Tooj, B'alam, Kawoq y K'aat, éstos se alternan y tienen connotaciones propias de interpretación y relación en torno a períodos cíclicos (Martínez, 1990).

Durante los últimos 5,000 años, una intención importante del uso de calendarios ha sido ayudar a las personas a seguir los cambios de las estaciones del año. Éstas han sido acopladas, naturalmente, al año agrícola que tiene un ciclo de unos 365,24 días. La agricultura actual ha exigido simplemente una apreciación bastante exacta del año solar para saber cuándo se debe sembrar, cosechar, etc. (Hatse, 2001).

El calendario gregoriano, con sus correcciones para mantener de una manera exacta el año solar, ha cumplido precisamente esta función (Lima, 1995). De una forma correspondiente, también el pueblo maya ha usado un calendario, llamado haab, para seguir el año agrícola. La rueda calendárica es la unión de los dos calendarios. Está compuesto por tres ruedas. Las primeras se encuentran en el calendario ceremonial y consisten, por un lado, en una serie de veinte días con sus nombres, y por el otro, en una serie numérica que va del 1 al 13 (Tum, 2005).

La tercera rueda está compuesta por los 18 meses de 20 días que conforman el año solar de 365 días. Los dos calendarios se encuentran en su punto de partida cada 52 años. Estos constituyen el ciclo sagrado maya. Al comenzar el ciclo, se inicia un nuevo período solar, un nuevo sol, y con él nuevos fuegos tanto en los hogares y comunidades como en los templos y en el pueblo. En el año 2012 se iniciará el nuevo ciclo sagrado maya (Tum, 2005).

5. ELEMENTOS IDENTIFICADOS

5.1. Elementos culturales

El pensamiento maya se caracteriza por una serie de conceptos acerca de la relación hombre-Dios-naturaleza que permite el establecimiento de actitudes, normas y creencias que a la larga rigen la vida social de las comunidades e influyen en el uso de los recursos naturales. Entre ellas se encuentra:

a. Un Dios supremo, creador y formador, Corazón del Cielo y Corazón de la Tierra, femenino y masculino, concreto, materializado.

Cuadro 19. Nawales o días, símbolo y significado desde la interpretación del calendario maya. Enfocados al manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

No.	Nombre del glifo	Símbolo, animal o figura	Significado
1	Imox	Lagarto	Inteligencia, símbolo de las fuerzas ocultas en el universo. Puede ser un día negativo o de esperanza dependiendo de la disposición de pensamiento que tenga la persona.
2	Iq'	Relámpago, aliento de vida	Es la esencia de la existencia de los seres vivos. Con iq' se terminó de formar el mundo y todo lo necesario para los seres vivientes.
3	Aq'ab'al	Amanecer, atardecer, grano	Simboliza las polaridades de la energía luminosa, luz y oscuridad. Día propicio para pedir porque no se apague el fuego sagrado.
4	K'at	Red, telaraña, fuego	Es el tejer y entretejer de la vida.
5	Kan	Serpiente	Mide la fuerza y la energía de todo lo existente. Indica la evolución del mundo. Día para pedir por el equilibrio de la vida y la justicia.
6	Kame	Muerte, renacimiento	Desarrolla la energía de la noche para dar luz a otro día, así como el renacimiento a una nueva vida después de la muerte.
7	Kej	Venado, autoridad	Es la fuerza y el poder que carga el destino de la humanidad. Es la fuerza y la energía de los cuatro puntos cardinales que se necesitaron para la creación del mundo.
8	Q'anil	Germen, vida, Venus, conejo	Es la semilla de la vida como principio de la unidad del mundo. Simboliza los cuatro colores del maíz. Representa la fertilidad de todo ser vivo.
9	Toj	Lluvia, ofrenda	Es la enmienda de las faltas cometidas. Simboliza la lluvia como principio de comunicación con la vida.
10	Tz'i'	Perro, justicia	Interpelación de lo conocido y lo desconocido. Protector de la ley material y espiritual. Representa el orden y la exactitud.
11	Batz'	Mono, hilo	Representa el tiempo infinito y la unidad, por ello une a la mujer y al hombre.
12	E	Diente, camino	Indica el camino del destino y desarrollo de la vida. Es la potencia, fuerza y energía para el inicio de un trabajo o viaje para la realización humana.
13	Aj	Caña, abundancia	Representa el constante retoño de la existencia y su desarrollo para el alcance de la unidad. Es el triunfo sobre toda maldad.
14	I'x	Jaguar, vitalidad	Representa las revelaciones divinas. Día propicio para agradecer todo el trabajo de las mujeres.
15	Tz'ikin	Pájaro, libertad	Es la fuerza y fertilidad humana. Es la representación de todo lo que existe en el espacio. Día propicio para pedir por proyectos comunales.
16	Ajmaq	Culpa	Es el recuerdo de nuestros padres que guían el presente e influyen en el futuro.
17	No'j	Sabiduría	Es el desarrollo y relación de las fuerzas para el alcance de la perfección.
18	Tijax	Pedernal	Es la energía que abre las puertas a la lluvia. Es el nawal de la inteligencia y de los médicos.

No.	Nombre del glifo	Símbolo, animal o figura	Significado
19	Kawoq	Tempestad	Fue el día en que las abuelas y abuelos lograron vencer todos los obstáculos y problemas.
20	Ajpu	Cerbatanero, majestad	Es la certeza material y espiritual; es la realización del cuerpo. Representa las vicisitudes de Ajpu y su triunfo sobre los señores de Xib'alb'a

Fuente: Fundación Cholsamaj, Cholb'al Q'ij (2007)

b. La vida es plural, las fuerzas elementales que la constituyen son el fuego, el aire, el agua y la tierra.

c. Dualidad de las expresiones de vida: hombre-mujer, bien-mal, cielo-tierra.

d. Concepto de equilibrio y desequilibrio entre los elementos del cosmos: la naturaleza, la familia, la sociedad, el mismo ser humano.

e. Animismo. Todos los elementos del cosmos tienen vida, tienen espíritu, sienten y afectan a los demás.

f. Dualidad del espíritu humano, que se encuentra asociado a un elemento de la naturaleza llamado nawal, el cual influye sobre su conducta.

g. Valor sagrado del maíz, que tiene espíritu.

h. Valor sagrado de la ceiba como elemento comunicante entre el cielo (ramas) y la tierra (raíces).

i. Valoración de la espiritualidad para el logro del equilibrio y el bienestar.

Sobre esta base filosófica se asienta la serie de conocimientos tradicionales colectivos que se han transmitido de una generación a otra de manera oral. Algunos de ellos son los que se enumeran a continuación.

La seguridad alimentaria de la población gira alrededor de las prácticas agrícolas cuyo principal cultivo es el maíz. Éste ha sido desarrollado en una amplia gama de variedades: tamaños, formas, colores. Su cultivo no es aislado, sino asociado a otros productos, entre los que sobresalen el frijol y los ayotes. La dieta maya tradicional hace uso de recursos silvestres recolectados en el bosque o cultivados en huertos familiares. No es propio de la cultura el monocultivo.

La interacción continua con la naturaleza, a través de la observación y la experiencia, permite reconocer e identificar los componentes de la misma por sus nombres comunes. Las comunidades rurales están en capacidad de listar especies de flora y fauna, diferenciándolas entre sí por medio de la observación de sus características externas: color, forma, corteza, textura, olor. En el caso de la fauna, por el sonido típico de cada especie.

El uso de referentes biológicos, como especies de flora, sirve para la ubicación geográfica de los territorios a través de topónimos. El topónimo es una palabra que designa un sitio; al ser traducida literalmente utiliza las especies de flora histórica de un lugar para designarlo, haciendo muchas veces referencia a posiciones. Por ejemplo, pachaj = entre pino.

Otro aspecto es el conocimiento de las propiedades físicas y químicas de las especies utilizadas como materia prima para la elabo-

ración de objetos satisfactores de las necesidades sociales, artísticas y espirituales de las comunidades, de acuerdo con su posición biogeográfica. Entre ellos plantas medicinales, plantas ornamentales, plantas alimenticias, plantas para la construcción, plantas energéticas, plantas y animales sagrados, plantas, animales y minerales para uso artesanal.

Hay lugares y altares sagrados que conservan la biodiversidad local y que relacionan la práctica espiritual con elementos como ruda, chilca, flor de muerto, hierbas sacras, candelas, copal, pom, incienso; esto incrementa el valor de la conservación de los mismos.

El manejo del calendario maya:

a. Calendario sagrado o lunar.

b. Calendario agrícola o solar, sirve como base para el desarrollo de todos los aspectos de la vida cotidiana, económica, política, social, cultural, productiva y espiritual.

El principio maya de complementariedad entre la humanidad y la naturaleza establece que el ser humano es parte del cosmos y busca dentro de su propia naturaleza el desarrollo integral, las virtudes espirituales y una conducta comunitaria de armonía y justicia social.

El sistema de derecho propio se compone de procedimientos y reglas que rigen un desarrollo ordenado hacia el equilibrio con las siguientes particularidades:

a. Existencia de normas seculares que regulan el comportamiento social y que, si se infringen, requieren de sanciones. Estas normas no están escritas pero se manifiestan en prácticas recurrentes en todos los ámbitos de la vida comunitaria, además encarnan valores ancestrales propios.

b. Autoridades propias y reconocidas por la misma comunidad, entre las cuales hay responsables de aplicar sanciones. En el caso específico de las comunidades mayas, estas autoridades no provienen del sistema prehispánico sino que aprovechan la estructura de la autoridad republicana para realizar su práctica jurídica.

c. Procedimientos jurídicos cuyos componentes son maneras de formalizar los actos jurídicos y las formas recurrentes de aplicar sanciones. Este punto es clave para percibir la diferencia de sus prácticas con las del sistema jurídico oficial; por ejemplo, la característica de que los mayas conciben la justicia como un medio para el restablecimiento de la armonía comunitaria mientras que el sistema oficial, en cambio, tiene una concepción más punitiva de justicia.

La familia es concebida como el núcleo responsable de la formación de actitudes y valores en busca del equilibrio social, así como de la satisfacción de necesidades espirituales y materiales de la vida cotidiana.

Hay especialistas dentro de la comunidad que se hacen cargo de establecer las condiciones de equilibrio familiar, social y espiritual: los qajawixeel y k'amal b'ee. En el ámbito de la salud: los ajq'ij, aj kun y aj iyom.

La transmisión de conocimientos ocurre a través de la educación popular, la tradición oral, el uso del idioma materno, las danzas, mitos, leyendas y otras expresiones artísticas, que mantienen viva la cultura milenaria maya.

5.2. Uso potencial del CTC

Calendario maya. Como instrumento de medición del tiempo, puede aprenderse su manejo para uso cotidiano. La interpretación de señales del tiempo genera un potencial de uso en las actividades culturales, económicas

y sociales. Adicionalmente, tiene aplicación en las ciencias que se relacionan con la conducta humana.

Topónimos. Pueden ser de utilidad para la rehabilitación de ecosistemas que se han perdido o dañado por eventos climáticos o antrópicos. Tienen un alto valor cultural en sí mismos y facilitan los procesos de apropiación e identificación comunitaria.

Uso de idioma maya. La aplicación de los nombres que en idioma maya se les otorga a las especies de flora y fauna, valora la cultura como tal, facilita una relación de respeto a la diferencia y favorece la identificación del usuario con los recursos naturales que lo rodean, ya que son reconocidos por otros dentro de su contexto sociocultural materno.

Valores y principios mayas. La reconstrucción de relaciones interétnicas, políticas y sociales puede efectuarse a través de la recuperación de valores como el respeto y la relación armónica hombre-Dios-naturaleza propios del pensamiento maya.

Sitios sagrados. Por su alto valor espiritual y social, son áreas importantes para la conservación de la diversidad biológica asociada a ellos. Además, a través de normas claras de respeto y regulación de uso pueden ser objeto potencial de desarrollo turístico.

Derecho maya. Sistema de normas y procedimientos reconocidos por las comunidades que se fundamentan en la búsqueda del equilibrio social, más que en el castigo punitivo que no resuelve el conflicto. La resolución de conflictos en las comunidades tradicionales indígenas está enfocada hacia la armonía y la justicia social, como también en el aprendizaje del bien y del mal por parte del infractor.

Plantas medicinales. El conocimiento farmacológico "popular" facilita la investigación de las propiedades químicas de los compuestos elaborados por las plantas. A la vez, el uso de plantas medicinales contribuye a la salud popular, que de otra manera no podría ser cubierta por el sistema nacional oficial.

Plantas aromáticas, ornamentales y otros usos. El cultivo de especies vegetales con potencialidades de mercado por su uso aromático, gastronómico u ornamental favorece el establecimiento de empresas familiares y comunitarias alrededor del manejo sustentable de las mismas, contribuyendo a la valoración de las áreas donde se encuentran generalmente de manera silvestre, para garantizar el proceso reproductivo natural.

Compuestos biológicos industriales. La utilización de elementos de la biodiversidad, como el nij, puede impulsar investigaciones biotecnológicas que potencien la aplicación de los elementos producidos por especies animales o vegetales en la industria moderna y contribuir así al crecimiento económico de la población.

5.3. Distribución y homogeneidad del CTC

La limitación temporal de la presente compilación y la ausencia de una sistematización completa de la información tratada para las cuatro comunidades objeto de estudio, es decir, achi', poqomchi', mam y kaqchikel, dificultan de alguna manera una conclusión precisa acerca de la distribución y homogeneidad de los conocimientos tradicionales colectivos.

En términos generales, puede decirse que tres grandes ramas de conocimiento son de amplio dominio para todo el pueblo maya con mínimas diferencias:

a. La espiritualidad como condición de la actividad individual, familiar y social.

b. El uso y manejo del calendario en cuanto al conteo de los días, interpretación y aplicación en la actividad espiritual y productiva.

c. El sistema de derecho propio en su conjunto de teorías, procedimientos y prácticas.

Las otras ramas del conocimiento son afectadas por factores limitantes como:

a. Grado de accesibilidad a la diversidad de ecosistemas y recursos asociados a ellos; es decir, mientras más diverso es un territorio ocupado por un pueblo, mayor es el nivel de contacto con la diversidad y por consiguiente mayor es el conocimiento que puede desarrollarse sobre su uso.

b. Nivel de aislamiento en relación con otros grupos culturales.

c. Distribución limitada natural de ciertas especies.

d. Influencia limitativa durante el proceso de colonización americana; esto último sobre todo en la utilización distintiva de trajes típicos y colores según el área a la que cada población pertenecía (encomiendas y reparticiones).

En el primero de los casos puede explicarse entonces la relación de conocimiento de flora y fauna, el uso de especies como ornamento, alimento, medicina y producción de satisfactores sociales, el uso de topónimos a partir de la distribución natural y accesibilidad a la diversidad.

Las diferencias más marcadas se encuentran en las expresiones artísticas debido a la naturaleza social de las mismas y de los períodos, fechas y motivos particulares de cada grupo humano: danzas, formas de preparación de los alimentos, artesanías, uso de especies asociadas a prácticas culturales, como el nij de los achi', textiles y algunos símbolos de la cosmovisión maya.

5.4. Capitalización del CTC

La capitalización del conocimiento tradicional colectivo se entiende como el conjunto de mecanismos que permiten su valoración, reproducción y conservación para uso de las generaciones futuras en beneficio de la sociedad guatemalteca. Para ello, se recomienda lo siguiente.

5.4.1. Programas de educación

La educación formal del sistema educativo nacional debe incorporar en sus contenidos la visión, conocimientos y cultura de los pueblos mayas, tanto desde el punto de vista del patrimonio que constituyen como del mecanismo de formación de identidad nacional. Resulta trascendente la formación en cultura viva, es decir, los valores y prácticas sociales y culturales que favorezcan la interculturalidad y la conservación de la biodiversidad.

5.4.2. Programas de sensibilización

De acuerdo con el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación, de 2002, un poco más de 6.7 millones de habitantes de Guatemala pertenecen al grupo social ladino, lo que corresponde a más del 50% de la población total. Este fenómeno determina la importancia de establecer un mecanismo de sensibilización, de los adultos principalmente, sobre el valor de las culturas mayas y el legado de conocimientos que pueden heredar para la conformación de una sociedad más incluyente y respetuosa de las diferencias.

5.4.3. Programas de interiorización de manejo de recursos naturales

El CONAP, como ente rector de la conservación de la biodiversidad, debe, según el

Decreto Legislativo 4-89 y sus reformas, iniciar un análisis interno de sus normas y procedimientos para incorporar dentro de sus prácticas de gestión aquellos elementos de la cultura maya que le agregan valor a los esfuerzos por el conocimiento y manejo sustentable de la naturaleza.

5.4.4. Programas de fortalecimiento del uso y propiedad

El Estado de Guatemala debe propiciar políticas de cambio que garanticen el uso y propiedad de los recursos naturales como medios de producción y satisfacción de necesidades sociales, económicas y culturales por parte de los diferentes pueblos indígenas que suman 4.4 millones de guatemaltecos integrados en 23 grupos étnicos.

5.4.5. Programas de reconocimiento jurídico

Es necesaria la adecuación de la legislación guatemalteca para propiciar el respeto a los sistemas filosóficos de concepción de la vida de los pueblos mayas, así como al conjunto de normas de derecho propio.

5.4.6. Programas de reconocimiento de la propiedad intelectual colectiva

Con el fin de dar cumplimiento a los mecanismos de derechos de propiedad intelectual se debe, en conjunto con otras naciones plurales y que comparten la historia cultural del país, buscar los mecanismos legales para garantizar los créditos intelectuales y réditos económicos por el uso de conocimientos desarrollados por las culturas mayas, en especial en programas de bioprospección.

5.4.7. Programa de uso y respeto a los idiomas mayas

La cultura se transmite por el idioma. La permanencia de éstos ha mediado la pervivencia en la historia de los grupos humanos habitantes originarios de los diferentes territorios. La garantía por parte del Estado del respeto al uso de los idiomas mayas fortalecerá la identidad pluricultural y contribuirá para el fortalecimiento de los conocimientos tradicionales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la realización del estudio sobre conocimiento tradicional colectivo se ha llegado a las conclusiones siguientes.

Las organizaciones indígenas, como instituciones clave para la localización de información y análisis documental en el desarrollo del estudio, manifestaron rotundo interés en la devolución de los resultados y en la facilitación de la información a otros actores clave, así como en tomar en cuenta las recomendaciones del estudio.

La ubicación de documentos sobre conocimientos tradicionales relacionados con el aprovechamiento, uso y manejo de recursos naturales ha resultado difícil en los centros de documentación de las organizaciones y universidades. Si bien existen, únicamente hacen referencia, y no concreta, a las técnicas y métodos de aplicación de estos conocimientos. Por lo anterior existe la necesidad de sistematizar los conocimientos tradicionales colectivos sobre biodiversidad y manejo de recursos naturales, con el fin de proporcionar información a la sociedad en general, y así, visibilizar el aporte de los pueblos indígenas a la conservación de la diversidad biológica y a la construcción del desarrollo del país.

En temas como el calendario maya y el sistema de derecho propio se determinó la existencia de documentos producidos por las organizaciones cuyos fines y objetivos se relacionan precisamente con estos temas. Sin embargo, en lo que respecta a la conserva-

ción de la biodiversidad la información ha sido escasa.

Los actores entrevistados indican la riqueza de conocimientos existentes; sin embargo, el estudio se concretó en la información documentada y no en la sistematización de los conocimientos. No obstante, en algunas partes del presente capítulo se han integrado entrevistas con actores para fortalecer la información, ya que la documentación no cumplía con las expectativas del estudio. Por ello, es importante definir un marco de actores individuales e institucionales para la realización de estudios enfocados en la sistematización de los conocimientos tradicionales.

Se proponen estas recomendaciones:

Que pueblos indígenas y organizaciones de la sociedad civil hagan viable la integración en sus líneas de trabajo del abordaje de la conservación de la biodiversidad y sus componentes, mediante la práctica de valores y principios propios de los pueblos indígenas.

Que las autoridades en general establezcan condiciones para la divulgación y promoción de los conocimientos tradicionales, y que legislen de manera que cualquier acción en torno a estos conocimientos se realice en el marco legal y jurídico vigentes, en donde prevalezca el bien común.

Que los organismos internacionales, cuerpo diplomático y consular, comunidad internacional organizada y órganos pro derechos humanos apoyen las propuestas concretas de revalorización, rescate y sensibilización sobre la importancia de los conocimientos tradicionales colectivos de los pueblos indígenas, asegurando su transmisión a las futuras generaciones y privilegiando a los actores legítimos de los pueblos indígenas.

Que todas las organizaciones y sectores del ámbito público fortalezcan los estudios y la información existentes mediante la edición de textos y versiones ilustradas que aborden temas relacionados con la biodiversidad y los conocimientos tradicionales colectivos de los pueblos indígenas para facilitar información a la sociedad guatemalteca en general y al público de otras nacionalidades. Además, desarrollar estudios en las 22 comunidades lingüísticas mayas, la garífuna y la xinka.

7. LECCIONES APRENDIDAS

En las bibliotecas y centros de documentación visitados se ha demostrado desconocimiento acerca de los conocimientos tradicionales colectivos de los pueblos indígenas relacionados con la conservación de la biodiversidad. Además se evidenció que no existe una clasificación específica para estos temas. La identificación y revisión documental se realizó bajo los descriptores de cultura e identidad, y sin éxito en lo que respecta a actividades productivas como artes, agricultura, manejo de ecosistemas y manejo forestal.

Se obtuvieron mejores resultados con la documentación sobre el calendario, el sistema de derecho propio, los sitios y los lugares sagrados, cuya documentación se refiere al tema en sí y no a su relación con otros aspectos.

En los centros que tienen mandato de proveer información a la sociedad (bibliotecas públicas) prevaleció la denegación de documentos y datos; sin embargo, las organizaciones de los pueblos indígenas demostraron interés y facilitaron algunos textos relacionados con la temática objeto del estudio; además, refirieron a otras organizaciones informantes y actores clave de los pueblos indígenas.

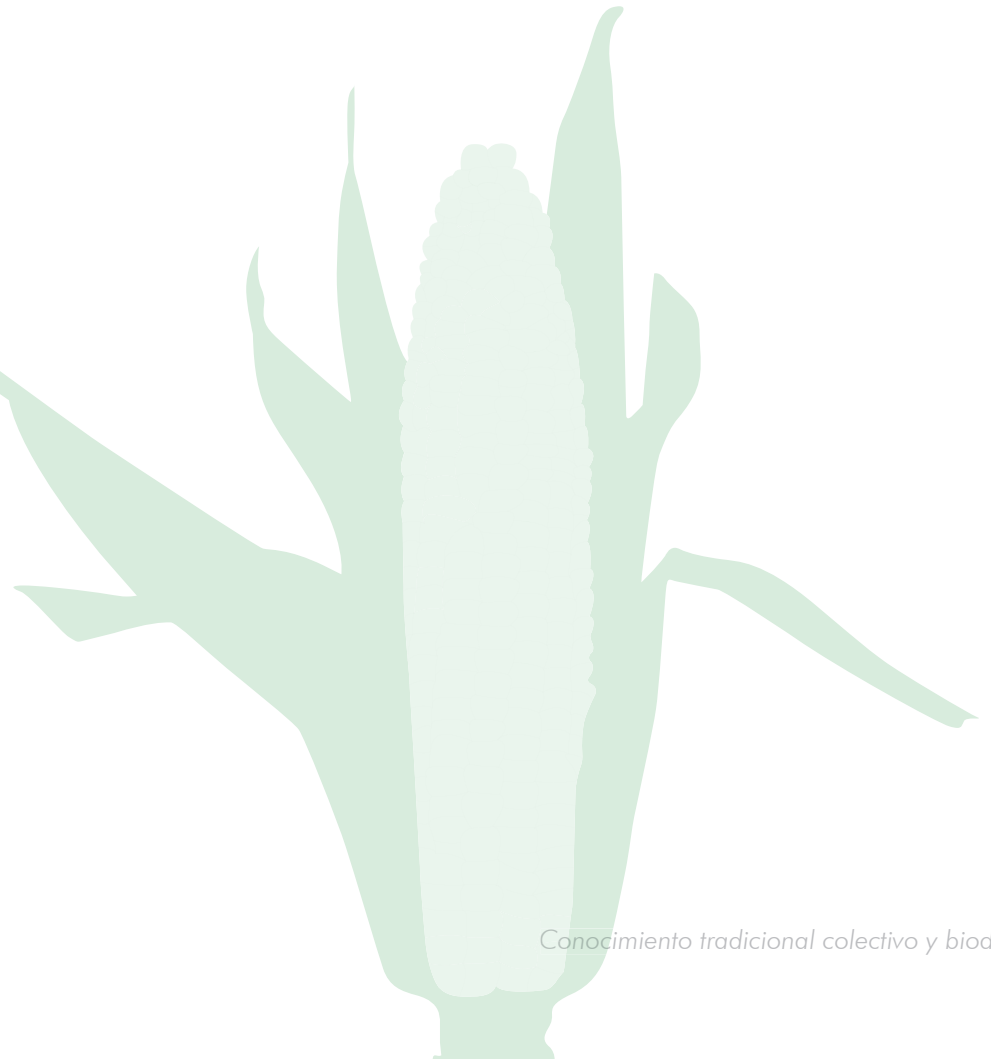
Ser mayahablante permitió una mejor comprensión de la lectura de los documentos, que en su mayoría están escritos en castellano pero con un buen porcentaje de palabras en algún idioma maya.

Se generó confianza con interlocutores y actores que brindaron información bibliográfica. Además, fue útil la apreciación de sus comentarios y orientaciones, desde sus prácticas vivenciales como guías espirituales, curanderos o comadronas, en las valoraciones de los textos proporcionados.

La naturaleza del Consejo de Organizaciones Mayas de Guatemala –COMG–, por ser una organización propia de los pueblos indígenas y debido a su papel en la vida pública y política en la defensa de los derechos colectivos, generó credibilidad en el proceso de documentación.

8. NOTAS

1. ONU. 2007. Declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas. Sexagésimo primer período de sesiones.
2. Nombres en idioma maya-achi' correspondientes a la especie *Galinsoga parviflora*.
3. Instrumento de labranza, de tracción animal, utilizado en las labores agrícolas.
4. Planta común, cuyo tallo es utilizado en la construcción de casas, entre otras construcciones.
5. Resina especial utilizada en ceremonias mayas.
6. Se conceptualiza así a la práctica de ofrecimiento del ombligo de los recién nacidos a los elementos de la naturaleza.
7. Plato típico de San Miguel Chicaj, Baja Verapaz (comunidad lingüística achi') que se elabora a base de hojas (ayote, acelga, col), masa de maíz, pepitoria, tomate, chiltepe y sal.



9. GLOSARIO

1. **Ajaw** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi'): Señor, dueño, creador y formador.

2. **Ajq'ij** (achi', poqomchi', k'iche'): Guía espiritual, su función es mediar entre las fuerzas naturales cósmicas y las personas.

3. **Ak'alab' ke chakanik** (achi', k'iche' y kaqchikel): Infecciones gastrointestinales.

4. **Baqul**: Los síntomas son eructos, ardores y espasmos.

5. **Conceptos Uk'u'x Ulew** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi', mam): Corazón de la Tierra.

6. **Is raqan uxubal tew** (achi'): Planta silvestre.

7. **Ixcanal o suj** (achi'): Arbusto.

8. **Joj** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi'): Cuervo.

9. **Nawal** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi', mam): Protector de los montes y valles, ríos y lagos, mares y vientos.

10. **Ojob'** (achi', k'iche'): Infección respiratoria.

11. **Pix Pix"** (mam): Abuela mam, nombre asignado a altar sagrado maya.

12. **Quej** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi'): Venado.

13. **Raq' toro'**: Una cucharada de llantén.

14. **Ri Ajb'aq** (achi', k'iche', kaqchikel, tz'utujil): Huesero, trata los problemas que ocurren con los huesos, especialmente zafaduras o fracturas.

15. **Ri Ajkun** (achi', k'iche', kaqchikel, rz'utujil): Persona dedicada a la medicina curativa, con conocimientos de medicina, en especial con el uso de plantas.

16. **Ri Iyom o Aj tuj** (achi', k'iche', kaqchikel, tz'utujil): Encargada de la salud de las mujeres y de los niños y niñas recién nacidos. Es la comadrona.

17. **Sakil k'um** (achi'): Pepitoria, ayote destinado a la alimentación de cerdos.

18. **Sakil k'um** (achi'): Pepitoria, ayote para consumo humano.

19. **Tz'eleej** (achi', kaqchikel): Sábila (*Aloe vera*), desinflamante y cicatrizante, riñones, hígado y páncreas, limpia el colon.

20. **Suut** (achi'): Servilletas.

21. **U wa winaq** (achi'): Mal de ojo.

22. **U xuum tew**: Herencia, enfermedad.

23. **Ujee' kuk** (achi', k'iche'): Cola de ardilla.

24. **Uk'u'x** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi', mam): Alma, lo sagrado de la naturaleza.

25. **Utiw** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi'): Lobo.

26. **Yac** (achi', kaqchikel, k'iche', poqomchi'): Zorro.

27. **Yab'il ke ak'alab'** (achi', k'iche'): Enfermedad de los niños, como el mal de ojo.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Acuerdo sobre Identidad y Derechos de los Pueblos Indígenas. (1995). Chimaltenango, Guatemala, 40 p.

2. AJPACAJA, A.C.; AGUILAR, P. (2001). Sueños, leyendas y realidades de Totonicapán. Guatemala, 102 p.

3. ALMG. (2005). Usemos nuestro calendario maya. Guatemala, 73 p.

4. Anónimo. (2002). Plantas medicinales y comadronas: manual para el personal de salud. Guatemala, 51 p.

5. ASTURIAS, L. (1993). La alimentación maya. Guatemala, 84 p.

6. AZURDIA, C; LEIVA, J.M. y OVANDO, W. (2000). Contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales. I. Caso de la región semiárida. Tikalia. 18(2). USAC, Facultad de Agronomía. Guatemala, p.7-34.

7. BOLVITO, J. (2003). Sistematización de tecnología agrícola sostenible, con elementos de tecnología ancestral achi'. USAC-Facultad de Agronomía. Guatemala, 42 p.

8. BREMME DE SANTOS, I. (1966). Aspectos hispánicos e indígenas de la cultura kaqchikel. Guatemala, 49 p.

9. CHACÓN, R. (2002). Disposiciones jurídicas relacionadas con los Derechos de los Pueblos Indígenas en Costa Rica. Serie Normativa y Jurisprudencia Indígena. Costa Rica, 183 p.

10. CHAVALOC, J. (2003). Conocimiento y uso de plantas medicinales en el área de ciencias naturales y tecnología del Ciclo II de nivel primario. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, 114 p.

11. CHÁVEZ, A. (1997). Pop Wuj. Poema-mitohistórico k'iche'. Trad. Guatemala, 131 p.

12. CHOCOY, M.; YAC, P.; YAXON, I.; TZAPINEL, S.; CAMEY, M.; LOPEZ, D.; YAC, J. y TAMUP, C. (2005). Raxalaj Mayab' K'aselmalil, Cosmovisión Maya, Plenitud de la Vida. Guatemala, 133 p.

13. CONFERENCIA NACIONAL DE MINISTROS DE LA ESPIRITUALIDAD MAYA DE GUATEMALA, Oxlajuj Ajpop. (2007). Propuesta de Ley de los Lugares Sagrados de los Pueblos Indígenas. Guatemala, 6 p.

14. Congreso de la República. (1985). Constitución Política de la República de Guatemala. Guatemala, 88 p.

15. _____ (2005). Ley Marco de los Acuerdos de Paz. Guatemala, 177:56. 3 p.

16. CONSEJO DE ORGANIZACIONES MAYAS DE GUATEMALA. (2006). Biodiversidad y pueblos indígenas. Informe diplomado COMG-URACCAN. Guatemala, 56 p.

17. CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. (1999). Estrategia Nacional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad y Plan de Acción GUATEMALA. Guatemala, 36 p.

18. DE LA CRUZ, R. (2005). Conocimientos tradicionales de los Pueblos Indígenas y Biodiversidad. Foro Internacional Indígena en Biodiversidad FIIB. Quito, Ecuador.

19. Facultad de Agronomía. (1997). Bosques Comunales de Guatemala. En: Cuadernos Chac No. 4. Guatemala: USAC-Facultad de Agronomía. Guatemala, 35 p.

20. FUNDACIÓN CHOLSAMAJ. (2007). Cholb'al Q'ij. Agenda Gerencial.

21. GÓMEZ, J. *et al.* (2003). Del monismo al pluralismo jurídico, en Guatemala. Guatemala, 260 p.

22. GUORÓN, P. (2001). Ciencia y Tecnología Maya, Maya' No'jib'al. Guatemala, 133 p.

23. HATSE, I. (2001). Prácticas agrosilvestres q'eqch'ies: mas allá del maíz y el frijol, aporte para la revalorización y el fortalecimiento de la agricultura tradicional q'eqchi'. Guatemala, 220 p.

24. HERRERA, K. (1991). Estudio etnomicológico en la región de Chipotón, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 92 p.

25. HOSTING, R. (1998). Etnobotánica Mam. Guatemala: GTZ/Proyecto Educación Maya Bilingüe. Guatemala, 366 p.

26. IXTABALÁN, M. (2007). Biodiversidad y conocimientos tradicionales colectivos. Entrevista. Asociación Jun Chowen. Quetzaltenango.

27. JIMÉNEZ, G. (1995). Conozcamos Guatemala, Serie Identidad. (Ed. G. Jiménez Ardón). Guatemala, 270 p.

28. JONGH, L. (1975). Indian Crafts of Guatemala and El Salvador. EE.UU. University of Oklahoma Press. E.E. U.U., 385 p.

29. LEÓN, C. E. (1999). Uk'u'xal Ranima'ri Qano'jib'al El Corazón de la Sabiduría del Pueblo Maya. Guatemala, 234 p.

30. LIMA, R. (1995). Aproximación a la cosmovisión maya. Guatemala, 198 p.

31. MARTÍNEZ, A. (1990). Kuxtab'al Kan Ke Ri Qati' Qamaam Maya 'iib' Achi, Memoria de los abuelos Maya Achi. Ed. Trads. A. López Manuel, V. Yol Jerónimo. Guatemala, 81 p.

32. MARTÍNEZ, F. (2006). Niij: la laca de los Achies. En: Revista Domingo, 19 de marzo de 2006. Guatemala, p. 19-21.

33. MARTÍNEZ, H. (1999). Compendio de plantas medicinales nativas y exóticas utilizadas en el departamento de Jutiapa. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, 88 p.

34. MORALES, M. (1999). Compendio de plantas medicinales nativas y exóticas utilizadas en el departamento de Santa Rosa. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, 63 p.

35. MORALES, M; XON, M. MENCHÚ, J. y PÉREZ, P. (2003). Umajik B'ik Utzukxik Utza'm ri Pixab' Mayab Rech Chuwila. Chichicastenango, Guatemala, 26 p.

36. Naciones Unidas. (2007). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. A/61/67. Asamblea General. Sexagésimo primer período de sesiones. Tema del Programa. Informes del Consejo de Derechos Humanos.

37. NEGGED, N. (1991). El Universo del Popol Vuh. Análisis histórico y filosófico del mito quiché. México, 125 p.

38. OIT. (1989). Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes. Ginebra, Suiza, 49 p.

39. ORELLANA, R. (1998). Estudio etnobotánico de siete comunidades de la reserva de biósfera Sierra de las Minas, Guatemala, con énfasis en plantas medicinales.

40. Plan estratégico de la Unidad de Coordinación Pueblos Indígenas y Sociedad Civil. 2006-2010. Guatemala, 30 p.

41. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Río de Janeiro, Brasil. Brasil, 41 p.

42. RACANCOJ, V. (1994). Socioeconomía Maya Precolonial. Guatemala, 111p.

43. RAMÍREZ, M. *et. al.* (1999). Los sabores de mi tierra. Guatemala, 36 p.

44. RECINOS, A. (1984). El Popol Vuh. Trad. A. Recinos. México, 288 p.

45. ROMERO, O. (2007). Biodiversidad y conocimientos tradicionales colectivos. Quetzaltenango. Comisión Presidencial contra la Discriminación y el Racismo contra Pueblos Indígenas.

46. ROSALES, M. (2003). Breve Historia jurídica y análisis sobre la institucionalidad del derecho maya y el derecho de los pueblos indígenas en Guatemala. Guatemala, 125 p.

47. SALAZAR, M. y TELÓN, V., (1999). Ruk'u'x Maya' Na'oj. Guatemala, 60 p.

48. SALVADÓ, M. (2006). Hacia el respeto de los derechos religiosos del Pueblo Maya; libertad de religión maya. Guatemala, 236 p.

49. SANIC, J. y PATZÁN, J. (2004). Medicina maya, S.l. Guatemala, 49 p.

50. SIS, G. (2007). Biodiversidad y conocimientos tradicionales colectivos. Entrevista. Ajq'ij, Ajkun. Baja Verapaz.

51. SUM, J. (2007). Biodiversidad y conocimientos tradicionales colectivos. Entrevista. Asociación de Mujeres Tejedoras para el Desarrollo. Quetzaltenango.

52. TELETOR, C. (1955). Apuntes para una monografía de Rabinal, Baja Verapaz y algo de nuestro folklore. Guatemala, 242 p.

53. TUM, G. (2005). Historia Poqomchi'. Guatemala. Guatemala, 164 p.

54. XUC, A. (2007). Biodiversidad y conocimientos tradicionales colectivos. Entrevista. ADICAXB. Alta Verapaz.

Diversidad de ecosistemas en Guatemala



César Castañeda*

RESUMEN

En el presente capítulo se interpreta la diversidad de ecosistemas de Guatemala, revisando sus características naturales generales, los distintos enfoques de clasificación aplicados (climáticos, fisiográficos, florísticos y ecosistemáticos) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SIGAP). Se proponen estrategias para entender y utilizar esa diversidad.

El país tiene gran diversidad ecológica, determinada principalmente por variaciones desde el nivel del mar hasta más de 4,000 metros de altitud y precipitación pluvial desde 500 a 6,000 mm anuales en una superficie relativamente pequeña (108,889 km^2). En sus diferentes montañas muestra alta variación de comunidades (coenoclinos o gradientes de la comunidad) y diversidad de ensamblajes de factores físicos de ambiente (ecoclinos), lo que genera diversidad de ecosistemas, algunos singulares. Muchas cuencas en una misma montaña y en similares altitudes son diferentes, dependiendo de su posición geográfica o exposición de la pendiente. Los dos sistemas montañosos con más diversidad de ecosistemas y de especies endémicas, además de influencia en otros sistemas orográficos vecinos, son los siguientes:

1. Sistema montañoso de los Cuchumatanes, que incluye Huehuetenango y Quiché.

2. Sistema montañoso de la Sierra de las Minas, que incluye los departamentos de El Progreso, Zacapa, Alta Verapaz e Izabal.

Hay coincidencia entre las regiones con mayor diversidad de ecosistemas, endemismo y abundancia de variabilidad de especies cultivadas.

Las siguientes son las principales causas de la diversidad:

a. Origen geológico relativamente antiguo.

b. Ubicación geográfica entre dos regiones biogeográficas diferentes (holártica y neotropical), en medio de dos océanos.

c. Variabilidad altitudinal.

d. Cadenas montañosas con orientación oeste-este (corredores de migración) entre los hemisferios norte y sur.

Se han utilizado sistemas fisiográficos, florísticos y ecosistemáticos, todos con ventajas y desventajas, dependiendo del propósito. Así, resultan en variedad de unidades identificables, clasificadas en 10 regiones fisiográficas, 7 biomas, 14 ecorregiones, 66 ecosistemas (41 naturales y 25 intervenidos con actividades antropogénicas) y 14 zonas de vida de acuerdo con el sistema Holdridge. Los sistemas de ecorregiones y de zonas de vida son los más utilizados para conservación y manejo de recursos naturales. Independientemente del sistema empleado, el país presenta alta diversidad de ecosistemas. El sistema de zonas de vida de Holdridge tiene versatilidad para profundizar en el estudio de ecosiste-

* Universidad del Valle de Guatemala (UVG).

mas, delimitar zonas climáticas y combinarse con otros sistemas; se aconseja aplicarlo con mayor detalle (escala 1:50,000) para identificar y caracterizar a los ecosistemas dentro de cada zona.

Petén es el departamento del país con mayor superficie en áreas protegidas, seguido de Izabal; los que menos áreas protegidas tienen son Guatemala, Retalhuleu y Santa Rosa. El SIGAP representa el 33% del territorio nacional (aproximadamente 35,000 km^2). Las áreas protegidas de Petén constituyen el 78% del SIGAP. Las tierras altas de los Cuchumatanes, con la mayor parte de las cabeceras de cuencas, tienen muy pocas áreas protegidas; ninguna en Todos Santos, área muy particular. Se recomienda que las áreas de los Cuchumatanes adquieran una categoría definitiva, vinculada a la problemática integrada del manejo de los recursos naturales renovables. Se propone que se verifique atención especial a los siguientes ecosistemas:

a. Algunas lagunas con mucha disturbación (Laguna Yolnajab, Laguna Chichoj) y la mayoría de Petén.

b. Parte alta de montaña de Pinula, entre San José Pinula y Mataquescuintla.

c. Bosque seco de Huehuetenango, particularmente el área de El Cimarrón.

d. Partes de San Mateo Ixtatán, particularmente de Yalambojoch, donde aún hay pequeñas áreas de saraguate de altura.

e. Comunidades de *Pinus chiapensis*, en Barillas, Huehuetenango.

f. Algunos bosques remanentes de la costa sur, donde es evidente la pérdida de fauna, son importantes para la conservación del loro cabeza amarilla (*Amazonia ochrocephala*).

g. Áreas de bosques húmedos y muy húmedos del departamento de Petén, particularmente por muchos humedales que están desapareciendo.

En la Reserva de la Biósfera Maya debe analizarse la dinámica de algunas lagunetas y aguadas (cibales).

Palabras clave: *Diversidad, ecosistemas, clasificación, gradiente.*

SUMMARY

The diversity of ecosystems in Guatemala is interpreted by reviewing their general natural characteristics, different approaches of applied classification (climate, physiographic, floral and ecosystematic) and the national system of protected areas. There are strategies proposed to understand and use such diversity.

The country has a great ecological diversity mainly determined by variations from the level of the sea up to 4,000 meters of altitude, and pluvial rainfall from 500 to 6,000 mm a year in a relative small area (108,889 km^2).

In the mountains there is a high variation of communities (community coenoclines or gradients) and diversity of assemblies of environmental physical factors (ecoclines), generating diversity of ecosystems, some of them very particular. Some basins in the same mountain and with different altitudes are different, depending on their geographical position or exposure of the slope. The two mountainous systems with larger ecosystem diversity and with endemic species, besides of influence on other neighboring orographic systems, are the following:

1. Mountain range Los Cuchumatanes that includes the departments of Huehuetenango and Quiché.

2. Mountain range Sierra de las Minas that includes the departments of El Progreso, Zacapa, Alta Verapaz and Izabal. There is coincidence among the regions with higher diversity of ecosystems, endemism and high variability of cultivated species.

These are the main causes of diversity:

a. Relatively old geological origin.

b. Geographical location between two different biogeographic regions (holartic and neotropical) in the middle of two oceans.

c. Altitudinal variability.

d. West-east mountain range (migration corridors) among north and south hemispheres.

Physiographic, climate, floral and ecosystematic systems have been used, all with advantages and disadvantages, depending on the purpose, resulting in a variety of identifiable units classified into 10 physiographic regions, 7 biomes, 14 ecoregions, 66 ecosystems (44 natural and 25 intervened with anthropogenic activities) and 14 life zones according to the Holdridge system. The ecoregions and life zones systems are the most used for the conservation and management of natural resources. Besides the system used, the country is highly diverse in ecosystems. The Holdridge life zones system is versatile enough to deep into the study of ecosystems, to delimitate climate zones and to combine with other systems; it is advisable to use it with greater detail (scale 1:50,000) identifying and characterizing the ecosystems in each zone.

Petén is the department with largest protected areas, followed by Izabal; the ones that have fewer protected areas are Guatemala, Retalhuleu and Santa Rosa. SIGAP represents the 33% of the national territory (approximately 35,000 km^2). The protected areas of Petén are the 78 % of SIGAP. The Cuchumatanes highlands, with the largest basins heads, have few protected areas; none in Todos Santos, a very particular area. It is recommend that the Cuchumatanes area should acquire definitive category connected to the integrated problems in the management of renewable natural resources. Special attention should be paid to the following ecosystems:

a. Some very damaged lagoons (Yolnajab Lagoon, Chichoj Lagoon) and most of Petén.

b. Highlands of the Pinula mountain, between San José Pinula and Mataquescuintla.

c. Dry forest in Huehuetenango, specially the Cimarron area.

d. Some parts of San Mateo Ixtatán, specially Yalambojoch, where still are small areas of hauler monkies.

e. *Pinus chiapensis* communities in Barillas, Huehuetenango.

f. Some remaining forests in the south coast where the loss of fauna is evident; they are important for the conservation of the Yellowhead Parrot (*Amazonia ochrocephala)*.

g. Humid and very humid forests areas in Petén, specially because of the many wetlands that are disappearing.

The dynamic of some small lagoons and aguadas ("cibales") in the Mayan Biosphere Reserve should be analyzed.

Key words: *Diversity, ecosystems, classification, gradient.*

UKAJ UQ'AT WUJ

JALAJOJ EQLE'NIB'AL UWACHULEW RECH PAXIL KAYALA'

CH'UTI'SANEM.

Ri jalajoj eqle'nib'al uwachulew rech Paxil Kayala' xsolixik uwach ronojel uxe' utak'alib'al taq ri jalajoj taq chololem b'anom che jas: (umiq'inal uwachulew, urexal uwachulew xuquje' eqle'nib'al uwachulew) rachi'l ub'e'al cholchak q'atb'altzij puwi' chajinem rulewal k'ache'laj. Kaya' ub'ixik ub'e'al chak rech keta'max ukojik ri jalajoj k'aslemalil chuwachulew.

Ri amaq' Paxil Kayala' jalajoj nuk'k'aslemalil chuwach rulewal, jalajoj uwach k'aslemalil rumal k'o lo 4,000 etok'al k'a chuchi' polow, k'o lo 500 k'a 6,000 uwi'aqok'al unimarik uwach ri ja' chuwach ala'j rulewal Paxil Kayala' (xa 108,889 km2 uwach rulewal). Jalajoj uwach ri che' e k'iyinaq e poq'inaq pa taq ri k'ache'laj xuquje' jalajoj uwach ri umiq'inal ulew are taq wa kuya' uk'aslemal ri jalajoj taq eqle'nib'al uwachulew rulewal Paxil Kayala'. E k'o nimaq taq pek alaj taq pek pa taq k'ache'laj jalajoj uwach k'o pa rulewal. Keb' uwach nimaq taq k'ache'laj ja e poq'inaq wi uloq jalajoj uwach eqle'nib'al uwachulew xuquje' uya'om uxe' rija'l taq che'-q'ayes:e poq'inaq uloq jun) Nima K'ache'laj ub'i Los Cuchumatanes k'o pa rulewal Huehuetenango rachi'l Quiché, keb) Nima k'ache'laj ub'i Sierra de las Minas k'o pa kulewal ujolom tinamit taq: El Progreso, Zacapa, Alta Verapaz rachi'l Izabal. Pa taq kulewal ujolom taq tinamit kumaj rib' uwach ri jalajoj eqle'nib'al uwachulew xuquje' ruk' e tikom pa taq ulew kumal winaq.

Are taq kuya' uxe' ri jalajoj k'aslemalil: a) Ojer taq uxe' uwach rulewal, b) jalajoj uwach rulewal Paxil Kayala' rumal k'o pa uk'ux keb' polow, c) jalajoj uwach uwi' rulewal, d) k'amub'e nimaq taq k'ache'laj k'o kujeq ub'e pa qajb'al q'ij kak'is pa relb'al q'ij, keb'uwach uch'aqapil rulewal jun k'o pa relib'al kaqiq jun chik pa qajb'al kaqiq'.

Xe'solix uwach rulewal jalajoj k'aslemalil, umiq'inal ulew, urexal ulew rachi'l eqle'nib'al uwachulew, ronojel k'o utzilal xuquje' uk'eyewal kiriqom, xchakux ub'e uno'jixik ronojel chololem b'anom, lajuj uwach rulewal, wuqub' biomas, kajlajuj rulewal jalajoj k'aslemalil, 66 eqle'nib'al uwachulew (44 ajwaralik uxe' rachi'l 25 k'axlan ija' tiko'n) kajlajuj rulewal k'aslemalil cholchak rech Holdridge. Pa rulewal ek'iyinaq jalajoj uwach k'aslemalil are ya'om kiq'ij uloq'oq'exik ukojik tob'al taq ulew. Pa rulewal Amaq' Paxil Kayala' jalajoj uwach k'aslemalil eqle'nib'al uwachulew. Ri jun ub'e'al uchakuxik k'aslemalil rech Holdridge k'i uwach ub'e no'jchak usuk'majim puwi' ri eqle'nib'al uwachulew, kucha'o xuquje' kumaj ub'e taq ri ub'e'al cholchak, rajawaxik nab'e keta'max uwach ronojel uwach eqle'nib'al uwachulew ja taq e k'o wi recha qas keta'max ucholaj kiwach.

UK'UX TZIJ: *jalajoj, eqle'nib'al uwach ulew, chololem, paqalik-xulanik.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción a la visión maya-k'iche' de biodiversidad

Los párrafos del *Popol Vuh* (1992) que se citan a continuación muestran la visión de la diversidad de la vida que tenían los mayas, particularmente la nación maya-k'iche', en el contexto del período Posclásico (de 900 a 1525 D.C.). También se aprecia la percepción, entendimiento y uso de los procesos cosmogónicos y biológicos que, en los conocimientos actuales, incluye la diversidad de ecosistemas y de la vida.

Como la neblina, como la nube y como una polvareda fue la creación, cuando surgieron del agua las montañas; y al instante crecieron las montañas. Solamente por un prodigio, sólo por arte mágica se realizó la formación de las montañas y los valles; y al instante brotaron juntos los cipresales y pinares en la superficie [...] Primero se formaron la tierra, las montañas y los valles; se dividieron las corrientes de agua, los arroyos se fueron corriendo libremente entre los cerros y las aguas quedaron separadas cuando aparecieron las altas montañas [...] Luego hicieron a los animales pequeños del monte, los guardianes de todos los bosques, los genios de la montaña, los venados, los pájaros, leones, tigres, serpientes, culebras, cantiles (víboras), guardianes de los bejucos (Popol Vuh, 1992:81-82). Y de esta manera se llenaron de alegría, porque habían descubierto una hermosa tierra, llena de deleites, abundante en mazorcas amarillas y mazorcas blancas, y abundante también en pataxte y cacao, y en innumerables zapotes, anonas, jocotes, nances, matasanos y miel. Abundancia de sabrosos alimentos había en aquel pueblo llamado de Paxil y Cayalá. Había alimentos de todas clases, alimentos pequeños y grandes, plantas pequeñas y plantas grandes. Los animales enseñaron el camino. Y moliendo entonces las mazorcas amarillas y las mazorcas blancas, hizo Ixmucané nueve bebidas, y de este alimento provinieron la fuerza y la gordura y con él crearon los músculos y el vigor del ser humano. Esto hicieron los progenitores Tepeu y Gucumatz, así llamados (Popol Vuh, 1992:160-161).

1.2. Introducción a la visión científica de biodiversidad

El creciente interés por el conocimiento y conservación de la biodiversidad, a nivel mundial, se debe a su importancia estratégica y a su valor económico y ecológico incalculable. Este patrimonio natural, resultado de la evolución en el tiempo, es único e irrepetible. Además, la pérdida de biodiversidad en los últimos años, entre otras razones por simplificación de los ecosistemas y la introducción de subproductos tóxicos, es el más importante e irreversible efecto directo o indirecto de las actividades humanas. Los ecosistemas modificados por el ser humano no pierden necesariamente productividad en biomasa, pero prácticamente en todas las ocasiones pierden biodiversidad (Halffter and Ezcurra, 1992).

En este contexto, Guatemala se caracteriza por una gran variabilidad natural. La altitud varía desde el nivel del mar hasta 3,500 metros, a excepción de picos volcánicos que sobrepasan los 4,000 metros de altitud. La precipitación pluvial varía de una zona a otra desde los 500 a aproximadamente 6,000 mm anuales (MAGA, 2002). Los suelos, y en general el paisaje, también muestran cambios drásticos de una gran región a otra debido a su origen geomorfológico: en la región del Atlántico la mayoría de suelos son de origen sedimentario, mientras que en el altiplano y la región sur son de origen volcánico (Instituto Geográfico Nacional, 1972). Ello permite interpretar que la interacción de las anteriores y de otras variables produce muchas combinaciones con un gran contraste ecológico y geográfico, en un espacio relativamente pequeño (108,889 km^2), que induce a la signi-

ficativa y singular diversidad de ecosistemas (Castañeda, Castañeda y Elías, 1995).

Por la interacción de sus características geológicas, geográficas, fisiográficas y biológicas, Guatemala tiene alta diversidad de especies, ecosistemas y endemismo; es parte sustancial del centro mesoamericano de origen de plantas cultivadas, además de estar incluida en la región mesoamericana considerada megadiversa. Según el CONAP (2006), Guatemala es considerado un "país megadiverso", característica que comparte con otros 29 países.

La variabilidad y diversidad de ecosistemas son elementos importantes para cuantificar la diversidad biológica del país, aunque aún no han sido estudiados sistemáticamente y con la profundidad que permita comprender, enseñar y utilizar su conocimiento para un desarrollo social más armónico. El estudio de la diversidad y variabilidad de ecosistemas es un fundamento ecológico para el manejo sostenible de los recursos naturales. A ello se debe la creciente preocupación por la biodiversidad guatemalteca de los diferentes sectores nacionales e internacionales, estatales y privados, políticos, empresariales y académicos.

En el presente capítulo se interpreta e identifica la diversidad de ecosistemas de Guatemala, se hace una revisión de conceptos básicos generales, características naturales del país y sistemas de clasificación utilizados. Además, se proponen estrategias para los diferentes niveles de decisión, con el fin de ayudar a comprender, enseñar y utilizar esa diversidad de ecosistemas.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

2.1. Objetivos

El objetivo general es crear un informe sobre la diversidad ecológica de Guatemala para disponer de información actualizada e integrada en torno a la clasificación de ecosistemas en sus diferentes jerarquías y/o componentes, facilitar los procesos de análisis de la diversidad de ecosistemas y proponer estrategias para su conservación en los distintos niveles de decisión existentes, en el marco de la gestión ambiental nacional.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

1. Recopilar y actualizar información acerca de la diversidad ecológica y sus componentes jerárquicos (biomas, ecorregiones, zonas de vida y asociaciones).

2. Definir cuál es la diversidad ecológica y su representatividad dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas del país (SIGAP).

3. Identificar los esfuerzos y/o acciones institucionales realizadas para la conservación, utilización y protección de la diversidad ecológica.

2.2. Metodología

El estudio comprendió la revisión y recopilación de los trabajos sobre clasificación de vegetación y ecosistemas realizados en el país. Se visitaron todas las instituciones vinculadas con el tema. Se priorizó específicamente la información existente en el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Centro de información Geográfica del Ministerio de Agricultura, Defensores de la Naturaleza, Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos (CECON), Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala (CEA/UVG) y The Nature Conservancy (TNC). La información se confrontó con los fundamentos científicos ampliamente aceptados acerca de la diversidad y la clasificación de ecosistemas.

La metodología establecida para estudiar la diversidad de ecosistemas se basa en el análisis riguroso y crítico de los distintos enfoques de clasificación y jerarquías que se utilizan en el país. Esto incluye biomas, ecorregiones, ecosistemas y zonas de vida. Se describe y localiza geográficamente cada sistema. A cada sistema se le realizaron análisis críticos de su aplicación al país. Se revisó el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, se documentaron y analizaron los biomas, ecorregiones, zonas de vida y asociaciones representadas, para establecer los vacíos existentes. Además, se analizó el documento, aún sin publicar, "Desarrollo de análisis de vacíos de representación y omisiones ecosistémicas del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP)", en el marco del Convenio NISP (National Implementation Support Partnership). Con base en esos análisis y fundamentos, se proponen planes de acción, alcances y viabilidad operativa.

Se efectuó también un reconocimiento de campo en algunos ecosistemas o zonas de vida, donde se obtuvieron fotografías representativas. También se viajó a:

1. Izabal y Petén.

2. El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa y Guatemala.

3. Chimaltenango, Totonicapán, Huehuetenango (todas sus zonas ecológicas), Quiché y Alta Verapaz (franja transversal del norte).

La ponencia fue discutida conjuntamente con un comité específico de expertos en el tema, en tres fases:

a. Presentación de un primer avance.

b. Discusión de un borrador integrado.

c. Revisión del informe final.

3. DIVERSIDAD, ECOSISTEMAS Y SU CLASIFICACIÓN

3.1. Diversidad a nivel ecológico

El Convenio sobre la Diversidad Biológica define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y entre los ecosistemas (CONAP, 2006). Estos tres niveles de diversidad describen aspectos muy diferentes de los sistemas de vida y se miden de diferentes maneras: no son ni alternativos ni sustitutos. Su medida o estimación depende de la escala en la cual se define el problema.

La diversidad de ecosistemas incluye también las comunidades de organismos dentro de hábitat particulares, así como las condiciones físicas bajo las cuales ellos viven (Wilson, 1992). A nivel ecológico, la biodiversidad se manifiesta en la riqueza de especies que se encuentran en un área o comunidad dada (diversidad alfa); en la heterogeneidad de un paisaje local a través de un gradiente ambiental local (diversidad beta); y en la heterogeneidad a nivel geográfico o regional (diversidad gamma) (Halffter, Moreno y Pineda, 2001).

En el análisis de comunidades, la biodiversidad tiene dos expresiones bien definidas: la diversidad presente en un sitio, o diversidad alfa, y la heterogeneidad espacial, o diversidad beta. La diversidad alfa es una función de la cantidad de especies presentes en un mismo hábitat; es también el componente más importante de la diversidad (y más comúnmente citado) de las selvas tropicales y subtropicales. La diversidad beta es una medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir, mide la contigüidad del hábitat en el espacio

(Halffter, Moreno y Pineda, 2001). Estos mismos autores proponen metodologías para evaluar la biodiversidad en las reservas de la biósfera.

En un contexto biogeográfico, la biodiversidad se mide cuantificando la heterogeneidad biogeográfica de una zona o región dada. La biodiversidad geográfica está dada por la diversidad de ecosistemas de una región determinada. Para muchos ecólogos, este nivel de la diversidad se conoce como diversidad gamma (Kimmins, 1997).

Los criterios de análisis de comunidades parecen relacionarse con los conceptos de diversidad alfa y diversidad beta. ¿Por qué las comunidades difieren en el número de especies? Whittaker (1970) sostiene que el mayor grado de interacción es logrado por un alto grado de diversidad beta, el cual es definido como el grado de cambio en la composición vegetal de las comunidades a lo largo de un gradiente[1]. Este término contrasta con el de diversidad alfa, que se refiere al número de especies en una comunidad dada. La distinción de estas dos clases de diversidad tiene aplicación útil. La diversidad beta implica acomodación de un número alto de especies con distribución restringida a lo largo de un gradiente, en oposición a pocas especies de amplio rango en el mismo gradiente.

3.2. Concepto, atributos e historia del ecosistema

Ecosistema es la unidad central de análisis en el presente capítulo y, por ello, la comprensión y aplicación de su concepto es fundamental para entender y dimensionar la diversidad de los ecosistemas en Guatemala.

Odum (1982) denomina sistema ecológico o ecosistema a cualquier unidad que incluya la totalidad de los organismos (esto es, la "comunidad") de un área determinada que actúan en reciprocidad con el medio físico de modo que una corriente de energía conduzca a una estructura trófica, una diversidad biótica y a ciclos materiales (esto es, intercambio de materiales entre las partes vivas y las inertes) claramente definidos dentro del sistema.

Para que exista un ecosistema, sus componentes deben tener un arreglo espacial y las interacciones apropiadas que conduzcan a la captura y almacenamiento de energía como biomasa, estructura trófica, ciclo de nutrientes y cambio en el tiempo (sucesión ecológica). Los ecosistemas están caracterizados por cinco atributos principales: estructura, función, complejidad, interacción de los componentes y cambio en el tiempo (Kimmins, 1997).

Los ecosistemas pueden presentar diversos tamaños y ser terrestres (cuando el sustrato es suelo) o acuáticos (cuando el sustrato es agua). Un estanque, un lago, una extensión de bosque, incluso un cultivo de laboratorio (microecosistema) proporcionarán una unidad apropiada de estudio. La condición es que los componentes principales estén presentes y operen juntos para producir alguna clase de estabilidad funcional, por lo menos durante un breve tiempo. Una de las características universales de todos los ecosistemas (terrestres, de agua dulce o marinos, con o sin intervención humana) es la acción recíproca de los elementos autotróficos y heterotróficos entre sí (Odum, 1982).

La expresión "sistema ecológico" fue introducida por Woltereck en 1928 para sistemas acuáticos con su correspondiente biota y procesos, mientras que Tansley introdujo en 1935 el término "ecosistema", en el mismo sentido, para comunidades terrestres con sus hábitats (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974). Tansley, citado por Mueller-Dombois y Ellemberg (1974), expresó en 1935 que los organismos no pueden considerarse separados de su ambiente en cualquier tratamiento fundamental, debido a que ambos (organis-

mos y su ambiente) forman un sistema funcional en la naturaleza.

Un concepto similar fue introducido en 1945 por el ecólogo ruso Sukachev, quien consideró a la fitocenosis (comunidad vegetal) junto al ambiente como una biogeocenosis (Duvignaud, 1978), al grado que ambos términos (ecosistema y biogeocenosis) han sido considerados sinónimos. En contraste con el concepto de ecosistema, el de biogeocenosis señala a la comunidad o fitocenosis como parámetro para establecer sus límites. Por lo tanto, el concepto de biocenosis tiene la ventaja de definir una unidad específica de comunidad vegetal para identificarla, mientras que el concepto de ecosistema deja abierta la definición del límite específico en relación con los diferentes requerimientos de investigación (Duvignaud, 1978). En este sentido, un ecosistema puede ser definido de varias maneras. El único requerimiento es que los componentes mayores, organismos vivos y su ambiente, estén presentes e interactúen (Odum, 1982).

3.3. Delimitación de ecosistemas en el campo

Como fue señalado por Evans (1956), citado por Mueller-Dombois y Ellemberg (1974), no hay limitación en clase y tamaño. Uno puede reconocer como ecosistema a unidades muy pequeñas, como los microorganismos en la hoja de una planta, y a lo más grande, la Tierra o la biósfera. Uno puede también reconocer diferentes clases; por ejemplo, un bosque, un lago, una isla o un ecosistema urbano. En ecología vegetal, un ecosistema puede ser delimitado por una comunidad vegetal, como en el concepto de biocenosis, o por diferentes comunidades interrelacionadas.

Un ecosistema puede tener muchos ecosistemas pequeños o, a su vez, ser parte de un ecosistema mayor. Así, nada impide dar al concepto de ecosistema un sentido más amplio, como un paisaje definido o una región determinada, que puede incluir sistemas ecológicos funcionales particularmente eficientes. En el elemento paisajístico, los ecosistemas individuales están unidos por estrechas relaciones laterales, como las cuencas (Duvigneaud, 1978).

La consideración del ecosistema como unidad limitada, sobre el terreno, a una superficie homogénea correspondiente a una comunidad, a un tipo de clima y de suelo, homogéneos todos ellos, puede parecer sencilla, pero es muy compleja, por lo que resulta difícil escoger en él algunas parcelas claramente representativas para su estudio (Duvigneaud, 1978). Sin embargo, el criterio más directo es identificar y delimitar una comunidad con características homogéneas.

Para propósitos prácticos, las comunidades vegetales pueden ser consideradas subdivisiones de la cobertura vegetal. Por lo tanto, la cobertura muestra, más o menos, cambios espaciales obvios, que es posible distinguir de una comunidad diferente. Estos cambios pueden ser causados por variaciones espaciales en la composición de las diferentes especies, diversidad de espaciamiento y altura de las plantas, modificaciones en las formas de crecimiento o las formas de vida de las plantas, o la respuesta estacional de otras propiedades.

Los conceptos de comunidad vegetal se necesitan para definir ecosistemas particulares en espacio (geográficamente) y en tiempo. El concepto de ecosistema, sin embargo, da igual atención a todos los componentes mayores del ecosistema en estudios de campo. En síntesis, el ecosistema es la unidad funcional más amplia que incluye una comunidad de seres vivos y su medio. Unidad porque es un circuito cerrado (forma un todo); la más amplia, porque incluye los organismos y el medio abiótico; cada uno influye sobre las propiedades del otro, cada uno es necesario

para el mantenimiento armonioso de la vida (Duvigneaud, 1978).

No es tan fácil pero es posible asignar al ecosistema límites definidos (en un conjunto forestal, de pradera o pantanoso) y concretar su extensión. Ello es mucho más difícil en el medio acuático, principalmente el marino. Pero incluso en el caso de los ecosistemas terrestres, reconocibles en principio por la comunidad vegetal que los constituye, la delimitación topográfica no siempre es sencilla, debido a la existencia de un *continuum* en comunidad vegetal. El *continuum* se debe a gradientes o secuencias, a esto se le da un tratamiento más amplio en la sección 3.4. Por lo tanto, el método más práctico y sólido para delimitar los ecosistemas es utilizar el criterio de la comunidad homogénea (Whittaker, 1970).

El ecosistema más pequeño es la biocenosis en el sentido de Sukachev. El contorno geográfico de la biocenosis está indicado por la fitocenosis, que más bien es una comunidad vegetal pequeña, mapeable. Ello implica que la vegetación debe ser homogénea en todos sus estratos, no solamente en el estrato dominante. En un bosque, por ejemplo, no solamente la composición de árboles debe ser homogénea, sino también el sotobosque (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974; Whittaker, 1970).

En resumen, la comunidad vegetal es la unidad que puede utilizarse para delimitar, identificar e interpretar la diversidad de ecosistemas en Guatemala, asumiendo que cada comunidad vegetal responde a diferentes condiciones ambientales, en espacio y tiempo determinados.

3.4. Variación de ecosistemas en gradientes

A la secuencia de las comunidades bióticas a lo largo de un gradiente ambiental (diferencia del cambio entre dos puntos de cualquier parámetro ambiental) se le llama coenoclino o gradiente de la comunidad. Al ensamblaje de los factores físicos del ambiente que van cambiando a lo largo del gradiente de la comunidad o coenoclino se les llama complejo de gradientes, mientras que la combinación de los gradientes ambiente-comunidad es conocida como ecoclino (Kimmins, 1977). Ello significa que los ecosistemas cambian a consecuencia de las diferentes combinaciones de gradientes ambiente-comunidad (ecoclino).

Para documentar y comprender la diversidad de ecosistemas en Guatemala, la aplicación de estos conceptos en sus diferentes regiones es útil e interesante. Ello cobra especial relevancia práctica a partir de diferentes observaciones realizadas por el autor de este capítulo, debido a que el país tiene alta variación de comunidades (coenoclinos o gradientes de la comunidad), y diversidad de ensamblajes de factores físicos de ambiente o ecoclinos, en sus diferentes formas terrestres, pero mucho más pronunciadas en sus grandes montañas. Cada montaña es diferente a otras, e incluso muchas partes de cuencas adyacentes o de montañas son diferentes a las mismas altitudes, esto depende de su posición geográfica o exposición de la pendiente. Dicha aplicación se realiza en el Apartado 6 de este capítulo.

3.5. Fundamentos de clasificación de ecosistemas

La mejor clasificación de ecosistemas resulta de la simplicidad, pero con suficiente detalle para ser efectiva, y también del tiempo o la época. Todas las clasificaciones son dinámicas, se ecuentran en constante cambio, van evolucionando para resolver las futuras necesidades de conservación, manejo forestal o de recursos naturales en general. Sin embargo, son difíciles de lograr por la complejidad y diversidad en los ecosistemas o, más

ampliamente, por la heterogeneidad de la región o del país analizado.

La motivación fundamental de la clasificación de los ecosistemas o de las grandes unidades ecológicas es agruparlos de acuerdo con sus similitudes y diferencias, mejorar la habilidad para tomar decisiones en cuanto a las características de sus componentes, el potencial del recurso y/o de las restricciones ambientales para el manejo de cualquier región o país. Persigue también reducir el número de determinantes desconocidos y obtener una clasificación ecológica que provea toda la información ecológica posible, incorporando todos los parámetros mayores del ecosistema (Kimmins, 1997; Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974; Upvardy, 1975; Whittaker, 1970).

La extensa cantidad de determinantes, junto a la gran variedad de uso de la clasificación en el manejo forestal o de recursos naturales, sugiere la necesidad de contar con diversidad de clasificaciones.

De acuerdo con Kimmins (1997), la clasificación de ecosistemas constituye el fundamento o cimiento para el manejo forestal sostenible, y así de todos sus recursos o componentes.

Existen diferentes enfoques para las clasificaciones de los ecosistemas. Algunos se han basado en los aspectos físicos del ambiente que determinan las características de la vegetación, tales como el clima o las condiciones del suelo; otros, en la vegetación misma. Unos más incorporan todos los componentes del ecosistema, combinan elementos, como ambiente-vegetación, o utilizan esquemas de los ecosistemas (llamados aproximaciones ecosistemáticas).

En síntesis, hay clasificaciones de enfoque climático, fisiográfico o edáfico, vegetativo y ecosistemático. Este último integra a todos los demás enfoques.

En Guatemala se han realizado diversas clasificaciones de ecosistemas, la mayoría de ellas se analizan en el apartado 5 de este capítulo.

3.6. Principios de distribución de plantas y ecosistemas

Todas las plantas del mundo actual, y así los ecosistemas, vienen de formas ancestrales. Los procesos evolutivos han sido importantes en la distribución de las plantas. Good (1964) expresó que *Evolución es el medio en el que es pintado el paisaje de la distribución de las plantas*. Ello indica que la producción periódica de nuevos biotipos, ecotipos, especies, géneros y familias ha dado como resultado el vasto número de formas de plantas del mundo de hoy. Los procesos evolutivos han operado en aquellos antecedentes en los cuales se han alternado climas normales y revolucionarios.

Además de la evolución, Good (1964) enuncia los siguientes seis principios de la distribución de las plantas:

1. La distribución de las plantas es primariamente controlada por la distribución de las condiciones climáticas.

2. La distribución de las plantas es secundariamente controlada por la distribución de los factores edáficos.

3. Grandes movimientos de flora han tenido lugar en el pasado y todavía continúan.

4. El movimiento de especies (migración de plantas) es conducido por el transporte de plantas individuales durante sus fases de dispersión.

5. Ha ocurrido gran variación y oscilación en el clima, especialmente a altas latitudes, durante la historia geológica de las gimnospermas.

6. Ha ocurrido variación en distribución y configuración de la tierra y el mar durante la historia de las angiospermas.

Evidencias de la variación de la diversidad de ecosistemas de Guatemala pueden ser encontradas en distintas regiones. Esto como resultado de los procesos evolutivos, al considerar que ellos constituyen progreso hacia el incremento de especialización. Así, se esperarían especies de amplio rango adaptadas genéticamente a segmentos específicos de su rango de distribución, como lo demuestra la existencia de ecotipos adaptados a distintas condiciones y, por ello, fisiológicamente diferentes.

4. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS, MIGRACIÓN Y ECOSISTEMAS

4.1. Características biofísicas

Con una superficie de 108,889 km^2, Guatemala se ubica en la región subtropical del Hemisferio Norte. Es la más septentrional de las repúblicas centroamericanas; limita al norte y oeste con México, al noreste con Belice y el mar Caribe, al sureste con Honduras y El Salvador, y al sur con el océano Pacífico.

El vocablo Guatemala, del náhuatl *Cuahtemallan*, significa "entre montones de madera" o "lugar de bosques" y probablemente es una traducción del vocablo quiché (de muchos y árboles) que significa "tierra de muchos árboles" o "poblada de bosques" (Arriola, 1973).

Daniel Contreras, por su parte, concluye que la palabra Cuahtemallan, castellanizada como Guatemala, es la versión mexicana de cakquiquel, que quiere decir "árbol o palo de fuego o rojo".

El territorio guatemalteco es de total vocación forestal, con relieve marcadamente montañoso en casi el 60% de su superficie y muy activo geológicamente, lo cual se evidencia en la actividad volcánica actual, elemento también importante en la diversidad y configuración de ecosistemas (Instituto Geográfico Nacional, 1972).

Como se mencionó, las diferentes zonas ecológicas y sus ecosistemas varían desde el nivel del mar hasta 4,200 metros de altitud y desde los 500 hasta aproximadamente 6,000 milímetros anuales de precipitación pluvial, lo que provoca que el país tenga un gran contraste ecológico a pesar de ser un territorio poco extenso. El clima varía de una región a otra, debido a cambios de altitud y a la orientación de su relieve. Se distinguen tres grandes regiones: las tierras calientes, desde el nivel del mar hasta los l,000 metros de altitud; las tierras templadas, de 1,000 a 2,000 metros; y las frías, por encima de 2,000 metros. Se marcan dos estaciones, una seca o verano, que va de noviembre a abril, y una lluviosa o invierno, de mayo a octubre.

4.1.1. Sistemas montañosos

En Tehuantepec, México, la Sierra Madre se divide en dos ramales que entran a Guatemala, uno por el monumento fronterizo de Niquihuil, en San Marcos (Sistema de la Sierra Madre), y el otro por Huehuetenango (Sistema de los Cuchumatanes). La Sierra Madre –que atraviesa el territorio de oeste a este, paralela al Pacífico– desarrolla la altiplanicie, marca la línea divisoria de las aguas y se extiende hacia Honduras por el cerro Oscuro. De ella se originan otros sistemas secundarios: el de las montañas de Chuacús, sierra de las Minas, montañas del Mico, etc., y el ramal que penetra en Honduras como sierra del Merendón y montaña de Omoa. El sistema de los Cuchumatanes, que se proyecta hasta el mar de las Antillas, queda interrumpido por el valle del río Chixoy o Negro, que lo divide en dos grupos: los Cuchumatanes al oeste y las montañas de Verapaz al este (IGN, 1972; MAGA, 2002).

4.1.2. Volcanes

Los volcanes están localizados a lo largo de la cadena costera del Pacífico. En la zona occidental, Tajumulco (4,211 m), el más alto del país; Tacaná (4,092 m), Santa María (3,768 m), Atitlán (3,537 m), Cerro Quemado (3,179 m), Tolimán (3,153 m) y San Pedro (3,020 m). En la zona central, Acatenango (3,976 m), Fuego (3,763 m) y Agua (3,776 m). En la zona sur, Pacaya (2,544 m) y Tecuamburro (1,946 m); y en la zona oriental, Alzatate (2,750 m), Jumay (2,200 m), Quezaltepeque (1,970 m), Ipala (1,553 m) (Instituto Geográfico Nacional, 1972; MAGA, 2002).

4.1.3. Vertientes

El sistema orográfico forma tres grandes vertientes: a) del Pacífico, con un área de 23,990 km^2; b) del golfo de Honduras, con un área de 34,096 km^2 ; c) del golfo de México, con un área de 50,803 km^2 (Instituto Geográfico Nacional, 1972; MAGA, 2002).

4.1.4. Cuerpos de agua

Para 1960, Guatemala tenía alrededor de 1,151 sistemas lacustres, con 7 lagos, 365 lagunas y 779 lagunetas de importancia económica, biológica y científica por la diversidad de sus recursos (Castañeda, 1995). Muchos de ellos y sus cuencas constituyen centros de turismo, refugios de fauna y flora silvestres, y son utilizados para pesca artesanal, cultivos regionales, reservorios para agua potable, riego y otros fines. Los lagos más importantes son el de Izabal (0.88 msnm y 589.6 km^2) que es el mayor de la república; Petén Itzá (110 msnm y 99.0 km^2); Atitlán (1,562 msnm y 125.7 km^2); Amatitlán (1,186 msnm y 15.2 km^2).

La distribución por rangos de altitud muestra que el 80% (916 sistemas lacustres) se ubica de 0 a 200 msnm el resto se encuentra entre 200 y 3,590 msnm. El análisis global de todos los sistemas lacustres por departamento (Castañeda, 1995) indica que el 54% (620 sistemas lacustres) está en Petén, lo cual se explica por el reciente levantamiento del lecho marino (en los últimos cinco millones de años). La vertiente del golfo de México tiene 682 sistemas lacustres, que representan el 59% y que totalizan 278.49 km^2 de espejo de agua; la del Pacífico tiene 357 sistemas que representan el 31% y una superficie de 245.23 km^2 de espejo de agua; la vertiente del golfo de Honduras tiene 112 sistemas que equivalen al 10% con una superficie de 682.98 km^2 de espejo de agua. En los últimos tres millones de años han desaparecido no menos de cuatro lagos mayores, y en los últimos siglos por lo menos 30 sistemas lacustres, entre lagunas y lagunetas (Castañeda, 1995).

4.1.5. Suelos

Por su origen hay dos grandes zonas de suelos: volcánicos y sedimentarios. En general, el relieve guatemalteco se fue incrementando en el curso de varios millones de años por emanaciones de material volcánico, producto de las fisuras entre las placas tectónicas. Ello explica el origen volcánico de la mayoría de los suelos de la plataforma central de Guatemala y Centroamérica, y el poco desarrollo de los suelos de las partes planas del norte, como las regiones de Petén, Belice y Yucatán; es decir, los suelos de la plataforma central tienen varias decenas de millones de años de formación, en los que han influido, principalmente, la actividad volcánica, la flora, el clima y el tiempo. Los suelos de Petén, muchos de ellos en paisaje kárstico, tienen pocos millones de años de desarrollo, a partir de piedras calizas sedimentarias, ello explica por qué son poco profundos; las rocas de la parte sur de Petén son predominantemente piedras calizas marinas del Mioceno, de hace aproximadamente 10 millones de años (Dengo, 1973).

4.2. Origen geológico y corrientes migratorias

Al final del período Cretácico, hace aproximadamente 80 millones de años, el movimiento de la placa del Caribe hacia el este, con respecto a la placa Norteamericana, produjo un choque frontal entre terrenos con corteza continental en el límite entre ambas placas, originando cadenas montañosas (Iturralde-Vinent, 2006). Las primeras áreas del territorio actual guatemalteco fueron poblándose gradualmente por seres vivos que migraron, en ambas vías, de América del Norte y América del Sur. Posteriormente, surgieron especies o ecotipos –vegetales y animales– algunos de las cuales viven únicamente en esta región, por lo que son llamadas especies endémicas. Centroamérica, y así Guatemala, se constituyó en parte del corredor migratorio de ambos hemisferios.

Miles de especies han poblado a través del tiempo el istmo centroamericano, evolucionando y generando la gran diversidad biológica actual. Entre los grupos de plantas, componentes de los ecosistemas guatemaltecos que migraron del norte, están la mayoría de coníferas (exceptuando *Podocarpus*), los encinos (aproximadamente 28 especies del género *Quercus*), el sauce *(Salix chilensis)*, el liquidámbar *(Liquidambar styraciflua)*, la mora *(Rubus spp.)*, la manzanilla *(Crataegus pubescens)*, el nogal (dos especies, entre ellas *Juglans steyermarkii*) y muchas otras. De América del Sur migraron los siguientes grupos: las orquídeas, los amates (varias especies del género *Ficus*), las palmas de bosque, familia Arecaceae o Palmaceae, las sapotáceas, los helechos gigantes (familia Cyatheaceae, géneros *Cyathea y Alsophyla*), los cedros (familia Meliaceae) y muchos árboles tropicales de madera preciosa, como el palo blanco *(Cybistax donnell-smithii), la caoba (Swietenia spp.)*, el conacaste *(Enterolobium cyclocarpum)*, etc. La única familia de gimnospermas que emigró del sur, la Podocarpaceae, tiene tres especies *(Podocarpus guatemalensis, P. oleifolios y P. matudai)* en diferentes regiones de Guatemala.

El proceso de migración de plantas es también aplicable a los animales, en el sentido de que algunos de sus ancestros vinieron del norte y otros del sur. Así, los ancestros de los venados *(Odocoileus virginianus)* vinieron del norte, y los de los osos hormigueros *(Tamandua mexicana)* emigraron del sur. Según Land (1970), muchas especies de aves tienen afinidad con especies o familias del norte (región holártica) y otras con especies o familias del sur (región neotropical). Sin embargo, hay algunas especies encontradas únicamente en las zonas altas del extremo sureste de México (Chiapas) y el noroeste de Guatemala, tales como el pavo de cacho *(Oreophasis derbianus)*, el chinchivirín montañero *(Troglodytes rufociliatus)*, el chipe rosado o platinado *(Ergaticus versicolor)* y el jilguero encapuchado *(Spinus atriceps)*. Estas "formas únicas" que ocurren solamente en las tierras altas del sur de México y Guatemala, son presumiblemente endémicas debido a su aislamiento en los procesos geológicos del pasado; las partes más altas de Guatemala han estado disponibles para plantas y animales desde el final del Cretácico, hace aproximadamente 65 millones de años (Land, 1970).

De acuerdo con Eisermann y Avendaño (2006), la avifauna de las tierras bajas de Guatemala está íntimamente relacionada con la avifauna sudamericana, mientras que la avifauna de las tierras altas tiene mayor influencia de la avifauna norteamericana. Por otro lado, aproximadamente 9%, es decir, 22 especies de aquellas que anidan en tierras altas de Guatemala son endémicas en las tierras altas del norte de Centroamérica.

Engler, citado por Cabrera y Willink (1980), definió y caracterizó siete grandes territorios florales para el globo terráqueo. Con base en ese criterio, Guatemala está ubicada en

la región neotropical, lo cual le ha permitido recibir mucha influencia migratoria de la región holártica (Hemisferio Norte), además de la propia (la que ha evolucionado a partir de las primeras migraciones) y de otras zonas de la región neotropical (desde el sur de Estados Unidos hasta el estrecho de Magallanes en América del Sur).

Las siguientes son las causas de la diversidad biológica de Guatemala:

a. Su origen geológico relativamente antiguo.

b. Su situación geográfica entre los centros de distribución o entre dos regiones biogeográficas diferentes (holártica y neotropical).

c. Ubicación en zona latitudinal de transición entre el trópico y el subtrópico, y en medio de los océanos Pacífico y Atlántico.

d. Su variabilidad altitudinal, desde el nivel del mar hasta los 4,000 metros de altitud aproximadamente.

e. La conformación de sus cadenas montañosas que permite la migración recíproca (corredores de migración) entre los hemisferios Norte y Sur (Castañeda, Castañeda Samayoa y Elías Gramajo, 1995) (Figura 1).

4.3. ¿Es Guatemala tropical o subtropical?

En un sentido estricto, el trópico se refiere a la parte del mundo que está entre el trópico de Cáncer (23.5° N) y el trópico de Capricornio (23.5° S) (Reading, Thompson y Millington, 1995; Walter, 1971). Esta definición astronómica, para la mayoría de propósitos geográficos y ecológicos, es muy rígida y no delimita adecuadamente a una región con subregiones y características físicas o bioló-gicas muy específicas y distintivas (Reading, Thompson y Millington, 1995).

Para definir y subdividir a los trópicos, han sido propuestos por climatólogos, geomorfólogos y biólogos muchos otros esquemas, también con algunos problemas. Existe una gran dificultad en la demarcación de sus límites y en la definición de las distintas regiones al interior de los trópicos, especialmente a lo largo de las áreas continentales (Reading, Thompson y Millington, 1995). Cada disciplina científica tiene diferentes requerimientos para los trópicos en el sistema de clasificación: los botánicos, que se distinguen por particulares arreglos de vegetación; los climatólogos, que los perciben como áreas donde prevalecen condiciones atmosféricas específicas; y los geomorfólogos, como límites que describen áreas donde toman lugar procesos físicos con cierta intensidad o magnitud (Reading, Thompson y Millington, 1995). Es común que los límites de los diferentes sistemas de clasificación no correspondan exactamente.

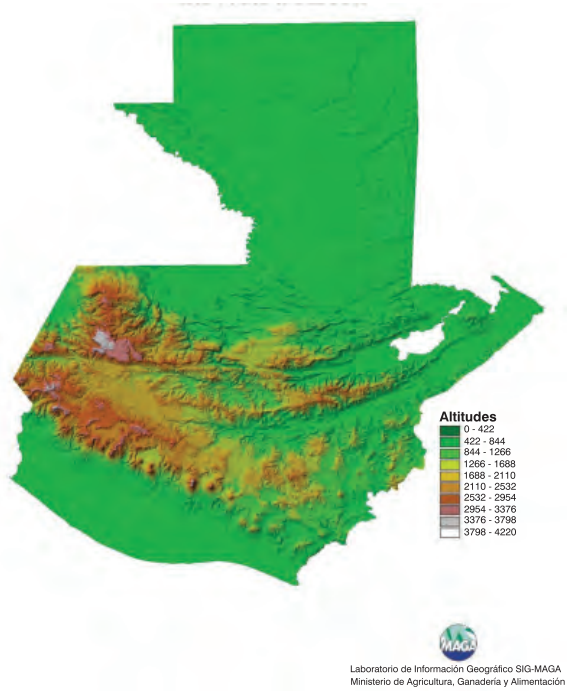


Figura 1. Conformación de cadenas montañosas
Fuente: MAGA (2002)

Como se señaló, los sistemas de clasificación para las grandes regiones del mundo aún están, como en toda ciencia, en un interminable proceso de construcción, igual que algunos conceptos, como tropical, subtropical y zonas templadas (*temperate forests*). Holdridge, por ejemplo, cuando aplicó a Guatemala su sistema de clasificación de las formaciones vegetales sobre bases climatológicas por primera vez en 1950 (Holdridge, Lamb y Mason, 1950), dividió a la República de Guatemala en cuatro fajas altitudinales: tropical, subtropical, montaña tropical baja y montaña tropical; en ellas estaban comprendidas 12 zonas de vida. Sin embargo, cuando en 1980 se aplicó dicho sistema (De la Cruz, 1981), se presentaron 14 zonas de vida y sólo dos de ellas reciben la denominación tropical.

En ese proceso de revisión y ajuste de conceptos, Holdridge (1978) divide al globo terráqueo en siete grandes regiones latitudinales (Cuadro 1). Obsérvese que se presentan separadas la región tropical, subtropical, templada, templada fría hasta llegar a la polar, y en cada una de ellas hay diferentes zonas dependiendo de los pisos altitudinales y otros parámetros relacionados, como humedad y temperatura.

De acuerdo con Walter (1971), el bosque lluvioso tropical es restringido principalmente a la zona climática ecuatorial, que se extiende de 10° N a 10° S. Dicha zona se caracteriza, en particular, por rangos anuales de temperatura extremadamente pequeños. Con base en ese criterio, todas las zonas de la República de Ecuador, por ejemplo, desde el nivel del mar hasta los picos más altos, son tropicales. De tal forma, que en Centroamérica la región tropical llega hasta Costa Rica y a partir de ahí se inicia hacia el norte la región subtropical. Los trópicos y subtrópicos reciben grandes cantidades de radiación solar durante todo el año, por lo que las fluctuaciones estacionales en temperatura son mínimas; los cambios estacionales son dados por la estación lluviosa y la estación seca.

Por el criterio anterior, Guatemala es un país subtropical, con una variabilidad de zonas ecológicas debido a sus notables cambios altitudinales; en cada una de las zonas ecológicas también existe una considerable diversidad de ecosistemas.

Cuadro 1. Rangos aproximados de las regiones de vegetación en grados de latitud

Región	Ámbito de biotemperatura en las líneas guía	Ámbito en latitud
Polar	0 ° a 1.5°	90° a 67° 22.5'
Subpolar	1.5° a 3°	67° 22.5' a 63° 45'
Boreal	3° a 6°	63° 45' a 56° 30'
Templada fría	6° a 12°	56° 30' a 42°
Templada	12° a 17°	42° a 27° 30'
Subtropical	17° a 24°	27° 30' a 13°
Tropical	Más de 24°	13° a 0°

Fuente: Holdridge (1978)

5. CLASIFICACIONES UTILIZADAS EN GUATEMALA

5.1. Clasificaciones climáticas

La distribución de las plantas está correlacionada con las zonas climáticas, al grado que las variaciones climáticas locales cambian la composición interna de un bioma y modifican algunas de las especies y así a las comunidades. Obviamente, las clasificaciones climáticas se basan en parámetros climáticos.

En Guatemala se han aplicado varias clasificaciones climáticas, principalmente aquéllas que se apoyan en Thornthwaite y Köppen.

5.1.1. Clasificación climática de Thornthwaite

Inicialmente se basó en la efectividad de la precipitación que luego fue reemplazada por

el potencial de evapotranspiración PE (definido por la temperatura y el agua disponible). No utiliza límites vegetativos para definir las áreas climáticas (Kimmins, 1997). Al aplicarlo a Guatemala se discriminaron 13 zonas climáticas (Figura 2).

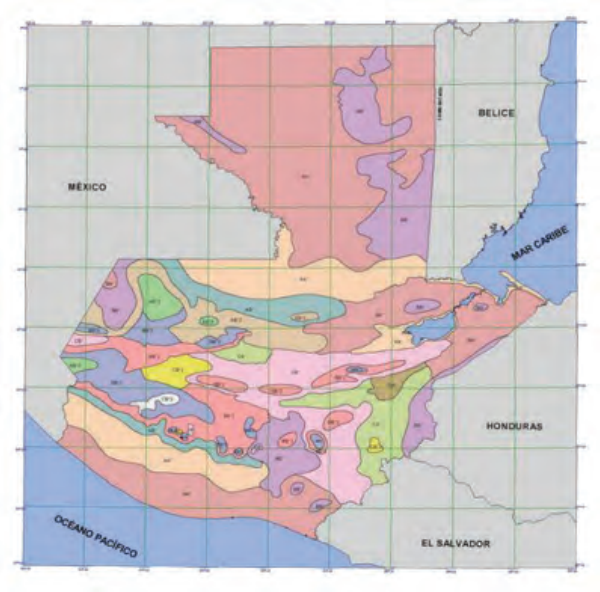


Figura 2. Clasificación climática por Thornthwaite
Fuente: MAGA (2002)

5.1.2. Clasificación climática de Köppen

Köppen realizó observaciones de las condiciones climáticas requeridas por varios grupos de plantas y relacionó sus variaciones con características climáticas como la temperatura y la precipitación. Propuso una clasificación mundial que consiste en los siguientes cinco tipos climáticos:

1. Tropical lluvioso.
2. Seco.
3. Mesotérmico húmedo (templado caliente).
4. Microtérmico húmedo (bosque frío boreal).
5. Polar (tundra).

Los tipos propuestos por Köppen fueron definidos con base en límites arbitrarios de temperatura. Se utilizan subíndices para obtener subunidades climáticas más homogéneas.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, se elaboró el mapa climático de Guatemala, con datos producidos por el Programa de Emergencia por Desastres Naturales (PEDN) y es propiedad del Instituto Geográfico Nacional; fue digitalizado por el Sistema de Información Geográfica del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (SIG-MAGA, 2002). El mapa elaborado con base en la clasificación de Köppen, también presenta trece zonas climáticas (Figura 3).

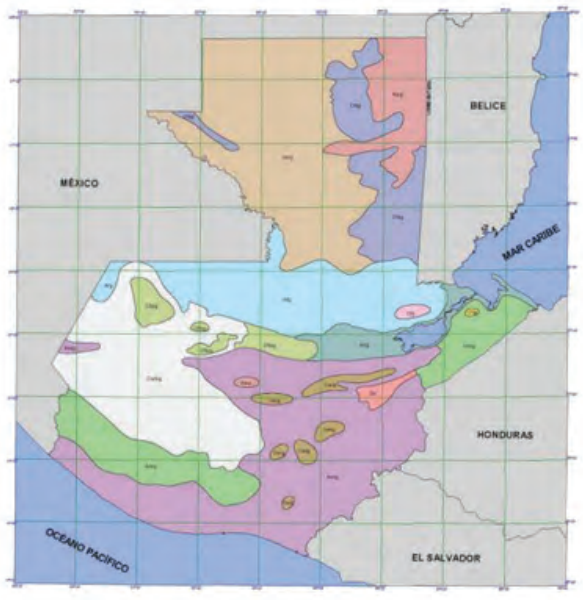


Figura 3. Clasificación climática de Köppen
Fuente: MAGA (2002)

5.1.3. Comentarios a clasificaciones climáticas

Las clasificaciones climáticas son muy generales y no contribuyen sustancialmente a comprender la diversidad de ecosistemas, aunque sí reflejan la variación climática, ya que definen zonas climáticas en el país de mucha aplicación y utilidad para la agricultura. Los mapas climáticos de ambas clasifi-

caciones, Thornthwaite y Köppen, muestran mucha correspondencia o similitudes de las áreas delimitadas con cada sistema. No se aplican para tomar decisiones de un sitio específico en relación con conservación o identificación de ecosistemas, aunque son útiles para planificar a nivel regional y, fundamentalmente, para integrarlas con otras clasificaciones fisiográficas y florísticas. Ambas clasificaciones están bien documentadas en el Instituto Geográfico Nacional y el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Particularmente hay una buena base de mapas en el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

5.2. Clasificación fisiográfica

Está basada en el tipo de suelo y en las diferentes formas de la tierra, particularmente en el relieve, como valles y montañas (Kimmins, 1997). Tiene la ventaja de que utiliza sensores remotos, por lo que pueden cartografiarse áreas grandes de una forma relativamente rápida y con menores costos. Es una clasificación "casi constante" por estar basada en características relativamente permanentes de un sitio y está definida por parámetros que determinan la composición vegetal, estructura y productividad, es decir, poseen una cierta base ecológica (Kimmins, 1997). Muchas clasificaciones se basan simplemente en el tipo de suelo (su desarrollo) y su relieve para definir clases.

La diversidad de formas de la tierra, o configuración de la superficie de Guatemala, primordialmente se debe a su complejidad geológica y a su localización en una de las regiones del planeta con continua actividad sísmica (Instituto Geográfico Nacional, 1972).

La clasificación más general divide al país en cuatro regiones geográficas:

1. La costa sur del Pacífico, planicie costera relativamente angosta, localizada paralelamente al litoral.

2. El altiplano occidental, que comprende un sistema montañoso y volcánico, orientado de oeste a este.

3. El noreste, o zona atlántica.

4. El norte, que incluye parte de la península de Yucatán (Instituto Geográfico Nacional, 1972).

La clasificación fisiográfica del país ha sido elaborada desde 1946, cuando Saunders, Holloway y Handley (1948) propusieron la distribución de la vida silvestre de Guatemala en siete regiones generales:

1. Planicies de las costas del Pacífico

2. Cordillera del Pacífico

3. Los montes interiores conocidos como los Altos

4. La región montañosa de Verapaz

5. Los valles interiores relativamente áridos

6. Las tierras bajas tropicales de Petén

7. Las tierras bajas caribes, principalmente del departamento de Izabal

Aunque fue propuesta para el estudio de la vida silvestre, esta clasificación es fisiográfica porque se basa en las formas de la tierra.

Posteriormente, en la década de 1960, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) elaboró una clasificación fisiográfica con las siguientes diez grandes regiones:

1. Llanura costera del Pacífico

2. Pendiente volcánica reciente
3. Tierras altas volcánicas
4. Tierras altas cristalinas
5. Depresión del Motagua
6. Tierras altas sedimentarias
7. Depresión de Izabal
8. Tierras bajas interiores de Petén
9. Cinturón plegado del Lacandón
10. Montañas Mayas
11. Plataforma sedimentaria de Yucatán (Instituto Geográfico Nacional, 1972) (Figura 4)

Una clasificación fisiográfica mucho más desarrollada y con detallada información sobre la diversidad de formas de la tierra o configuración de la superficie de Guatemala es presentada en el mapa fisiográfico-geomorfológico (Figura 5) con las mismas diez grandes regiones anteriores, pero cada una de ellas dividida en varias subregiones (MAGA, 2002).

A manera de comentario, las diferentes clasificaciones fisiográficas muestran las distintas etapas de su desarrollo, basadas en un rigor científico. La clasificación fisiográfica-morfológica (Figura 5) presenta un avanzado desarrollo al subdividir y clasificar cada una de las diez regiones originales. Se observa que dicha clasificación está muy perfeccionada y es precisa para combinarla con clasificaciones de otros enfoques, particularmente los de ecoregiones y de zonas de vida de Holdridge. Es un excelente instrumento para, a partir de grandes regiones biogeográficas, comprender mejor los elementos que ayudan a diferenciar ecosistemas comprendidos en zonas ecológicas parecidas climáticamente. Asimismo, es útil para profundizar en estudios florísticos, especialmente para entender la base estructural de las comunidades vegetales teniendo como insumo al suelo mismo.



Figura 4. Regiones fisiográficas
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (1972)

5.3.Clasificación vegetativa basada en biomas

5.3.1. Conceptos generales

Hay varios métodos para realizar clasificaciones utilizando la vegetación, ya sea por funcionalidad como por estacionalidad, forma, crecimiento de las plantas, etc. La primera aproximación fue realizada por Humboldt y Grisebach (Kimmins, 1997), quienes caracterizaron clases de vegetación según el crecimiento de las plantas dominantes y el tipo de ambiente (concepto básico de este tipo de clasificación). A esas clases se les llamó formaciones, las cuales para muchos autores son análogas a biomas, conceptualizadas como tipos de comunidades de plantas en un

continente determinado, y caracterizadas por su fisonomía y el rango de ambientes en los cuales esa fisonomía es una adaptación (Kimmins, 1997; Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974; Whittaker, 1970). Algunos ejemplos son sabana, una estepa, un prado alpino y un pantano salado; todos están dominadas por plantas con igual forma de vida (herbáceas, en su mayoría gramíneas), pero corresponden a distintas formaciones por las diferencias físicas en los ambientes.

Bioma, como concepto ampliamente aceptado, consiste en la formación vegetal en un continente en particular, asociado con comunidades animales y microbianas, junto con el ambiente físico que lo caracteriza; grupo de ecosistemas donde los productores tienen formas de crecimiento similares y los consumidores tienen hábitos similares de alimentación (Kimmins, 1997).

El término bioma ha sido utilizado desde tiempos remotos para describir grandes regiones o formaciones vegetales, con formas de vida propias y especies nativas. El concepto ha sido utilizado para territorios más pequeños, como en Guatemala. En este contexto se define como un conjunto de ecosistemas afines por sus características estructurales y funcionales.

5.3.2. Clasificación de biomas según Villar

La clasificación basada en biomas, aplicada a Guatemala, inicialmente fue propuesta por Villar Anleu (1983). El autor reconoce que desde 1983 ha estado realizando *un preliminar intento de clasificación ecológica de los ambientes naturales de Guatemala*, en el que emplea por primera vez el término bioma para calificar a las unidades biogeográficas terrestres del país (Villar Anleu, 1983), fundamentándose en un amplio análisis de la clasificación de biomas propuesto por Upvardy (1975), adoptado por la Unión Mundial para Conservación de la Naturaleza (UICN). Inicialmente fueron propuestos los siguientes nueve biomas: selva tropical húmeda, sabana de pino, selva montaña muy húmeda, selva tropical pluvial perennifolia, páramo húmedo, bosque de montaña, chaparral espinoso, selva premontana muy húmeda y selva basimontana húmeda (Villar Anleu, 1983).



Figura 5. Mapa fisiográfico-geomorfológico
Fuente: MAGA (2002)

Ligeramente afinada en cuanto al número de biomas, pero con menos discusión, posteriormente Villar Anleu (1998) hace la propuesta de las provincias biogeográficas del territorio guatemalteco, adaptada y modificada a partir de Udvardy (1975). Propone los siguientes siete biomas guatemaltecos:

Cuadro 2. Principales características de cada bioma guatemalteco según Villar Anleu (1998 y 2003)

Bioma	Descripción
Reino Neotropical	
Selva tropical húmeda	Ocupa la parte norte y oriental de las tierras peteneras, con relieve esencialmente plano. Selva exuberante de alta diversidad. Constituye el remanente de selva más extenso del país. Hábitats con gran cantidad de fauna.
Selva tropical lluviosa	Localizada en partes bajas entre las montañas de Santa Cruz-Chamá y tierras mayas, Izabal, hasta el valle del río Usumacinta en Petén, al sur de la selva tropical húmeda, de la que se diferencia por una mayor precipitación y humedad relativa. Contiene pantanos, bosques inundados, humedales, estuarios, litorales marinos del Caribe, selvas, sabanas de palmas y pastizales.
Selva subtropical húmeda	La mayor parte del declive de la cordillera volcánica del Pacífico, entre 850 msnm. Vegetación latifoliada y zona de abundante lluvia. Posee una dinámica de ecotono para especies de fauna (aves) y también de flora entre especies neárticas y neotropicales.
Sabana tropical húmeda	Planicie del Pacífico, entre 850 msnm a línea de playa. Hasta principios del siglo XX fue una selva sustituida por agrosistemas que transformaron la zona en sabanas. La recorren gran cantidad de ríos que han favorecido el desarrollo de la ganadería y los pastizales. Se incluyen las playas marinas, estuarios y bosques de galería.
Reino Neártico	
Bosque de montaña	Mayor parte del altiplano. Abundan las coníferas (pinares), robles y otras; y en las partes más altas, praderas subalpinas. Marcada diferencia de temperatura entre época fría y cálida.
Chaparral espinoso	Tres regiones de naturaleza árida: a) Alrededor de Nentón, Huehuetenango, b) Faja de Aguacatán, Huehuetenango, a valles de Rabinal y Salamá, Baja Verapaz, y c) Valle medio de Motagua y planicies de Jalapa y Jutiapa. Bosques de cactáceas y zarzales de baja altura y la mayoría de especies con espinas. Especies xerofíticas.
Selva de montaña	Entre las montañas de las Verapaces (Sierras de Chamá, Chuacús y extremo occidental de las Minas). Estructura florística compleja, sobre terrenos quebrados, con gran cantidad de hábitats. Abundante agua y ambiente muy húmedo, de vegetación exuberante de bosques mixtos, donde crecen musgos y helechos. Alto endemismo.

Fuente: Villar Anleu (1998 y 2003)

1. Selva tropical húmeda.
2. Selva tropical lluviosa.
3. Selva de montaña.
4. Bosque de montaña.
5. Chaparral espinoso.
6. Selva subtropical húmeda.
7. Sabana tropical húmeda (Figura 6).

El mismo autor conceptualiza bioma como la agrupación más o menos numerosa y extensa de ecosistemas terrestres, que mantienen entre sí definidas relaciones estructurales y funcionales. Hace una diferenciación entre bosque y selva considerando que, en el sistema que propone, algunos biomas son considerados como bosque y otros como selva. Denomina bosque a la formación vegetal básicamente monoestratificada, constituida por una o muy pocas especies, con sotobosque relativamente escaso o nulo, y bejucos muy pocos o decididamente escasos, mientras

Clave de Color del mapa	Bioma
	Selva Tropical Húmeda
	Selva Tropical Lluviosa
	Selva de Montaña
	Chaparral Espinoso
	Bosque de Montaña
	Selva Tropical Húmeda
	Sabana Tropical Húmeda

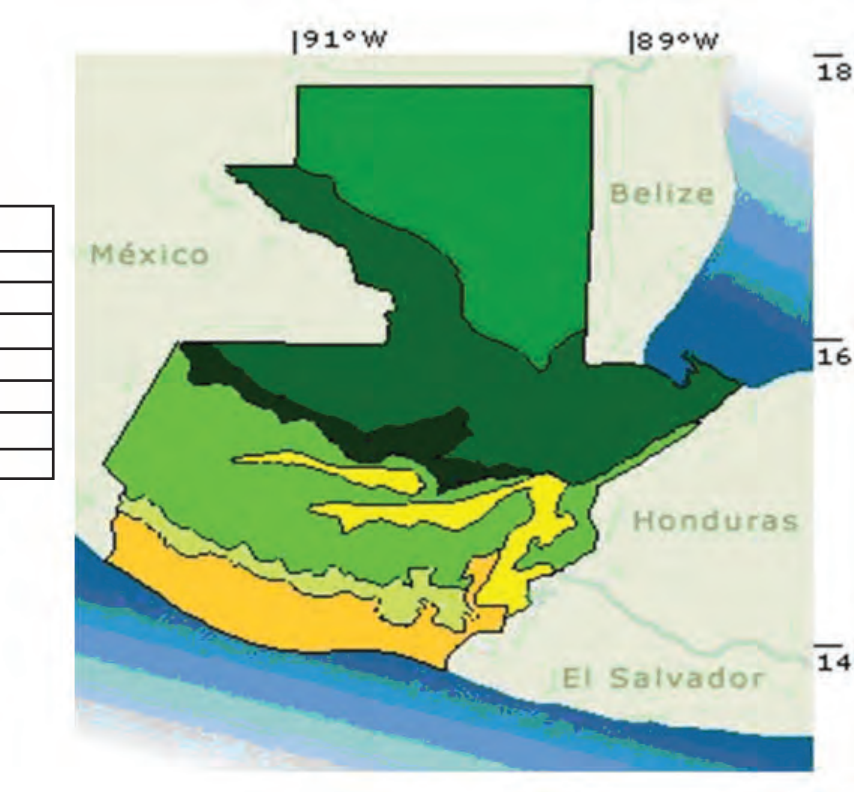


Figura 6. Biomas de Guatemala
Fuente: CONAP (1999)

que denomina selva a la formación de alta diversidad florística, generalmente multiestratificada, con sotobosque muy rico y variado, bejucos abundantes (Villar Anleu, 1998). Se agrupan todos los ecosistemas de estructura y organización semejantes, compuestos por varias poblaciones bajo el concepto de bioma.

Una síntesis de las principales características de cada bioma se presenta en el Cuadro 2. En torno al sistema de biomas propuesto por Villar (1998; 2003), se estima que las áreas incluidas en cada categoría son ligeramente parecidas a las del enfoque fisiográfico propuesto por Saunders, Holloway y Handley (1948), pero los términos y explicaciones utilizadas para nombrarlas son novedosos y en gran medida basados en Upvardy (1975). En la documentación revisada (Villar, 1998; 2003) no se fundamentan los criterios científicos para delimitar y nombrar cada categoría. El concepto de selva y bosque no se apoya en una definición ecosistemática de bosque. Los términos utilizados para nombrar las categorías del sistema como tropical y subtropical, montaña y sabana, confunden. Se describe a la selva de montaña dentro del Reino Neártico, aunque es notoria en estos ecosistemas la presencia de especies neotropicales. El sistema no permite identificar y profundizar en la diversidad de ecosistemas, considerando que incluye siete grandes categorías, pero facilita su entendimiento con respecto al sistema de clasificación de biomas del mundo (Upvardy, 1975).

5.4. Clasificación por ecorregiones

Dinerstein, et. al. (1995) describe a las ecorregiones *como conjuntos de comunidades naturales que están geográficamente deli-*

mitadas y comparten la gran mayoría de sus especies, dinámica ecológica, condiciones ambientales y cuyas interacciones ecológicas son cruciales para su permanencia a largo plazo. No se obtuvo el fundamento científico que explica los criterios de la propuesta de las ecorregiones, pero sí se enfatiza en unidades para evaluar y proponer la conservación.

El Fondo Mundial de la Vida Silvestre (WWF, siglas en inglés) define una ecorregión como un área extensa de tierra o agua que contiene un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas. En otras palabras, una ecorregión es un área geográfica caracterizada por contar con condiciones climáticas similares, edáficas, florísticas y faunísticas, en estrecha interdependencia, delimitable y distinguible una de otra, además de utilidad práctica. Comparten condiciones medioambientales similares e interactúan ecológicamente de manera determinante para su subsistencia a largo plazo. Se toma en cuenta la escala espacial y la conservación de los paisajes.

Se utiliza la ecorregión como una unidad de análisis donde se consigue un paisaje multifuncional. El término ha sido definido y empleado por el Fondo Mundial de la Vida Silvestre para priorizar áreas de conservación, habiendo elegido 238 ecorregiones como las más representativas de los diferentes biomas de nuestro planeta. De ellas, 53 están en América Latina y el Caribe. Estas regiones se agrupan en el proyecto Global 2000 (Brunckhorst, 2000).

Para Guatemala, se han identificado 14 ecorregiones, las cuales se presentan en un mapa, que también se ha oficializado en el CONAP (Figura 7) y se sintetizan sus características en el Cuadro 3. Claramente se muestra que se trata de una clasificación ecosistemática, en la cual se integran componentes geológicos, morfológicos, climáticos y de vegetación, válida para todo el mundo. Al aplicarla en Guatemala, se observa un significativo uso de la clasificación geomorfológica.

El sistema de ecorregiones, de amplia difusión en el mundo a través de la WWF, es integrador y, aunque no se conoce exactamente la metodología empleada, se infiere el uso de diferentes enfoques (fisiográficos, climáticos y florísticos), la mayoría de ellos se aplican a nivel mundial. Las ecorregiones se han utilizado para definir áreas prioritarias de conservación y de atención. Tiene la ventaja de que comparte denominaciones con regiones similares en México y Centroamérica.

5.5. Clasificación basada en el sistema Holdridge

5.5.1. Introducción al sistema

Los sistemas de clasificación en el continente americano y en Guatemala, se vieron fuertemente impulsados por Holdridge (1946) luego de su trabajo sobre la determinación de las formaciones vegetales del mundo a partir de datos climáticos. Hay que destacar que Holdridge no consideraba las formaciones como sinónimo de biomas, sino como sinónimo de zonas de vida, un término que aún no se utilizaba.

Como ya habíamos mencionado, la primera aplicación del sistema de Holdridge en Guatemala se hizo en 1950 al dividir al país en cuatro fajas altitudinales: tropical, subtropical, montaña tropical media y montaña tropical alta, en las cuales estaban comprendidas 12 zonas de vida o formaciones según Holdridge (Holdridge, Lamb y Mason, 1950). El enfoque inicial de dicha clasificación fue climático, presentándose, por faja, las siguientes zonas de vida:

1. Faja tropical: sabana tropical o bosque muy seco, bosque seco tropical, bosque tropical húmedo.

Cuadro 3. Síntesis de las catorce ecorregiones

Ecorregión	Descripción	Extensión (km^2)
Bosques húmedos del atlántico centroamericano	Bosques latifoliados, húmedos, tropicales y subtropicales; forman parte de tierras calizas altas del norte, tierras de las llanuras de inundación del norte y tierras metamórficas.	7,800
Bosques montanos centroamericanos	Bosques latifoliados, húmedos, tropicales y subtropicales; forma parte de tierras altas volcánicas, tierras calizas altas del norte, tierras metamórficas, tierras volcánicas de la bocacosta.	5,670
Bosques montanos de Chiapas	Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales, en tierras calizas altas del norte.	201
Bosques húmedos de Petén-Veracruz	Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales, en tierras calizas bajas del norte y tierras altas del norte.	47,876
Bosques húmedos de la Sierra Madre de Chiapas	Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales en tierras altas volcánicas, tierra de la llanura costera del Pacífico, y tierras volcánicas de la bocacosta. Se le considera una de las ecorregiones más biodiversas de la Tierra.	5,680
Bosques húmedos de Yucatán	Bosques latifoliados húmedos tropicales y subtropicales, en tierras calizas bajas del norte.	166
Bosques secos centroamericanos	Bosques latifoliados secos, tropicales y subtropicales en tierras altas volcánicas, tierras de la llanura costera del Pacífico y tierras volcánicas de la bocacosta.	6,520
Bosques secos de la depresión de Chiapas	Bosques latifoliados secos tropicales y subtropicales en tierras calizas altas del norte.	910
Bosques de pino-encino centroamericanos	Bosques de coníferas tropicales y subtropicales en tierras altas volcánicas, tierras calizas altas del norte, tierras calizas bajas del norte, tierras metamórficas y tierras volcánicas de la bocacosta.	29,195
Arbustal espinoso del valle del Motagua	Vegetación considerada propia de desiertos y matorrales xéricos en tierras metamórficas. Se considera el área más seca de Centroamérica.	2,323
Manglares de la costa beliceña	Manglares en tierras de la llanura de la inundación del norte. Relacionada con la barrera del arrecife coralino mesoamericano.	385
Manglares del bosque seco de la costa del Pacífico	Manglares en tierras de la llanura costera del Pacífico.	150
Manglares de Tehuantepec-El Manchón	Manglares en tierras de la llanura costera del Pacífico. Presenta los manglares más altos de Guatemala.	853
Manglares del norte de Honduras	Manglares en tierras de la llanura de inundación del norte.	23

Fuente: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL) y Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA) (2006)

2. Faja subtropical: sabana subtropical o bosque seco, bosque subtropical húmedo, bosque extrahúmedo subtropical, bosque pluvial subtropical.

3. Faja de montaña tropical media: sabana tropical de montaña o bosque seco, bosque húmedo tropical de montaña, bosque extrahúmedo tropical de montaña.

4. Faja de montaña tropical alta: pradera tropical de montaña o bosque húmedo, bosque extrahúmedo tropical de montaña.

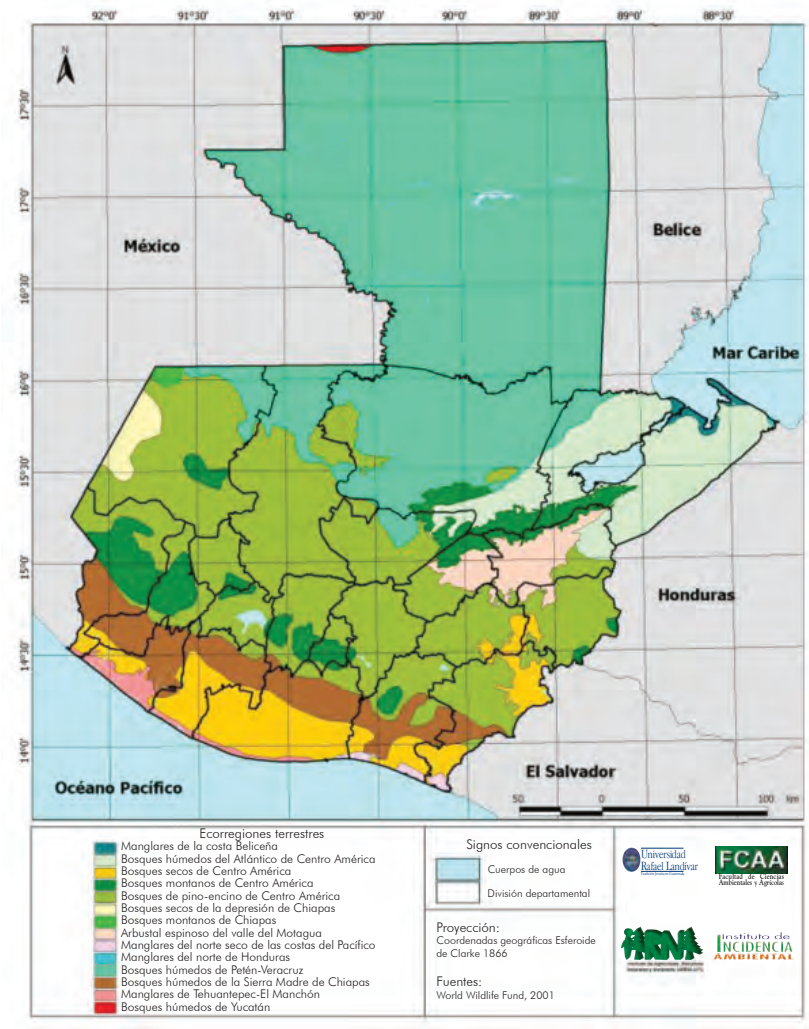


Figura 7. Mapa de ecorregiones de la República de Guatemala

Conforme ha transcurrido el tiempo, la aplicación del sistema de Holdridge en Guatemala ha experimentado cambios, los cuales fundamentalmente se observan en el nuevo número de zonas de vida cartografiadas y por el uso del término subtropical en lugar de tropical, cada vez más elocuente, al intensificar el uso de pisos altitudinales para nombrar a las diferentes zonas de vida. Asimismo, se mejoraron las combinaciones de conceptos climáticos y de vegetación para nombrar a las zonas de vida. La concepción básica, en cuanto a determinación de las formaciones vegetales a partir de datos climáticos, no ha cambiado pero sí se ha fortalecido en el desarrollo de conceptos y en la aplicación de los nombres de las zonas.

Basado en el sistema Holdridge, De la Cruz (1981) desarrolló el estudio *Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*, en el cual se presentaron 14 zonas de vida, de las cuales 12 se califican como subtropicales y sólo dos reciben la denominación de tropicales. Las zonas de vida son las siguientes: monte espinoso subtropical, bosque seco tropical, bosque seco subtropical, bosque húmedo subtropical (templado), bosque húmedo subtropical (cálido), bosque muy húmedo subtropical (cálido),

bosque muy húmedo subtropical (frío), bosque pluvial subtropical, bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo montano bajo subtropical, bosque muy húmedo montano bajo subtropical, bosque pluvial montano bajo subtropical, bosque húmedo montano subtropical y bosque muy húmedo montano subtropical. En ese mismo trabajo se reconoce la necesidad de realizar más estudios para determinar otras zonas que, aunque son pequeñas, son muy importantes especialmente para la protección, la investigación y la enseñanza (De la Cruz, 1981).

En las últimas décadas, el sistema de Holdridge se ha fortalecido conceptualmente, especialmente por la publicación del libro *Ecología basada en zonas de vida* (Holdridge, 1978), en el que se explican los fundamentos climáticos y su aplicación a distintas regiones del mundo. Hay un cambio notable al transformarse de un enfoque climático inicial a un enfoque integrado, ecosistemático, porque utiliza variables climáticas, fisiográficas (rangos de altitud), florísticas (las denominaciones corresponden a fisonomía), etcétera.

5.5.2. Fundamentos

Se denomina zona de vida a la unidad climática natural en la cual se agrupan diferentes asociaciones que corresponden a determinados ámbitos de temperatura, precipitación y humedad. Holdridge encontró que al asignar parámetros de biotemperatura (medida de calor) y precipitación era posible determinar los límites entre las unidades superiores de vegetación. Como tercer factor para definir las zonas de vida, consideró la humedad. Al utilizar esa información es posible encontrar la zona de vida correspondiente en el diagrama de clasificación de las zonas de vida del mundo. Al seguir esos lineamientos, una zona de vida es un área geográfica cubierta por vegetación de fisonomía y composición características, comprendida en un rango determinado de factores climáticos, principalmente como la temperatura, la precipitación y la humedad.

De acuerdo con Holdridge, las zonas de vida constituyen solamente la primera categoría de las divisiones ambientales y son de gran utilidad para desarrollar estudios y comparaciones a nivel general. Sin embargo, se necesitan subdivisiones para adelantar análisis más específicos y también para incluir en el sistema de clasificación factores ambientales de segundo orden como suelos, drenaje, topografía, vientos fuertes, nieblas y los diferentes patrones de distribución de la precipitación (Holdridge, 1978).

El sistema de Holdridge se sintetiza en el diagrama de clasificación de zonas de vida, en el cual se muestran los valores de los siguientes factores climáticos: biotemperatura media anual, expresada en grados centígrados; precipitación total anual, expresada en milímetros; y la humedad, determinada por la relación entre temperatura y precipitación (Figura 8). Holdridge observó que al usar los parámetros de biotemperatura y precipitación podrían determinarse los límites entre unidades superiores de vegetación, lo cual se muestra en el diagrama al estar aumentados logarítmicamente los valores. Obteniendo previamente esos datos, se puede localizar en el diagrama el nombre correspondiente a cada región. Para Holdridge, la biotemperatura media anual es el promedio de las temperaturas entre 0 °C y 30 °C, durante el período total. El cálculo se logra sumando las temperaturas entre 0 °C y 30 °C de cada mes y se divide entre 12, que es el número de meses. Se considera que por debajo de los 0 °C y sobre 30 °C no hay vida vegetativa activa, por lo cual se toma ese rango para estimar la biotemperatura.

Los principales resultados del sistema de Holdridge se expresan en el mapa correspondiente con 14 zonas de vida (Figura 9), en el análisis de los parámetros de cada zona

de vida, en la cuantificación de superficie de cada zona de vida (Cuadro 4) y sus especies indicadoras (Cuadro 5).

5.5.3 Esquema biogeoclimático de zonificación

Las bases teóricas de zonas de vida, de acuerdo con el desarrollo de este estudio, radican en el concepto de zona biogeoclimática que se deriva del de zonas de vegetación. Éste, a su vez, se refiere a la cobertura vegetal encontrada en una región o zona geográfica específica, que tiene un macroclima uniforme. Y la cobertura vegetal de una región o zona macroclimática usualmente muestra un número de diferentes comunidades vegetales como un mosaico de vegetación. Por lo tanto, el concepto zonal es enteramente diferente del concepto de formación, que se refiere a una comunidad específica, estructural o fisonómica (Mueller-Domboios y Ellemberg, 1974).

De acuerdo con Krajina (1965), citado por Mueller-Dombois y Ellemberg (1974), zona biogeoclimática implica un reconocimiento zonal no solamente de la vegetación y el clima, sino también de los animales, el suelo y el sustrato geológico. El mismo autor define zona biogeoclimática como un área geográfica que es controlada predominantemente por el mismo macroclima y caracterizada por el mismo suelo y la misma vegetación (vegetación homogénea) en esencia, por lo tanto, una zona biogeoclimática puede ser considerada un ecosistema grande que contiene un número de ecosistemas pequeños. En este sentido, el sistema de Krajina no es un esquema de vegetación, sino un esquema ecosistemático (Mueller-Dombois y Ellemberg, 1974).

El entorno geográfico de la zona biogeoclimática es definido climáticamente, vegetacionalmente y pedológicamente. Las zonas son reconocidas en el campo por la misma

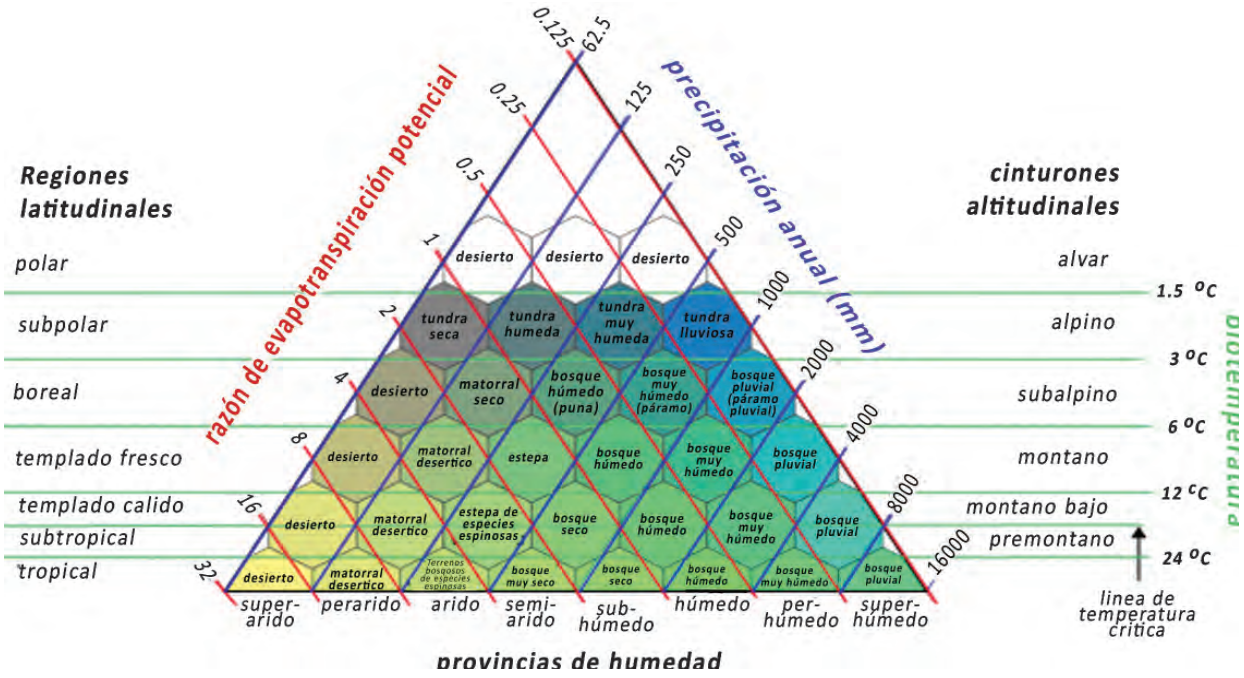


Figura 8. Diagrama de clasificación de las zonas de vida del mundo
Fuente: Holdridge (1978)

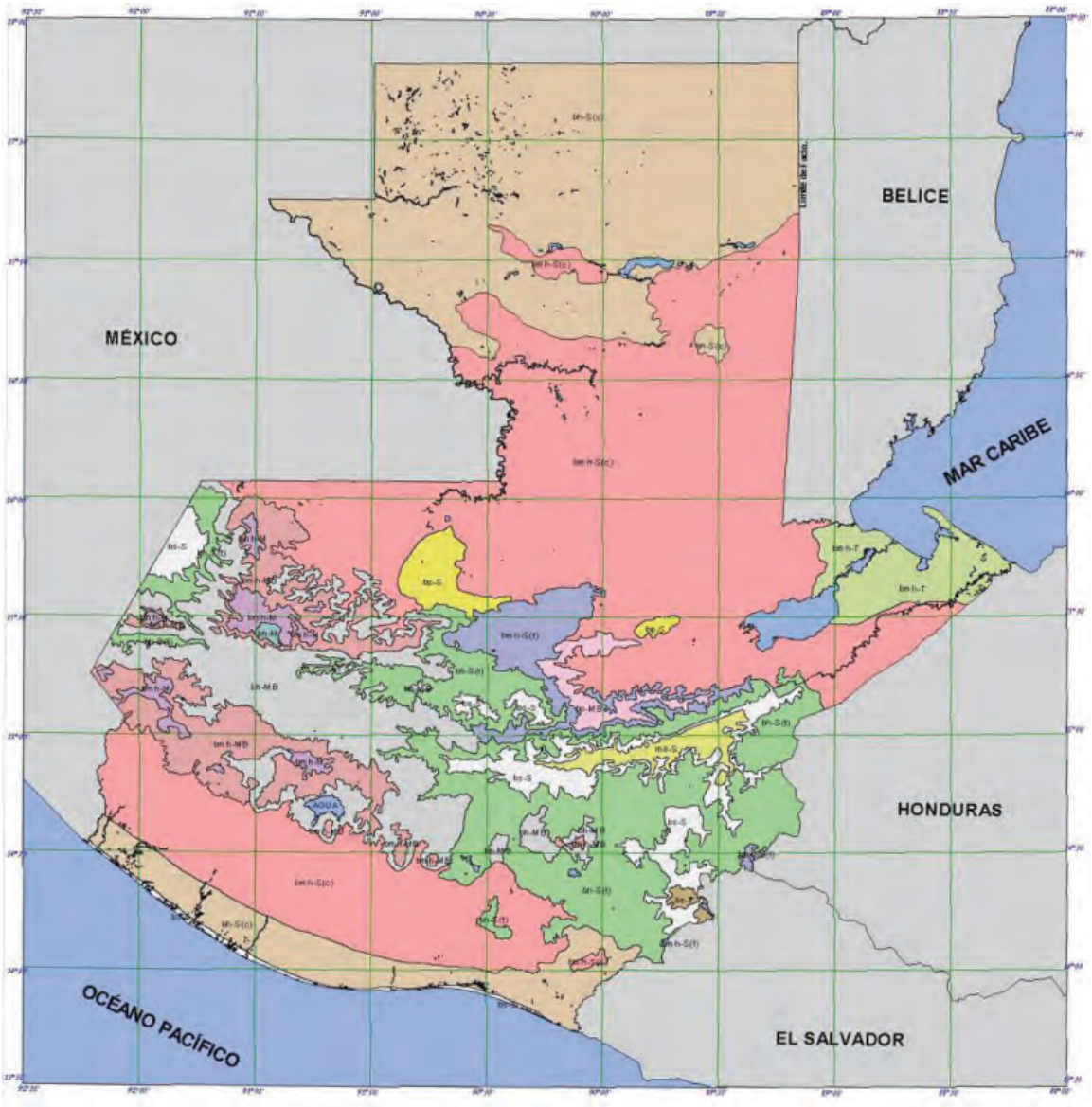


Figura 9. Mapa de zonas de vida de Holdridge. Fuente: MAGA (2002)

Cuadro 4. Zonas de Vida en Guatemala y sus superficies total y relativa dentro del territorio nacional

Zona de vida	Superficie	
	km²	%
Monte espinoso subtropical	928	0.85
Bosque seco tropical	216	0.20
Bosque seco subtropical	3,964	3.64
Bosque húmedo subtropical (templado)	12,320	11.32
Bosque húmedo subtropical (cálido)	27,000	24.81
Bosque muy húmedo subtropical (cálido)	40,700	37.41
Bosque muy húmedo subtropical (frío)	2,584	2.38
Bosque pluvial subtropical	1,144	1.05
Bosque muy húmedo tropical	2,636	2.42
Bosque húmedo montano bajo subtropical	9,769	8.98
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	5,512	5.07
Bosque pluvial montano bajo subtropical	908	0.83
Bosque húmedo montano subtropical	88	0.08
Bosque muy húmedo montano subtropical	1,040	0.96
ÁREA TOTAL	108,889	100

Fuente: De la Cruz (1981)

vegetación zonal, el mismo suelo zonal y el mismo macroclima.

5.5.4. Comentarios

El sistema de Holdridge tiene un enfoque ecosistemático, que parte de fundamentos climáticos para establecer sus principales parámetros y luego integrarlos con elementos de otros sistemas. Por ello, es susceptible de ser desarrollado ampliamente en cada país. La ventaja de este sistema es que permite predecir las zonas de vida que pueden encontrarse al viajar entre dos zonas identificadas de diferente piso altitudinal, e identificar en el terreno los cambios de las especies y la fisonomía de la vegetación. Tiene la versatilidad de identificar los distintos ecosistemas, por la variación climática y la temporalidad (sucesión ecológica) de cada zona de vida. Ha sido aplicado a toda Centroamérica y en general en todo el mundo.

Es un sistema versátil, con posibilidades de ser mejorado en términos de calidad (especies presentes, indicadoras, etc.) y lograr así más precisión al aplicarlo en el país en una mejor escala, en la medida que se tenga una mejor base de datos climáticos.

Sin embargo, tiene varias contradicciones que conceptualmente son corregibles. Contradictoriamente a los rangos aproximados de la vegetación en grados de latitud propuestos por Holdridge (1978) para las grandes regiones, particularmente para tropical y



Figura 10. Bosque húmedo montano.
Crédito: Azurdia, C.



Figura 11. Bosque húmedo montano bajo.
Crédito: Azurdia, C.



Figura 12. Bosque húmedo subtropical cálido.
Crédito: Azurdia, C.



Figura 13. Bosque muy húmedo tropical.
Crédito: CONAP



Figura 14. Bosque muy húmedo montano bajo.
Crédito: Castañeda, C.



Figura 15. Bosque muy húmedo montano subtropical.
Crédito: Azurdia, C.



Figura 16. Bosque muy húmedo subtropical cálido
Crédito: Azurdia, C.



Figura 17. Bosque muy húmedo subtropical frío
Crédito: Perez, G.



Figura 18. Bosque seco subtropical
Crédito: Montes, L.



Figura 19. Monte espinoso
Crédito: Montes, L.



Figura 20. Bosque pluvial. Crédito:
Castañeda, C.

Cuadro 5. Especies indicadoras para cada una de las zonas de vida

Zona de vida	Especies indicadoras
Monte espinoso subtropical	*Pereskia autumnalis, Jacquinia aurantiaca, Guaiacum sanctum, Bucida macrostachya, Acacia farnesiana, Cordia alba*
Bosque seco tropical	*Omphalea oleifera, Talisia olivaeformis, Pithecolobium mangense, Carica mexicana, Myrospermum frutescens*
Bosque seco subtropical	*Cochlospermum vitifolium, Swietenia humilis, Alvaradoa amorphoides, Sabal guatemalensis, Phylocarpus septentrionalis, Ceiba aesculifolia, Albizzia caribaea, Rhizophora mangle, Avicennia nítida, Leucaena guatemalensis*
Bosque húmedo subtropical (templado)	*Pinus oocarpa, Curatella americana, Quercus spp., Byrsonima crassifolia*
Bosque húmedo subtropical (cálido)	Zona Sur: *Sterculia apetala, Platymiscium dimorphandrum, Chlorophora tinctoria, Cordia alliodora* Zona Norte: *Byrsonima crassifolia, Curatella americana, Xylopia frutescens, Metopium browneii, Quercus oleoides, Sabal morisiana, Manilkara zapota, Bombax ellipticum, Pimienta dioica, Aspidosperma megalocarpon, Alseis yucatensis*
Bosque muy húmedo subtropical (cálido)	Zona Sur: *Scheelea preussii, Terminalia oblonga, Enterolobium cyclocarpum, Sickingia salvadorensis, Triplaris melaenodendrum, Cybistax donnell-smithii, Andira inermis* Zona Norte: *Orbiginya cohune, Terminalia amazonia, Brosimun alicastrum, Lonchocarpus spp., Virola spp., Cecropia peltata, Ceiba pentandra, Vochysia guatemalensis, Pinus caribaea*
Bosque muy húmedo subtropical (frío)	*Liquidambar styraciflua, Persea donnell smithii, Eurya seemanii, Pinus pseudostrobus, Persea schediana, Rapanea feruginea, Clethra spp., Myrica spp., Croton draco*
Bosque pluvial subtropical	*Magnolia guatemalensis, Talauma spp., Alfaroa spp.*
Bosque muy húmedo tropical	*Acacia cookii, Cordia gerascanthus, Zanthoxylum belicense, Crudia spp., Podocarpus spp., Basiloxylon excelsa*
Bosque húmedo montano bajo subtropical	*Quercus spp, Pinus pseudostrobus, Pinus montezumae, Juniperus comitana, Alnus jorullensis, Ostrya spp., Carpinus spp., Prunus capulli, Arbutus xalapensis*
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	*Cupressus lusitanica, Pinus ayacahuite, Chiranthodendron pentadactylon, Pinus hartwegii, Pinus pseudostrobus, Alnus jorullensis, Quercus spp., Zinowiewia spp, Budleia spp.*
Bosque pluvial montano bajo subtropical	*Podocarpus oleifolius, Alfaroa costaricensis, Engelhardtia spp, Billia hippocastanum, Magnolia guatemalensis, Brunellia spp., Oreopanax xalapense, Hedyosmun mexicanum, Gunnera sp.*
Bosque húmedo montano subtropical	*Juniperus standleyii, Pinus hartwegii*
Bosque muy húmedo montano subtropical	*Abies guatemalensis, Pinus ayacahuite, Pinus hartwegii, Pinus pseudostrobus, Cupressus lusitanica, Quercus spp., Bocona volcánica, Budleia spp., Cestrum spp., Garya spp., Bacharis sp.*

Fuente: De la Cruz (1981)

subtropical, el sistema aplicado a Guatemala incluye 12 zonas subtropicales y dos tropicales. Si se considera que Guatemala, según la propuesta de Holdridge (1978), está en el subtrópico, todas las zonas de vida debieran llevar ese calificativo.

De acuerdo con MAGA (2002), es necesario realizar trabajos de campo para delimitar ciertas zonas de vida que aún falta precisar, entre las cuales mencionan el Triángulo Ixil en Quiché (Nebaj, San Juan Cotzal y Chajul) y partes de Huehuetenango, para delimitar ciertas zonas de vida, como el bosque muy húmedo subtropical cálido y el bosque húmedo montano subtropical. En dichas regiones se necesita un ajuste con base en las informaciones climáticas y altitudinales de la base cartográfica digital, a una escala de 1:250,000 con la cual se cuenta en la actualidad.

5.6. Ecosistemas vegetales del INAB

El Instituto Nacional de Bosques de Guatemala (INAB, 2001) publicó el mapa de ecosistemas vegetales de Guatemala, realizado como parte de un estudio que, a nivel centroamericano, auspició el Banco Mundial. Se identificaron 66 tipos de ecosistemas (41 naturales y 25 con distintos tipos de intervención humana), los cuales se agrupan y sintetizan en el Cuadro 6.

El mapa de ecosistemas es resultado de la interpretación de la cobertura y situación general de los ecosistemas, pero no constituye un sistema de clasificación. Sin embargo, muestra un primer reconocimiento, a nivel muy general.

6. DIVERSIDAD ECOLÓGICA

6.1. Diversidad de ecosistemas

Como ya hemos visto, Guatemala tiene gran diversidad de ecosistemas en las distintas jerarquías. En este apartado se profundiza al respecto, para concluir con más fundamentos sobre la alta diversidad de ecosistemas.

En un contexto biogeográfico, se entiende que la diversidad de ecosistemas se mide cuantificando la heterogeneidad biogeográfica en una zona o región dada. En la medida que haya biodiversidad geográfica en una región, ésta tendrá mayor diversidad de ecosistemas. Para muchos ecólogos este nivel de la diversidad se conoce como diversidad gamma. Los diferentes enfoques de clasificación nos muestran que en el país hay varias regiones biogeográficas (particularmente el sistema de biomas) y en ellas mismas hay diversidad de ecosistemas, diferentes de aquellos parecidos de otras regiones biogeográficas. El sistema de ecorregiones, por ejemplo, clasifica cuatro sistemas de manglar para propósitos de conservación: manglar de la costa beliceña, manglar del bosque seco de la costa del Pacífico, manglar de Tehuantepec-El Manchón y manglar del norte de Honduras. Los dos del océano Atlántico son diferentes entre sí, como también ocurre con los dos del océano Pacífico. Esa diferencia muestra la heterogeneidad biogeográfica, aunque los cuatro ecosistemas sean manglar.

Cada sistema de clasificación proporciona datos numéricos sobre las unidades cuantificadas, pero ello no significa que ése sea el número de ecosistemas. El número de ecosistemas es mayor si tomamos en cuenta que cada unidad clasificada tiene varios ecosistemas, y que algunas unidades pueden tener hasta 20 ecosistemas identificables. Esto no ha sido aún estudiado en Guatemala y merece un tratamiento más acucioso en el futuro. En el sistema de Holdridge, por ejemplo, se identifica el bosque seco subtropical cálido como una unidad y se ubica en cuatro regiones diferentes:

1. Bosque seco de oriente, compartiendo partes de Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa.

2. Bosque seco de Baja Verapaz, compartiendo partes de San Jerónimo, Salamá y Cubulco.
3. Bosque seco de Huehuetenango, compartiendo partes de Nentón y Santa Ana Huista.

4. Bosque seco de la costa del Pacífico.

Climáticamente dichas zonas están comprendidas en los mismos rangos de temperatura, precipitación y evapotranspiración, pero en zonas fisiográficas, y por ello edáficas, diferentes. Cada una de esas zonas tiene sus propios ecosistemas, algunos parecidos. De ellos, uno de los más particulares es el bosque seco de Nentón, por sus características de endemismo; en él es posible hallar especies que no se encuentran en los otros bosques secos, tales como el ciprecillo *(Juniperus comitana)*, corazón bonito *(Decatropis paucijuga)* y pata de pava *(Comocladia guatemalensis)*, las tres especies endémicas del

Cuadro 6. Ecosistemas de Guatemala

Tipo de ecosistema	Área (km^2)	%
Bosque latifoliado de tierras bajas y submontanos	32,189.2	29.49
Sistemas agroforestales	31,957.3	29.28
Monocultivos agrícolas	9,470.7	8.68
Bosque mixto montano inferior y superior	6,792.3	6.22
Arbustales antrópicos	6,720.3	6.16
Arbustales naturales	4,181.2	3.83
Bosque mixto altimontano	3,036.2	2.78
Bosque deciduo y semideciduo	2,770.1	2.54
Bosque conífero altimontano	2,290.2	2.10
Bosque latifoliado montano inferior y superior	2,220.6	2.03
Bosque conífero montano inferior y superior	1,454.8	1.33
Ecosistemas acuáticos	1,367.7	1.25
Bosque mixto de tierras bajas y submontanos	1,023.5	0.94
Herbazales naturales	888.6	0.81
Herbazales antrópicos	841.7	0.77
Bosque latifoliado altimontano	631.1	0.58
Monocultivos agroforestales	412.3	0.38
Otros	401.8	0.37
Manglares	360.0	0.33
Bosque conífero de tierras bajas y submontanos	140.4	0.13
Totales	**109,150.0**	**100.00**

Fuente: INAB (2001)

sur de México y Guatemala.

El país tiene alta variación de comunidades (coenoclinos o gradientes de la comunidad) y diversidad de ensamblajes de factores físicos de ambiente, o ecoclinos, en sus diferentes formas terrestres, como inicialmente se planteó en la sección 3 de este capítulo. Esa variación ambiental es fácilmente identificable, especialmente en las grandes montañas, lo cual genera muchos ecosistemas diferentes, algunos singulares.

Un ejemplo muy ilustrativo de esos cambios, y por ello de la diversidad de ecosistemas, se presenta en la Sierra de las Minas. El área que se expone hacia el Polochic y que recibe directamente las corrientes de humedad del norte, tiene zonas de vida diferentes a las de aquella región que drena al río Motagua, la cual es opuesta a la corriente de humedad que proviene del norte, por lo que en su parte más baja se localiza el bosque espinoso o muy seco (Figura 21). Para ampliar la explicación sobre la Sierra de las Minas, se observa que la zona de vida que está entre 180 y 400 msnm, en el área colindante con el río Polochic, es bosque muy húmedo, mientras que a la misma altura, en la parte que está hacia el río Motagua, es bosque muy seco o espinoso (Figura 22).

Al viajar y ascender o descender de un piso altitudinal a otro, y especialmente desde el nivel del mar hasta la cumbre de una montaña, es posible observar la secuencia de comunidades bióticas, coenoclino o gradiente de la comunidad y la secuencia de ambientes físicos o complejo de gradientes, que juntos hacen una secuencia de combinaciones de



Figura 21. Sierra de las Minas, foto tomada desde monte espinoso (185 msnm), La Fragua, Zacapa. Al ascender pueden identificarse al menos seis zonas de vida, cada una con diferentes ecosistemas. Crédito: Castañeda, C.

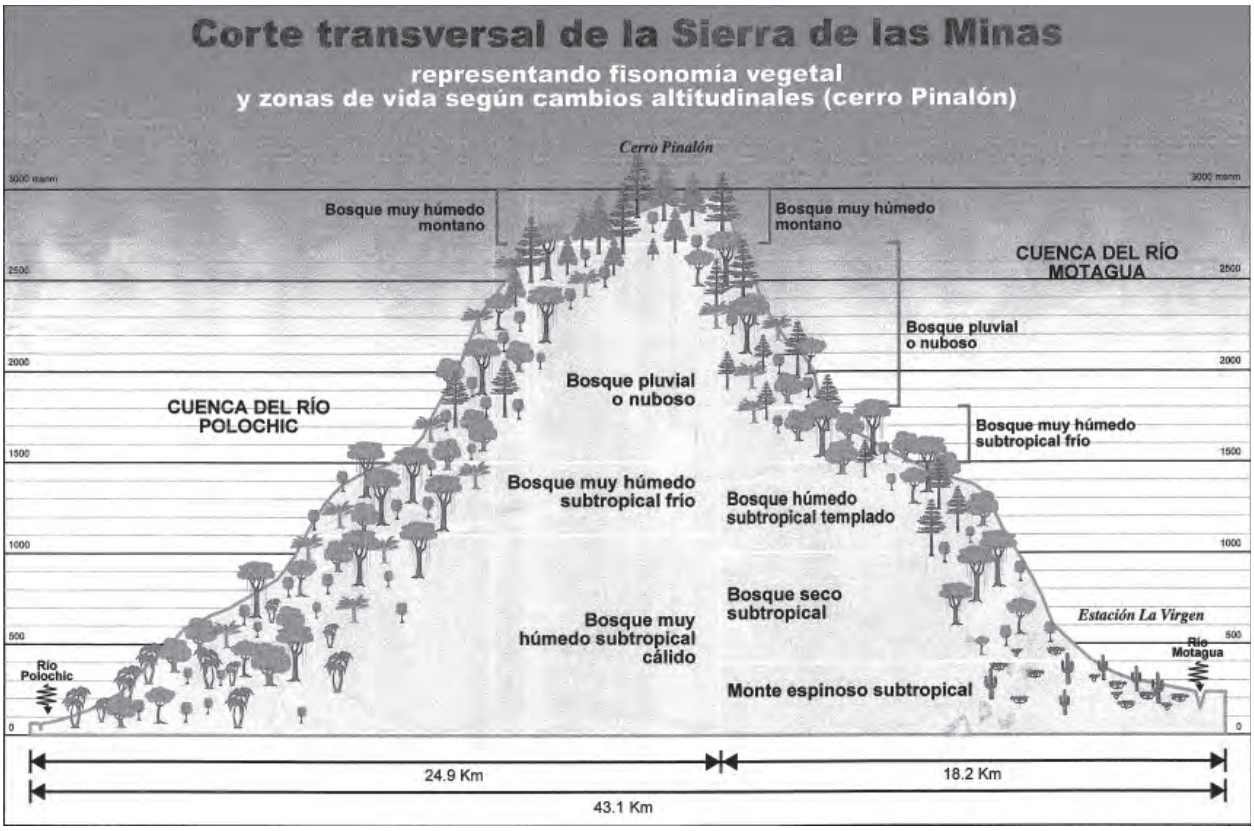


Figura 22. Ejemplo de la diversidad de zonas de vida, y ecosistemas, en una parte de la sierra de las Minas. (Modelo elaborado por César Castañeda para trabajo aún no publicado de Defensores de la Naturaleza, Guatemala, que autorizó su utilización)

diferentes tipos de ecosistemas o ecoclinos. Es impresionante, por ejemplo, hacer el recorrido hacia el conjunto montañoso en el cual yacen los volcanes Tajumulco y Tacaná. Si se inicia a partir del Puerto de Ocós, al nivel del mar, y se asciende en vehículo a 3,500 msnm en menos de cuatro horas, en áreas superiores a los poblados de San Sebastián o Ixchiguán, cerca de los conos de ambos volcanes, se observa la variabilidad de ecosistemas. En ese recorrido fácilmente se identifican seis zonas de vida, con muchos ecosistemas en cada una de ellas.

La sierra de los Cuchumatanes, en Huehuetenango, es otra muestra de la gran diversidad y variabilidad de ecosistemas. Si se accede a ella subiendo de la cabecera municipal de Huehuetenango (1,800 msnm) hacia la parte más alta ubicada en Todos Santos, puede apreciarse que la diversidad de ecosistemas es diferente de la que se observa si se asciende directamente por el lado de Nentón, con bosque seco de 600 msnm, hasta llegar a los 3,000 msnm del mar de San Mateo Ixtatán, o ascender por Yalambojoch, donde se observan otros ecosistemas de bosque muy húmedo y pluvial, hasta llegar al mismo punto de San Mateo Ixtatán (Figura 23). Muchos ejemplos se encuentran en otras montañas.

En conclusión, la diversidad de ecosistemas en Guatemala es muy significativa en relación con el área. En cada unidad de clasificación se encuentran numerosos ecosistemas, los cuales se incrementarían mucho más si se tomaran en cuenta las intervenciones humanas y la variabilidad que éstas han genera-

do. Para profundizar en su conocimiento, es necesario realizar estudios de los diferentes ecosistemas en cada unidad clasificada (biomas, ecorregiones, región fisiográfica, zona de vida, etc.). Es recomendable utilizar el sistema de zonas de vida de Holdridge para todo el país, lo cual implica el uso del análisis y cartografía,a una escala menor, deseablemente 1:50,000. Con ese fundamento, la información podría aplicarse, si se deseara, a cualquier otra unidad de clasificación.

6.2. Áreas de mayor endemismo

La revisión de la *Flora de Guatemala* (Standley, *et al.*, 1946), y todas las monografías recientes que actualizan parte de la información de Standley, podría permitir hacer un excelente recuento inicial de las especies endémicas, su lugar de colecta y distribución, para así lograr una buena aproximación de las mayores áreas de endemismo de Guatemala. En este apartado se hace un breve análisis basado en las observaciones realizadas acerca de los ecosistemas.

Los departamentos con mayor número de zonas de vida en sus montañas, variabilidad que aún no ha sido bien estudiada en relación con los ecosistemas, son los siguientes: Huehuetenango, Quiché, El Progreso y Zacapa. Pero, en realidad, la diversidad de ecosistemas se complementa porque comprende dos conjuntos con los siguientes departamentos:

1. Sistema montañoso de los Cuchumatanes, que incluye Huehuetenango y Quiché.

2. Sistema montañoso de la Sierra de las Minas, que incluye los departamentos de El Progreso, Zacapa, Alta Verapaz e Izabal.



Figura 23. Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango, fotografiada desde bosque seco. Al ascender pueden observarse cinco zonas de vida, cada una con diferentes ecosistemas. Crédito: Castañeda, C.

En esos dos sistemas, incluyendo sus partes bajas, es donde hay más endemismo y diversidad de ecosistemas en Guatemala. Ese endemismo está relacionado con diversos factores que han posibilitado e inducido la evolución, tales como un relativo aislamiento geográfico. Ello se observa muy bien en los diversos ecosistemas de los valles de Nentón, Huehuetenango, que constituyen parte del bosque seco, rodeado de grandes montañas (Cuchumatanes, Sierra Madre de Cuilco y parte de la Sierra Madre de Comitán, México), lo cual explica su endemismo. Lo mismo ocurre en el valle del Motagua, donde se ubica el bosque muy seco o monte espinoso, rodeado de montañas, lo cual también explica su endemismo. Los diversos ecosistemas del monte espinoso tienen varias especies endémicas.

En conclusión, en los sistemas formados por las sierras de los Cuchumatanes y de las Minas, desde sus partes más bajas hasta las más altas (en sus distintos pisos altitudinales), es donde se presenta mayor endemismo. Hay coincidencia entre las regiones con mayor diversidad de ecosistemas y aquellas con endemismo y hallazgos de ancestros de plantas cultivadas.

6.3. Diversidad de ecosistemas lacustres

La diversidad de sistemas lacustres, en forma de lagos, lagunas y lagunetas, o humedales menos temporales, es también un indicador de la diversidad de ecosistemas. Sin embargo, sus propias características no han sido estudiadas ni valoradas a profundidad. Actualmente están en un rápido proceso de deterioro debido a la intervención humana característica de sistemas sociales atrasados en desarrollo social, como es el caso guatemalteco (Castañeda, 1995).

Los análisis realizados para 1990, con información cartográfica de 1960, registraron aproximadamente 1,151 sistemas lacustres, con 7 lagos, 365 lagunas y 779 lagunetas (Castañeda, 1995), lo cual también muestra la diversidad de dichos ecosistemas, distribuida en distintas zonas ecológicas.

6.4. Bosques de galería y diversidad

Se denomina bosques de galería a aquellos ubicados en las riberas de los arroyos o ríos. Los bosques de galería en general constituyen fuente de diversidad de ecosistemas en Guatemala, pero cobran especial relevancia en los bosques secos y muy secos por la variación significativa del gradiente de humedad.

Esto se destaca y observa en Zacapa y El Progreso, en el oriente del país, en los ríos que descienden de la Sierra de las Minas y las montañas de Jalapa, y en la parte baja de Huehuetenango, especialmente en Santa Ana Huista y Nentón, en los ríos que descienden de los Cuchumatanes. Las riberas de los ríos de Huehuetenango, en la parte baja, son las únicas en Guatemala que constituyen el hábitat del ahuehuete *(Taxodium mucronatum)* (Figura 24).

Los bosques de galería que seguramente han impactado significativamente en la diversidad biológica de la región son los de aquellos ríos que descienden de la Sierra de las Minas, particularmente los ubicados en las zonas de bosque seco y muy seco. Particular atención merecen los bosques de galería de los ríos Hato, Teculután, Hondo, y otros, porque fueron parte del corredor de alguna fauna silvestre hacia la Sierra de las Minas.

7. SISTEMA ACTUAL DE ÁREAS PROTEGIDAS Y REPRESENTATIVIDAD DE ECOSISTEMAS

7.1. Visión general

En el Decreto 4-89 y sus reformas, Ley de Áreas Protegidas, se estipula que las áreas



Figura 24. Bosque de galería, río Lagartero, Nentón, Huehuetenango, con ahuehuete *(Taxodium mucronatum)* en sus riberas. Crédito: Pérez Irungaray, G.

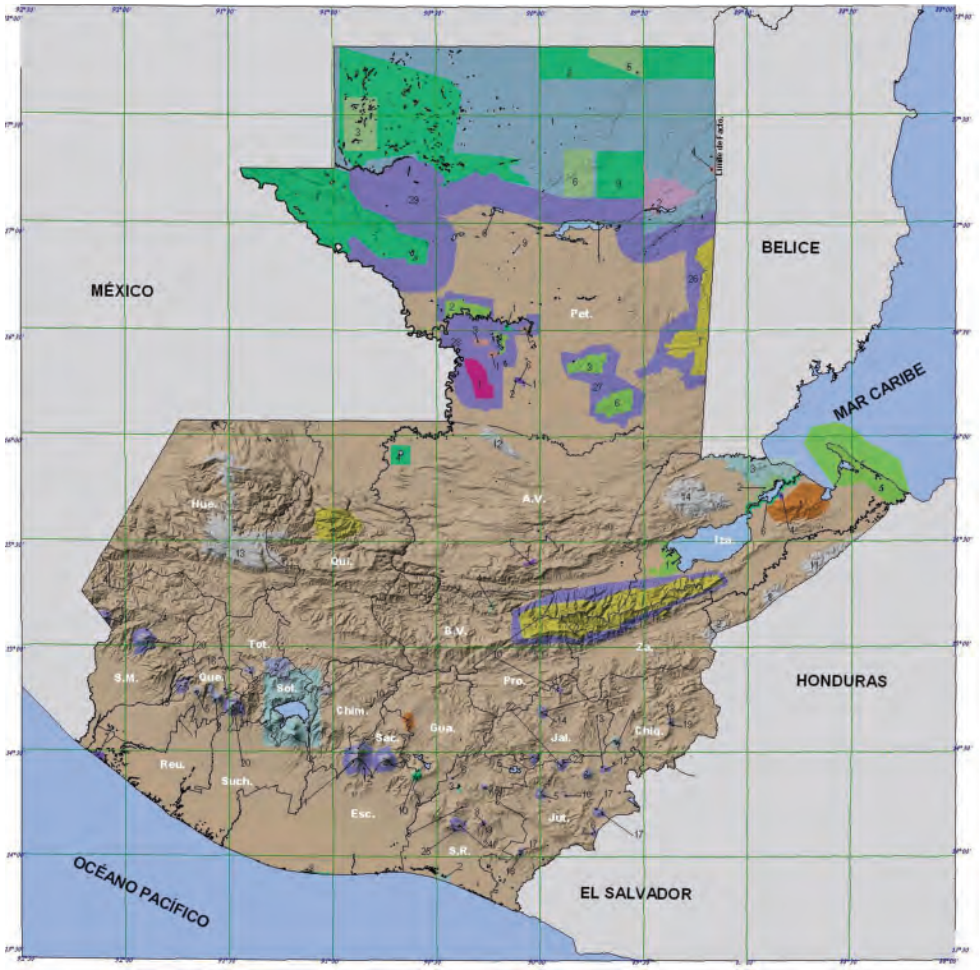
protegidas deben incluir una zonificación, que discrimine zonas núcleo, de amortiguamiento y de usos múltiples.

La mayoría de las áreas protegidas, aunque no todas, incluyen sus respectivas zonas de amortiguamiento, las cuales se definen como aquellas que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestres, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales. Para su adecuado manejo se clasifican en parques nacionales, biotopos, reservas de la biósfera, reservas de uso múltiple y otras categorías definidas en la ley respectiva (Decreto número 4-89 y sus reformas del Congreso de la República de Guatemala).

La última lista de áreas protegidas fue aprobada por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el 11 de junio de 2007. En esta lista se definen 213 áreas protegidas de distinta categoría, aunque aún está pendiente la publicación del mapa correspondiente. Sin embargo, se cuenta con un mapa que ofrece el 99% de la información actual (Figura 25).

La representatividad de las distintas unidades clasificadas, dependiendo del sistema, fue analizada y cuantificada por CONAP (1999). En el presente capítulo, únicamente se realiza el análisis utilizando el sistema de zonas de vida de Holdridge.

Las zonas de vida con mayor superficie en las áreas protegidas son el bosque húmedo subtropical cálido (73%) y el bosque muy húmedo montano subtropical (70%), mientras que con la menor superficie protegida están el monte espinoso subtropical (0%), el bosque pluvial subtropical (0.7%), el bosque seco subtropical (1.5%) y el bosque seco tropical (2.7 %) (MAGA, 2002).



- Área de protección especial
- Área de uso múltiple
- Área sin protección
- Biotopo
- Monumento Cultural
- Monumento Natural
- Parque nacional
- Parque Regional
- Refugio de vida silvestre
- Reserva biológica
- Reserva de biosfera
- Reserva natural privada
- Reserva protectora de Manantiales
- Zona de amortiguamiento
- Zona de uso múltiple
- Zona de veda definitiva

Figura 25. Mapa de áreas protegidas de Guatemala. Fuente: CONAP (2005)

El departamento que posee mayor superficie en áreas protegidas es Petén, seguido de Izabal. Los departamentos que poseen menos áreas protegidas son Guatemala, Retalhuleu y Santa Rosa. En resumen, el SIGAP representa el 33% del territorio nacional (aproximadamente 35,000 km^2). Las áreas protegidas de Petén constituyen el 78% del SIGAP (MAGA, 2002).

Las tierras altas volcánicas, especialmente en los Cuchumatanes, donde se ubica la mayor parte de las cabeceras de cuencas, poseen muy pocas áreas protegidas; ninguna en Todos Santos, a pesar de ser una zona muy particular. Es importante que las áreas de protección, especialmente de los Cuchumatanes, adquieran una categoría definitiva, vinculada a la problemática integrada del manejo de los recursos naturales renovables (MAGA, 2002).

7.2. Representatividad de ecosistemas

Cada unidad correspondiente a cada sistema de clasificación incluye varios ecosistemas, y muchas de dichas unidades están incluidas en otras. Pero cada sistema cumple con ciertos propósitos con ventajas y desventajas. Lo importante, desde el punto de vista de la diversidad de ecosistemas, es que independientemente del sistema empleado, el país tiene alta diversidad de ecosistemas, como se demuestra con los fundamentos teóricos aplicados anteriormente.

Cada zona de vida de Holdridge abarca varios ecosistemas, dependiendo del estado de desarrollo y de aspectos ambientales físicos bien definidos.

Los departamentos que poseen más de cinco zonas de vida bien representadas en superficie, sugiriendo mayor diversidad de ecosistemas, son los siguientes: Huehuetenango, Quiché, El Progreso y Zacapa (MAGA, 2002). Ello representa el número de zonas de vida identificadas y cartografiadas, de acuerdo con la escala utilizada (1:1,000,000). Sin embargo, en los recorridos de campo se percibe que en la realidad guatemalteca hay muchas más variaciones y así más zonas de vida, pero no son identificables ni cartografiables a esa escala. Se infiere que el país daría un paso muy importante si el sistema de Holdridge se aplicara con una mejor escala, deseablemente a 1:50,000.

Petén es el único departamento con dos zonas de vida bien representadas por las grandes superficies involucradas, pero cada una de ellas tiene muchos ecosistemas, en una dinámica muy significativa de temporalidad. Es importante destacar que desde el punto de vista fisiográfico, y particularmente por la clase de suelos, los bosques húmedos y muy húmedos del norte (Franja Transversal del Norte y Petén) son similares en fisonomía (apariencia florística), pero diferentes en algunas especies a los que hubo y aún quedan en el sur (costa del Pacífico de Guatemala). Hay especies de árboles muy evidentes y presentes únicamente en los bosques húmedos cálidos de la costa sur, como el volador *(Terminalia oblonga)*; sin embargo, el canxan *(Terminalia amazonia)* y pucté *(Bucida buceras)*, ambas de la familia Combretaceae, se encuentran únicamente en los bosques húmedos cálidos del norte (Franja Transversal del Norte, Petén e Izabal). Hay ejemplos de otras especies o grupos de especies.

8. ESTRATEGIAS Y NIVELES DE MANEJO ECOSISTEMÁTICO

8.1. Estrategias generales

Para profundizar en el estudio de ecosistemas de Guatemala, el sistema de clasificación más versátil y con posibilidades de continuar en su desarrollo es el sistema de Holdridge, particularmente porque delimita zonas climáticas y puede combinarse con todos los demás sistemas. Se recomienda que las dis-

tintas instituciones vinculadas a conservación y aprovechamiento de los recursos naturales apliquen el sistema de Holdridge, y así realicen estudios con mayor detalle, de manera que permitan identificar y caracterizar los distintos ecosistemas comprendidos en cada zona.

Actualmente se está concluyendo un análisis riguroso, denominado "Desarrollo de Análisis de Vacíos de Representación y Omisiones Ecosistémicas del Sistema de Áreas Protegidas" (SIGAP), análisis concebido en el marco del Convenio NISP (National Implementation Support Partnership), con el apoyo de CONAP y TNC, programa Guatemala. En ese análisis se proponen las áreas no cubiertas, entre ellas corredores, indicando planes de acción, alcances y viabilidad operativa. En ese sentido, se reconoce que dicho estudio puede ser la base presente y futura para continuar con el desarrollo de las áreas protegidas, que incluya a los distintos ecosistemas.

8.2. Áreas que merecen atención especial

A continuación se mencionan algunas áreas que merecen atención especial por la singularidad de sus ecosistemas. Seguramente muchas están incluidas en el NISP. Sin embargo se destacan algunos aspectos particulares:

a. Algunas áreas protegidas, especialmente de lagunas, actualmente tienen mucha perturbación y son protegidas únicamente en papel (laguna Yolnajab en Nentón, Huehuetenango (Figura 26) y laguna Chichoj, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz).

b. Parte alta de montaña de Pinula, entre San José Pinula y Mataquescuintla. Bosque muy húmedo montano bajo y probablemente área de bosque muy húmedo montano. Buen sitio, que tiene relación florística con la Sierra de los Cuchumatanes y Sierra de las Minas en cuanto funciona como corredor biológico. En todas ellas se comparten algunas especies: *Pinus ayacahuite, P. rudis, Abies guatemalensis,* etcétera.

c. Bosque seco de Huehuetenango, particularmente área del Cimarrón. Excelente sitio. Varias especies endémicas (Figura 27).

d. Partes de San Mateo Ixtatán, particularmente de Yalambojoch, donde aún hay pequeñas áreas de saraguate de altura.

e. Comunidades de *Pinus chiapensis*, en partes de Barillas, Huehuetenango, y Nebaj, Quiché (Figura 28).

f. Algunos bosques remanentes de la costa sur, donde es evidente la pérdida de toda su fauna. Particularmente es importante para la conservación del loro cabeza amarilla *(Amazona ochrocephala)*.

g. Distintas áreas de bosques húmedos y muy húmedos de Petén, particularmente por muchos humedales que están desapareciendo. Aun en la zona de la Reserva de la Biósfera Maya debe analizarse la dinámica de algunas lagunetas y aguadas (cibales).

h. Sistemas kársticos de Lanquín (cuevas y nacimiento del río Lanquín) y Semuc Champey (Figura 29).

9. CONCLUSIONES. ¿HAY DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS EN GUATEMALA?

La posición biogeográfica interoceánica, la existencia de 10 regiones fisiográficas, los diferentes relieves, un amplio rango altitudinal que va desde los 0 hasta los 4,211 msnm, y características como temperatura, humedad y precipitación, dan como resultado una gran variedad de regiones o unidades identifica-

bles, que se pueden clasificar en 10 regiones fisiográficas, 7 biomas, 14 ecorregiones, 66 ecosistemas (41 naturales y 25 intervenidos con actividades antropogénicas, propuesto por INAB) y 14 zonas de vida de acuerdo con el sistema Holdridge. En cada región o zona identificada, independientemente del sistema utilizado, hay varios ecosistemas.

Al analizar las características florísticas de Guatemala (Standley, *et al.*, 1946), y tomando en cuenta el número de especies endémicas de un país por unidad de área, Guatemala representa el tercer país a nivel mundial con mayor diversidad de angiospermas, comparado con los 29 países más diversos del mundo (CONAP, 2006; MacVean, Schuster & Cano, 2001). Por otro lado, con respecto a la fauna, también ocupa el tercer lugar a nivel mundial con mayor diversidad de vertebrados por unidad de área, al incluir a todos los peces de agua dulce, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (CONAP, 2006). Sin embargo, los datos más recientes que se muestran en el Capítulo 6, indican que hay no menos de 800 especies vegetales endémicas.

Guatemala es considerado un país megadiverso —característica que comparte con 29 naciones— debido a una serie de factores geológicos, ambientales y geográficos propios (CONAP, 2006). Por otro lado, Mittermeier *et al.* (1999) también consideran a Guatemala un país megadiverso, al estar incluido en la región mesoamericana, una de las regiones del mundo biológicamente más diversas y amenazadas. Mesoamérica no fue incluida originalmente entre las 18 regiones identificadas por Myers (1990), citado por Mittermeier et al (1999), como las más ricas y amenazadas del mundo, pero fue agregada a la lista por la institución Conservación



Figura 26. Laguna Yolnajab, Nentón, Huehuetenango. Crédito: Castañeda, C.

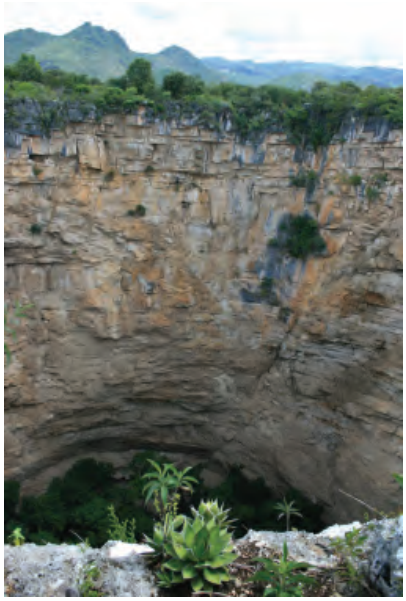


Figura 27. El Cimarrón, excelente sitio para conservación de bosque seco, Nentón, Huehuetenango. Crédito: Castañeda, C.



Figura 28. Rodal de *Pinus chiapensis* en Barillas, Huehuetenango; únicos en el área guatemalteca. Crédito: Castañeda, C.



Figura 29. Sistema kárstico de Semuc Champey, Lanquín, Alta Verapaz. Crédito: Castañeda, C.

Internacional (CI) en 1990 (Mittermeier *et al.*, 1999).

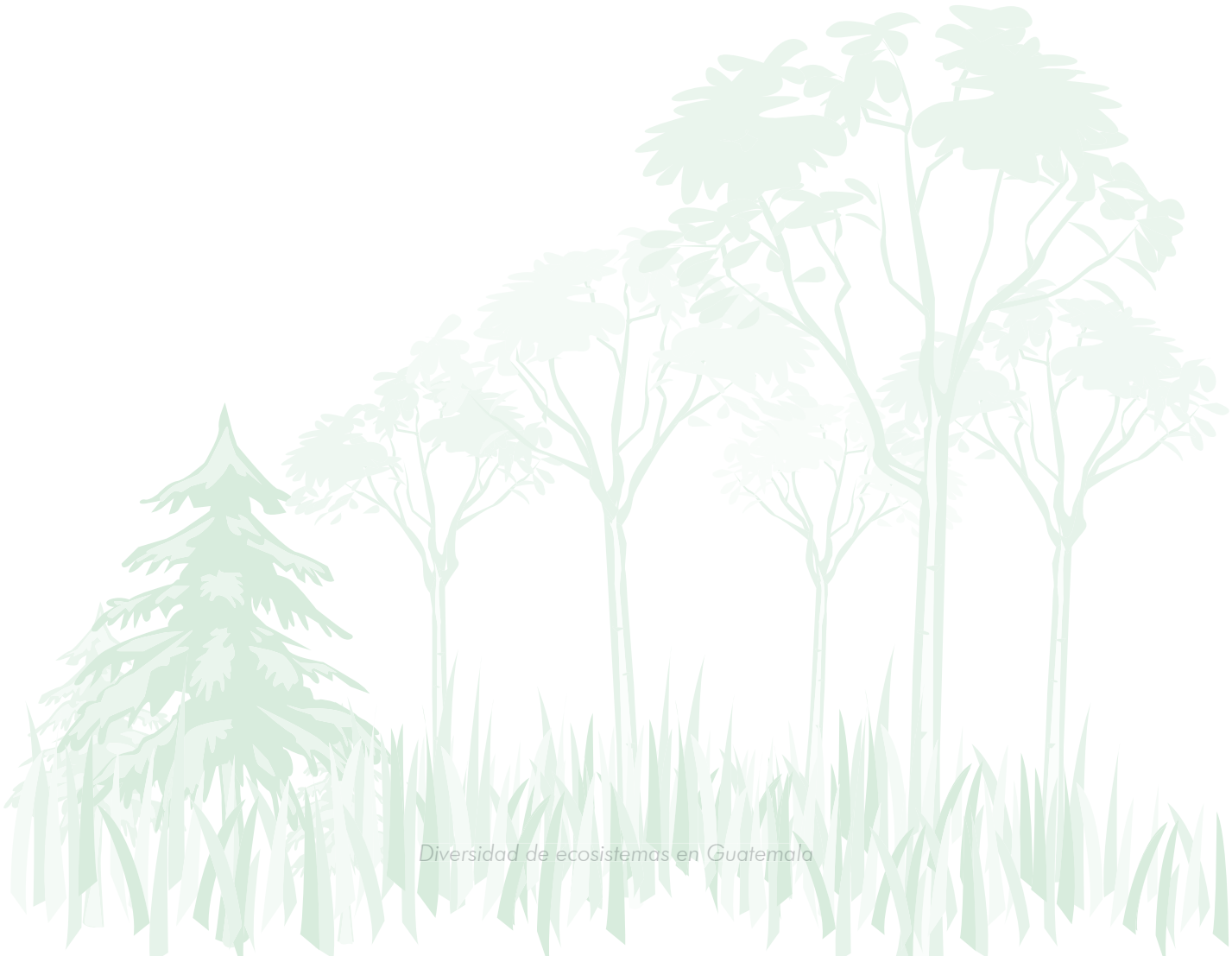
Otro indicador significativo de la diversidad de ecosistemas de Guatemala es su amplia riqueza de recursos fitogenéticos, al formar parte importante de uno de los ocho megacentros de plantas cultivadas del mundo (sur de México y América Central). En esta región se originaron muchas especies, como el maíz *(Zea mays)*, frijol común (*Phaseolus vulgaris)*, frijol piloy *(Phaseolus coccineus)*, güisquil *(Sechium edule)*, cacao *(Theobroma cacao)*, ayotes *(Cucurbita spp.)*, chiles *(Capsicum sp.)*, aguacate *(Persea americana)*, tabaco *(Nicotiana tabacum)*, algodón *(Gossypium spp.)*, bledo *(Amaranthus sp.)*, güicoy *(Cucurbita pepo)*, hierbamora *(Solanum sp.)* y otras especies cultivadas y en proceso de domesticación, que en el país tienen alta variabilidad. Ello es una evidencia fundamental en el análisis de la megadiversidad de Guatemala, la cual es producto de la diversidad de ecosistemas. Esa diversidad de recursos fitogenéticos ampliamente planteada por Vavilov, y en los últimos 25 años estudiada por un equipo de investigadores guatemaltecos (Azurdia, 1995; Azurdia, 2004), es, desde el punto de vista de desarrollo de diversidad de especies y de ecotipos, producto de la diversidad de ecosistemas y aún parece mostrar un promisorio campo de estudio no sólo de la riqueza de los recursos fitogenéticos, sino en general de la biodiversidad de la República de Guatemala, incluida la diversidad de ecosistemas.

En el Capítulo 9 de este libro se profundiza en la temática expuesta en el párrafo anterior. Se plantea la siguiente reflexión: geográficamente, el territorio guatemalteco está ubicado en la parte central del centro mundial de plantas cultivadas denominado "Centro Sur de México y América Central". Es probablemente, junto con las regiones de Chiapas y Oaxaca, estados de México, donde se observa y documenta más diversidad de recursos fitogenéticos, lo cual pareciera correlacionado con su gran variabilidad geomorfológica. A ello se agrega que las regiones de Guatemala y Chiapas-Oaxaca tienen significativa variabilidad biogeográfica, lo cual implica amplia diversidad de ecosistemas. La posición de Guatemala en la parte central de ese eje pareciera que es muy importante en su diversidad de plantas nativas cultivadas, como tempranamente lo percibió Vavilov (1935), citado por CONAP (2006), al reconocer que Guatemala es uno de los principales centros de diversidad genética y, en términos globales, uno de los más ricos del mundo. Su ubicación en la parte central de la región mesoamericana podría ser otro aspecto importante, que junto con la variación altitudinal tan pronunciada también influye en la diversidad de ecosistemas.

Los indicadores anteriores muestran que al separar la biodiversidad de Guatemala, en flora y fauna, y profundizar en las características de los diferentes ecosistemas, no habrá ninguna duda de que Guatemala tiene alta biodiversidad y que es un país megadiverso.

10. NOTAS

1. Gradiente es el cociente de la diferencia del cambio entre dos puntos de cualquier parámetro ambiental. Por ejemplo, la humedad y la temperatura.



11. BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIOLA, J. L. (1973). El libro de las geonimias de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, No. 31. Guatemala, 710 p.

2. AZURDIA, C. (1995). (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas; Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Guatemala, 172 p.

3. _____ . (2004). Priorización de la diversidad biológica de Guatemala en riesgo potencial por la introducción y manipulación de organismos vivos modificados. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala, 108 p.

4. BRUNCKHORST, D. (2000). Bioregional planning: resource management beyond the new millennium. Harwood Academic Publishers. Sydney, Australia, 205 p.

5. CABRERA, A. L.; WILLINK, A. (1980). Biogeografía de América Latina. US, OEA. Washington, DC, 122 p.

6. CASTAÑEDA, C. (1995). Sistemas lacustres de Guatemala, recursos que mueren. Guatemala, 185 p.

7. CASTAÑEDA, C; CASTAÑEDA SAMAYOA, O; ELÍAS GRAMAJO, S. (1995). Importancia de la biodiversidad en el desarrollo de la sociedad guatemalteca. En: Congreso nacional sobre biodiversidad de Guatemala (1, 1995, Guatemala). Memorias. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Greenpeace, p. 1-24.

8. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). (1999). Conociendo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP–. Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Guatemala, 90 p.

9. _____. (2006). Guatemala, un país megadiverso. Guatemala, 22 p.

10. CRUZ S, JR DE LA. (1981). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. Guatemala, 42 p.

11. DENGO, G. (1973). Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, 52 p.

12. DINERSTEIN, E. DINERSTEIN, E.D.; OLSON, D.M.; GRAM., D.J.; WEBSTER, A.L.; PIM, S.A.; BOOBINDER, M.P. and FEDEC, G. (1995). A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank and WWF. Washington, D.C., 129 p.

13. DUVIGNAUD, P. (1978). La síntesis ecológica. Alhambra. España, 306 p.

14. EISERMANN, K.; AVENDAÑO, C. (2006). Diversidad de aves en Guatemala, con una lista bibliográfica. En: Biodiversidad de Guatemala, Enio B. Cano (Ed.). Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, p. 525-623.

15. FAUSAC (1985). Memorias, Primera Reunión sobre Recursos Fitogenéticos de Guatemala. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 78 p.

16. GOOD, R. (1964). The Geography of the Flowering Plants. Longman. London, 518 p.

17. HALFFTER, G; EZCURRA, E. (1992). ¿Qué es la biodiversidad? En: HALFFTER, La diversidad biológica en Iberoamérica, V.I. Acta Zoológica Mexicana (número especial): 2-24. México.

18. HALFFTER, G; MORENO, C. E.; PINEDA, E. O. (2001). Manual para la evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera. Zaragoza, M&T-Manuales y Tesis SEA, v. 2. España, 80 p.

19. HOLDRIDGE, L. R. (1947). Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727): 367-368.

20. _____. (1978). Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica, 216 p.

21. _____; LAMB, FB; MASON, B. (1950). Los bosques de Guatemala. Costa Rica, IICA / Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. Guatemala, 249 p.

22. IARNA (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente) (2006). Perfil ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. URL. Guatemala, 250 p.

23. IGN (Instituto Geográfico Nacional) (1972). Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Guatemala, 40 p.

24. INAB (Instituto Nacional de Bosques) (2001). Mapa de ecosistemas vegetales de Guatemala. Instituto Nacional de Bosques, Departamento de Sistemas de Información. Guatemala, 1 CD.

25. ITURRALDE-VINENT, M. (2006). El origen paleográfico de la biota de Guatemala. En: E. Cano (Ed.) Biodiversidad de Guatemala. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, p. 1-6.

26. KIMMINS, JP. (1997). Forest ecology. Prentice Hall. London, 596 p.

27. LAND, HC. (1970). Birds of Guatemala. Chicago, US, Livingstone Publishing. USA, 306 p.

28. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación) (2002). Atlas temático de la República de Guatemala. Guatemala, 127 p.

29. MACVEAN, C.; SCHUSTER, J.; CANO, E. (2001). Adaptative Radiation in the Tropics: Entomology at the Universidad del Valle de Guatemala. American Entomologist 47(3): 139-144.

30. MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N; ROBLES GIL, P; GOETTSCH MITTERMEIER, C. (1999). Hotspots, earth´s biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Cemex. México, 430 p.

31. MUELLER-DOMBOIS, D; ELLEMBERG, H. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. New York, US, 547 p.

32. ODUM, E. (1982). Ecología. Trad. por Carlos Gerhard Ottenwaelder. Nueva Editorial Interamericana. México, 639 p.

33. POPOL VUH: las antiguas historias del Quiché. (1992). Trad. por Adrián Recinos. Guatemala, 268 p.

34. READING, A. J.; THOMPSON, R. D,; MILLINGTON, A. C. (1995). Humid Tropical Environments. Massachussets, Blackwell. 429 p.

35. SAUNDERS, G. B.; HOLLOWAY, A. D.; HANDLEY, C. C. (1948). Un estudio sobre la inspección de los peces y la vida silvestre de Guatemala (1946-1947). Ministerio de Agricultura, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Guatemala, 295 p.

36. STANDLEY, P. *et al.* (1946). Flora of Guatemala. Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany, v. 24, ptes. Chicago, US, p. 1-13.

37. UPVARDY, M. D. F. (1975). A classification of the Biogeographical Provinces of the World. IUCN. Ocassional paper N°18. Morges, Suiza.

38. VILLAR ANLEU, L. (1983). Guatemala, desde sus orígenes (historia del país de volcanes). En: Revista Perspectiva, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, (2): 118-137.

39. _____.(1998). La flora silvestre de Guatemala. USAC. Guatemala, 99 p.

40. _____. 2003. Guatemala, un paraíso de la naturaleza. España, 143 p.

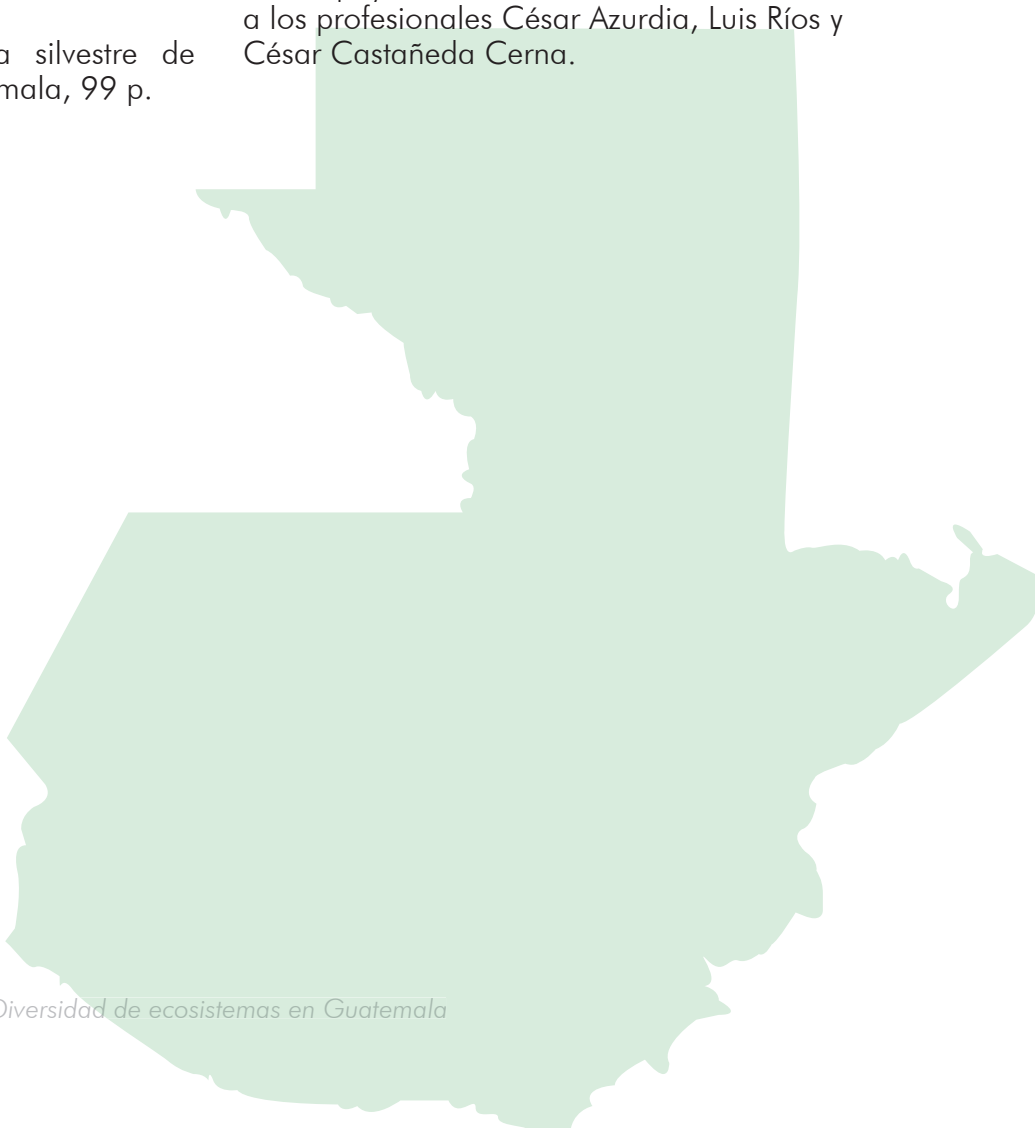
41. WALTER, H. (1971). Ecology of tropical and subtropical vegetation. Van Nostrand Reinhold Company. New York, 539 p.

42. WHITTAKER, R. H. (1970). Communities and ecosystems. Collier-Macmillan Ltd. London, 162 p.

43. WILSON, E. (1992). The diversity of life. The Belknap Press of Harvard University. Cambridge, Mass, US, 424 p.

12. AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el apoyo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y The Nature Conservancy. Especialmente agradece el apoyo en la revisión de los borradores a los profesionales César Azurdia, Luis Ríos y César Castañeda Cerna.



Diversidad faunística de Guatemala



Claudio Méndez*

RESUMEN

El presente capítulo plantea un enfoque biogeográfico para tratar de explicar la diversidad faunística de Guatemala, mediante el uso de algunos grupos seleccionados (mastofauna, aves, herpetofanuna e insectos pasálidos). Para ello se usa como marco conceptual una propuesta propia de unidades biogeográficas y tipos de vegetación de Guatemala. Los resultados indican que en Guatemala existen 192 especies de mamíferos nativos, 486 especies de aves, considerando sólo aquéllas que se reproducen en el país; la herpetofauna es sumamente rica, a tal grado que Guatemala presenta la diversidad de anfibios Plethodontidae (salamandras sin pulmones) más alta del mundo (41 especies, 19 endémicas). La región, reconocida como II, correspondiente a las tierras altas e intermedias del noroeste-noreste que cubre los sistemas montañosos de la sierra del Lacandón, sierra de Chamá, sierra de Santa Cruz y parte de las Montañas Mayas, es la región biogeográfica que presenta más riqueza de especies pertenecientes a los grupos mencionados. Se discuten los conceptos teóricos relacionados con especies endémicas y vulnerabilidad de la diversidad faunística, con ejemplos que clarifican los mismos. Al final se hace un análisis del estado de conservación de la fauna del país a la luz del enfoque biogeográfico planteado. Se concluye que la falta de uso de un enfoque biogeográfico ha dado como resultado un sistema de conservación *in situ* concentrado en regiones con hábitats extensos y económicamente menos deseables, dejando poca atención y protección a regiones de gran importancia ecológica.

Palabras clave: *fauna, unidades biogeográficas, especies endémicas, estado de conservación, enfoque biogeográfico.*

SUMMARY

A biogeographic approach is addressed trying to explain the fauna diversity of Guatemala by means of some selected groups (mammalian fauna, birds, herpetofauna and passalidae insects). For that purpose a proposal of biogeographic units and types of vegetation of Guatemala is used as conceptual framework. Results indicate that there are in Guatemala 192 species of native mammals, 486 species of birds, taking into consideration only those that reproduce in Guatemala; herpetofauna is very rich, that much that Guatemala has the biggest diversity of Amphibians Plethodontidae (salamander without lungs) in the world (41 species, 19 endemics.) The region known as II corresponding to the northwest-northeast intermediate and highlands that cover the mountain systems of Lacandón mountain range, Chamá mountain range, Santa Cruz mountain range and part of the Mayan mountains is the richest biogeographic region in species belonging to the mentioned groups. Theoretical concepts about endemic species and vulnerability of the fauna diversity are discussed, along with examples that explain the same. At the end there is an analysis of the fauna conservation state of Guatemala under the light of the posed biogeographic approach. The conclusion is that the lack of use of an updated biogeographic approach have resulted in an *in situ* conservation sys-

* Universidad de San Carlos de Guatemala.

tem, focused in regions with wide and less desirable habitats, economically speaking, paying little attention and protection to regions of great ecological importance.

Key words: *fauna, biogeographic units, endemic species, conservation state, biogeographic approach.*

UWO UQ'AT WUJ

RAWAJIL UWACH ULEW

´CH'UTI'SANEM

Chi' xno'jix uwach rulewal ri jalajoj rawajil uwach ulew rech Paxil Kayala' xcha' uwach jachin taq ke'chakuxik kiwach (ri kib'i: matosfauna, rak'alil chikop, heperto rawajil, chaqi'j chikop taq) Rajawaxik uchakuxik uwach jujun rulewal xuquje'uwach q'ayes rech Paxil Kayala'. Ri k'sb'al taq tzukno'jchak xuq'alajisaj chi ek'o 192 uwachil ajwaralik ajtu' awaj, 486 kiwach rak'alil chikop, xu xe'solix kiwach ajwaralik ija' poq'inaq chi' Paxil Kayala'. Ri awaj Herpetofauna kib'i k'i kiwach pa rulewal Paxil Payala' chi' kariqitaj wi nimalaj kiwach (k'o jun chikoxo'l maj upospo'y pa uch'akul). Ri rulewal ub'i keb' are' uxe' uwach ri nimaq taq ulew k'o pa uk'ux releb'al q'ij - pa qajb'al q'ij, chi' kumaj ub'e nimaq taq k'ache'laj ub'i sierra del Lacandón, sierra de Chamá, sierra de Santa Cruz xuquje' uch'aqapil taq k'ache'laj Mayas, chi e k'i kiwach rawajil uwach ulew e k'o chi'. Tajin kano'jix –kachukux uwach ri awaj kib'i endémicas, xuquje' ri uk'eyewal kiriqom. Uk'isik usolik uwach ri no'j chak b'anom puwi' uloq'oq'exik rawajil uwach ulew rech Paxil Kayala' ja taq k'o wi kulewal. Xk'is ub'ixik chi rumal ma k'o ta jun utzilaj ub'e'al chak b'anom puwi' uloq'oq'exik rulewal ja taq e poq'inaq wi' uloq, ma ya'om ta kiq'ij ronojel rawajil uwach ulew e k'o pa rulewal Paxil Kayala'.

Ucholaj tzij: *rawajil uwach ulew, tanaj taq rulewal k'aslemalil, uxe'al ija' rulewal, uloq'oq'exik uk'aslemalil jastaq, uk'ux ub'e'al rulewal ija'.*

1. INTRODUCCIÓN

En la Estrategia Nacional de Biodiversidad, se presenta la importancia de la diversidad biológica del país a partir de un planteamiento que refleja una percepción amplia y poco tangible. Los argumentos de la estrategia van desde que es *la vida misma sobre la tierra* hasta la afirmación pragmática *la biodiversidad de Guatemala constituye la mejor opción que tenemos para basar nuestro desarrollo y mejorar el nivel de vida de la población*. En otra esfera se gestan aspectos conceptuales científicos, cuya acumulación de evidencia ha generado la teoría sobre diversidad biológica que, desde una perspectiva antropocéntrica, destaca la importancia de la biodiversidad.

La amplitud de estas ideas pone de manifiesto cómo se ha incorporado el concepto de diversidad biológica al mundo de las decisiones y de la política. Por tanto, en este capítulo dedicado a la diversidad de la fauna guatemalteca, componente de la diversidad biológica o biodiversidad, se hace un esfuerzo por precisar las bases conceptuales sobre las que descansarán los planteamientos aquí plasmados, para su mejor comprensión. Se espera que esta información tenga impacto en los lectores, apoye a la educación y tenga algún tipo de aplicación en el campo de la biología de la conservación.

Se guía al lector para que conozca los patrones de diversidad de la fauna desde su origen; el porqué de la riqueza de especies en un área determinada, los patrones de distribución geográfica de algunos taxones y su relación con eventos geológicos, geomorfológicos, el clima y las formaciones vegetales. También se discriminan las regiones cuyos hábitats están amenazados y, por consiguiente, también las especies propias de éstos. Finalmente, se presenta un análisis de los vacíos en los esfuerzos de conservación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y las recomendaciones que se consideran pertinentes.

2. MARCO CONCEPTUAL

La riqueza de especies se refiere al número de especies de una localidad, país, continente o del mundo si se quiere. Se expresa con un número, un escalar; no determina la composición o identidad de las especies. Halffter & Moreno (2005) puntualizan en la importancia de comprender el tipo de información que provee el número de especies, el cual suele ser clasificado como riqueza alfa, cuando es obtenido de una localidad puntual; riqueza beta, cuando se mide la tasa de recambio entre dos localidades puntuales (o hábitats); y riqueza gamma cuando se refiere al pool de especies de una región. Por supuesto que el "corte espacial" que se realice para delimitar una región es arbitrario y en todo caso la región deberá ser contextualizada.

De esta forma Guatemala se ubica en una región biogeográfica denominada América Central Nuclear, que se define sobre la base de los procesos geológicos que desarrollaron Mesoamérica.

Estas consideraciones son de suma importancia, ya que la riqueza y distribución de la diversidad faunística en general del país pueden permitirnos un análisis de los procesos históricos que las determinan y explican, así como la consideración de las áreas, especies endémicas, y el estatus de las especies que por alguna razón se consideran importantes o claves o amenazadas.

Para poder entender los análisis de riqueza, dispersión y endemismo de algunos grupos seleccionados (mastofauna, aves, herpetofauna e insectos), se propone como punto de partida un mapa de Guatemala con unidades biogeográficas (Figura 1), así como un mapa de tipos de vegetación (Figura 2).

En el presente capítulo no se discuten las bases conceptuales que dieron origen y sustento a dichos mapas.



Figura 1. Unidades biogeográficas propuestas: I Cuchumatanes (con alturas entre 1,500 y 3,700 metros); II Tierras altas e intermedias del noroeste-noreste, engloba sistemas montañosos de la sierra del Lacandón, sierra de Chamá, sierra de Santa Cruz y parte de las Montañas Mayas (alturas desde el pie de monte a unos 150 metros hasta 1,500 metros aproximadamente); III Sistema de Sierra de las Minas-Chuacús (altura máxima 2,900 metros); IV Sierra volcánica y altiplanos centrales (las zonas semiáridas están en I y IV); V Tierras bajas de Petén; VI Tierras bajas del Pacífico. Fuente: Elaboración propia

La sobreposición de los patrones de riqueza y diversidad faunística (incluidos los de endemismo) con los patrones de cobertura y áreas protegidas permiten visualizar el estado potencial de conservación de la fauna en Guatemala. Finalmente, y siguiendo este enfoque histórico, se presentan aplicaciones para el manejo presente y futuro. A continuación consideraremos algunos patrones de algunos taxa selectos, y explicaciones sintéticas de los mismos de una manera muy general, con el propósito de evidenciar las posibles relaciones con eventos históricos de diferentes escalas, como antes se dijo.

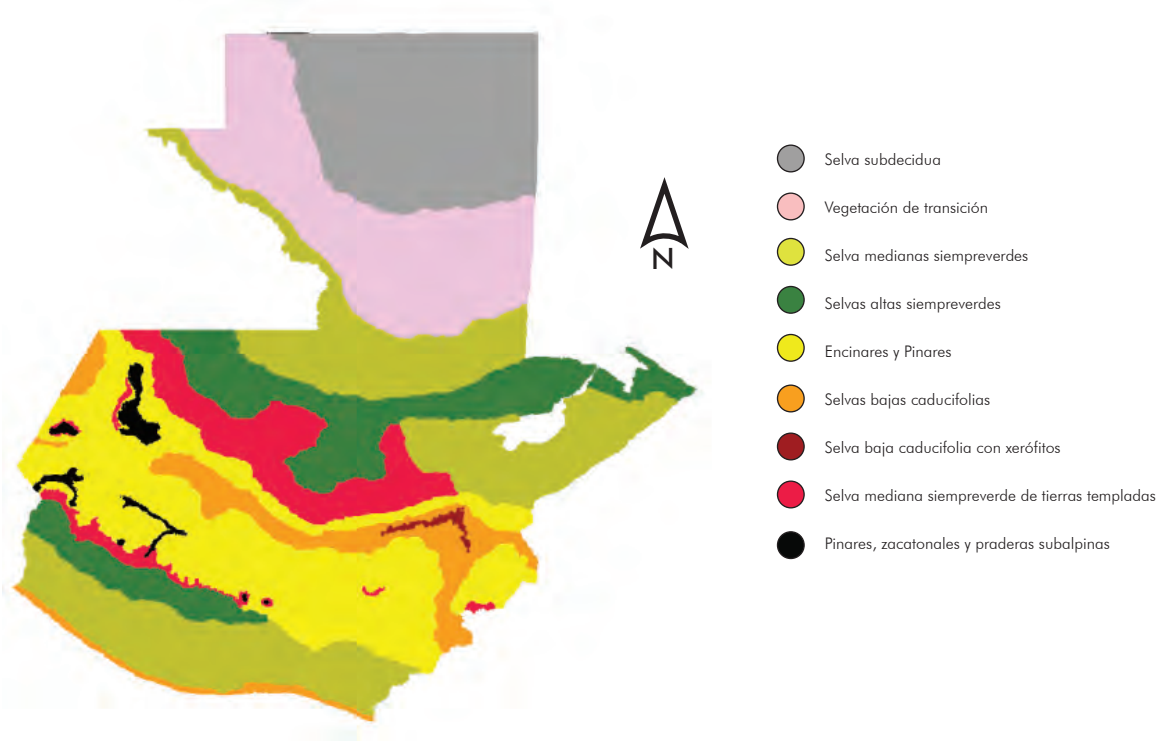


Figura 2. Propuesta de tipos de vegetación de Guatemala. Fuente: Elaboración propia, con la colaboración de Véliz, M.

3. LA RIQUEZA DE LA FAUNA DE GUATEMALA

3.1. Mastofauna

El reciente trabajo de McCarthy y Pérez (2006) enlista 192 especies de mamíferos terrestres nativos, que representan el valor actual de riqueza de este grupo para Guatemala (Cuadro 1 y Figura 3); se analiza la distribución de este grupo de acuerdo con los 11 patrones propuestos por los autores, los cuales se enumeran a continuación:

1. De amplia distribución desde Norteamérica hasta Sudamérica.
2. De Sudamérica hasta el norte de Oaxaca y la porción sur de Veracruz.
3. De Sudamérica al sur de México (sur de Veracruz).
4. De Sudamérica a América Central Nuclear (Chiapas al norte de Nicaragua).
5. De Norteamérica a Centroamérica.
6. De Norteamérica a América Central Nuclear.
7. México y Centroamérica.
8. De México a América Central Nuclear.
9. Centroamérica.
10. América Central Nuclear.
11. Yucatán.

Los patrones 1, 2, 3, 5 y 7 son los de más amplia distribución y juntos engloban 122 especies de las 192. Representan un 64% de las especies de mamíferos de Guatemala.

Los patrones 4, 6 y 8 representan una distribución intermedia pero aún amplia, con un total de 42 especies que representan el 22% del total. Por lo que también se puede afirmar que por lo menos un 86% de las especies de mamíferos de Guatemala son de amplia distribución (más allá de Centroamérica). Solamente tres especies tienen distribución exclusiva para Centroamérica, lo que representa un 2%. Otros patrones restringidos de riqueza son el 10 (América Central Nuclear) con 16 especies, o sea un 8%, y el 11(Yucatán) con siete especies, es decir, un 4%.

Solamente en el patrón 10 (América Central Nuclear) se encuentran especies restringidas al territorio nacional: el murciélago *Myotis cobanensis*, los ratones de montaña *Peromyscus grandis* y *P. mayensis*. La primera se localiza en la unidad biogeográfica II, mientras que las dos últimas pertenecena la unidad biogeográfica I. En cuanto al tipo de vegetación, el primero se encuentra en el arco húmedo de las selvas altas siempre verdes; los segundos en las selvas medianas siempre verdes de tierras templadas (Figura 2). Considerando el traslape en las áreas geográficas de distribución de estas últimas especies con otros taxa, deberían tratarse como áreas de endemismo a las aquí denominadas como unidades biogeográficas I y II (Figura 1).

Sin embargo, al considerar la continuidad biogeográfica de dichas unidades y de las áreas de endemismo, que se extienden hacia otros países como México, deben considerarse como endémicas las especies de ratones *Heteromys nelsoni*, *Microtus guatemalensis*, *Oryzomys rhabdops*, *Peromyscus guatemalensis*, *Reithrodontomys tenuirostris*. De ellos, solamente *H. nelsoni* está restringido a la unidad biogeográfica IV, los demás ocurren



Figura 3. *Tayassu pecari* (Link, 1795), comúnmente conocido como pecarí de labios blancos, jabalí. Obsérvese en la imagen a un grupo de animales en el Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala. Nótese la típica vegetación de selvas de transición que predominan en la región. Crédito: WCS (2004)

en I, III y IV; todos asociados posiblemente a las selvas medianas siempre verdes de tierras templadas.

Los detalles de distribución, especialmente los que puedan apoyar alguna hipótesis sobre preferencias de hábitat, se ven limitados por lo grueso de la información; sin embargo, en términos generales, se puede afirmar que las selvas lluviosas cálidas que corresponden según la nomenclatura adoptada aquí a: selvas altas y medianas siempre verdes, selvas subdeciduas y selvas de transición (Figura 2), presentan la mayor riqueza de especies de mamíferos, excepto en roedores.

La posible correspondencia de estos patrones de distribución restringida o áreas de endemismo apoya la subdivisión hipotética presentada en la Figura 1. Para propósitos de comparación resultan útiles los datos presentados recientemente sobre la diversidad de mamíferos de México, donde se enlistan 485 mamíferos terrestres, de un total de 525, dato que incluye los marinos. De ellos, 187 especies son compartidas con Guatemala y otras localidades al sur (Ceballos *et al.*, 2005).

3.2. Aves

Sobre la base de la última revisión acerca de la diversidad y distribución de la avifauna del norte de Mesoamérica (figuras 4 y 5) realizada por Howell & Webb (1995), Eisermann y Avendaño (2006), se incorporó nueva información para el análisis de 724 especies que se pueden considerar representadas en Guatemala; sin embargo, formalmente 47 especies no deberían considerarse en esta lista, ya que cuatro de ellas han sufrido extinción local, y las restantes 43 presentan registros hipotéticos.

Sin embargo, a diferencia de la mayoría de mamíferos de Guatemala, las aves presentan patrones de distribución difíciles de relacionar con el hábitat local, ya que muchas especies son migratorias. Su amplitud y las

Cuadro 1. Resumen de la riqueza de mamíferos de Guatemala

Orden	Familias	Géneros	Número de especies			
			Total	Endémicas	Lista Roja	CITES
Didelphimorphia	1	7	9	0	1	---
Xenarthra	2	5	5	0	3	2
Insectivora	1	2	7	0	2	---
Chiroptera	8	58	108	1	21	
Primates	1	3	4	0	3	3
Carnivora	4	18	21	0	11	6
Perissodactyla	1	1	1	1	1	1
Artiodactyla	2	4	10	0	5	4
Rodentia	7	21	47	2	19	---
Lagomorpha	1	2	3	0	---	---
TOTAL	28	121	215	4	46	16

Fuente: McCarthy y Pérez (2006), CONAP (2006)

condiciones en las cuales se reproducen pueden variar con respecto a las encontradas en el país.

Considerando únicamente las especies con reproducción en Guatemala, se han documentado 370 especies y se considera posible la presencia de 116 especies adicionales; es decir, un total de 486 especies. Eisermann y Avendaño (2006) proponen tres patrones de origen de las especies, que se relacionan con el actual patrón del área de reproducción: Mesoamericano, Norteamericano y Sudamericano. El patrón Mesoamericano limita al norte de Centroamérica; el Norteamericano entre Norteamérica y el sur de Mesoamérica; y el Sudamericano entre el norte de México y Sudamérica. A partir de estos patrones de origen se analizaron los patrones de distribución de las 486 especies con reproducción en Guatemala. Eisermann & Avendaño (2006) proponen los siguientes datos: patrón Mesoamericano (30 especies, todas de origen mesoamericano); patrón Norte de Mesoamérica a norte de México (36 especies de origen norteamericano); patrón Norte de Mesoamérica a Norteamérica (23 especies norteamericanas); patrón Sur de Mesoamérica a norte de Mesoamérica (16 especies sudamericanas); patrón Sur de Mesoamérica a norte de México (86 especies norteamericanas); patrón Sur de Mesoamérica a Norteamérica (18 especies norteamericanas); patrón Sudamérica a norte de Mesoamérica (42 especies sudamericanas); patrón Sudamérica a norte de México (198 especies sudamericanas); patrón Sudamérica a Norteamérica (35 especies sin patrón de origen propuesto por los autores).

El total de especies de origen norteamericano es de 163, el total de especies de origen sudamericano es 256, y solamente se encontraron 30 de origen mesoamericano. Las especies de más amplia distribución, las que van desde Sudamérica a Norteamérica y las de Sudamérica al norte de México contabilizan 233. Los demás patrones, con excepción del de Mesoamérica, pueden considerarse medianamente de amplia distribución, por lo que se puede notar que, al igual que los mamíferos, las aves de Guatemala son en su mayoría de amplia distribución.

La información y criterios de endemismo son confusos para las aves. Eisermann y Avendaño (2006) mencionan 34 especies con área de distribución restringida, las cuales se relacionan con las tierras altas de Centroamérica (22 especies), la vertiente del Pacífico (3 especies) y la península de Yucatán (9 especies). Sin embargo, reportan que sólo 30 especies están restringidas a Mesoamérica. Los criterios merecen ser revisados, especialmente porque no se relacionan con el concepto biogeográfico de endemismo.

Al analizar los datos de Howell y Webb (1995) sobre la riqueza de especies, y sobreponiéndolos en las regiones hipotéticas denominadas unidades biogeográficas (Figura 1), se pueden distinguir posibles patrones (Cuadro 2). Este análisis concuerda en algunos aspectos con el de Eisermann y Avendaño (2006). El mayor número de especies se presentan en la vertiente del Atlántico (535 especies), pero agrega un detalle; que la mayor riqueza podría estar asociada al arco húmedo (unidad II) y la cobertura actual corresponde a las selvas altas y medianas siempre verdes (Figuras 4 y 5).

Las áreas de endemismo para las aves son de alguna forma concordantes con las de los mamíferos y corresponden a las unidades I, II, III y IV, principalmente asociadas a las selvas medianas siempre verdes de tierras templadas, que incluyen las selvas nubladas.

La discriminación de los patrones de riqueza de los mamíferos y de las aves se ve dificultada posiblemente por la amplitud de los patrones de distribución, la facilidad de dispersión para la mayoría de las especies debido



Figura 4. *Buteo magnirostris*, Reserva de Biósfera Maya. Crédito: CDC/CECON



Figura 5. *Onychorhynchus coronatus*, propio de selva lluviosa. Crédito: Véliz, M.

al vuelo (murciélagos y aves) y el fenómeno de la migración que experimentan muchas especies, como ya se mencionó.

3.3. Herpetofauna

La Ecorregión Terrestre Prioritaria (ETP) Mesoamericana, definida por Mittermeier *et al.*, (1999), abarca desde el oeste del canal de Panamá hacia el norte, incluyendo Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Belice, prolongándose hacia el centro y sur de México, hasta la parte septentrional del estado norteño de Sinaloa, sobre la costa mexicana del Pacífico, y hasta la mitad de la Sierra madre oriental (al oeste de Tampico) sobre la costa del golfo de México. Esta región destaca mundialmente por la diversidad de anfibios, con 480 especies, de las cuales 307 se consideran endémicas, y de 53 géneros, 15 también lo son. Guatemala y Chiapas son considerados centro de origen y dispersión de Urodelos tropicales, ya que en esta área se registran 40 especies, 33 de las cuales son endémicas. Guatemala presenta la diversidad de anfibios Plethodontidae (salamandras sin pulmones) más alta del mundo, representada por 33 especies. Este dato varía para Acevedo (2006), quien registra 41 especies, de las cuales considera 19 como endémicas nacionales (Villa, Wilson y Johnson, 1998).

Los anfibios y reptiles de la región mesoamericana fueron un grupo de interés para las culturas ancestrales de la región y para diferentes generaciones de expedicionarios científicos, entre los que destaca Günther (1902), quien desarrolló el volumen correspondiente de la Biología Centraría-Americana, la cual registra un total de 695 especies que corresponden a México, Centroamérica y Panamá. Para la porción sur de México, Guatemala y Belice, registra los siguientes grupos y especies: Chelonia 11/30, Crocodilia 2/2, Lacertilia 54/197, Ophidia 74/274, Batrachia 28/63 (más salamandrina 3/22 y *Batrachia apoda* 2/27) (Acevedo, 2006).

Los anfibios y los reptiles conforman el conjunto de organismos terrestres o casi terrestres, ectotermos y poiquilotermos (de sangre fría y regulación de la temperatura dependiente del medio externo), que colectivamente constituyen la herpetofauna. A diferencia de las aves y los mamíferos, esta fauna presenta tasas de dispersión generalmente bajas (con la excepción de las tortugas marinas), por lo que sus patrones de distribución pueden dar importante información sobre los procesos evolutivos y su relación con los eventos históricos de amplia escala (Figuras 6, 7 y 8).

Este hecho ha sido abordado por varios herpetólogos desde principios del siglo pasado,

lo que generó diversas hipótesis biogeográficas: Stuart (1942) analizó la distribución de salamandras Plethodontidae en Guatemala y, con base en sus ensambles, dividió el país en ocho clases que denominó áreas bióticas. Stuart revisó principalmente su propuesta y publicó en 1964 la clasificación en distritos. Este sistema es retomado por Campbell & Vannini (1989), proponiendo una versión modificada con la denominación de áreas faunísticas.

Los patrones de distribución de la herpetofauna guardan relación con la geomorfología y, de una manera generalizada, delineada aparentemente con los grandes sistemas montañosos, altiplanos centrales y las tierras bajas de norte y sur del país. Este sistema propuesto y publicado en 1942 es uno de los sustentos de la presente hipótesis de unidades biogeográficas y se presenta en la Figura 1. Es apoyado precisamente con los patrones de escarabajos de la familia Passalidae (Schuster, 1992) y ulteriormente con los patrones de las especies del género Chrysina (Coleoptera: Scarabaeidae) (Monzón, 2006).

A la luz de esta similitud entre el sistema de Stuart (1942) y las unidades biogeográficas planteadas en la Figura 1, se comparó la riqueza de anfibios y reptiles entre las seis unidades biogeográficas propuestas (Cuadro 2). Para los anfibios se distingue un patrón de riqueza máxima en las unidades II y IV, y menores en I, V y VI, siendo la menor de todas la VI, planicie costera del Pacífico.

Los reptiles guardan cierta relación con este patrón de riqueza de los anfibios, aunque ocurre principalmente en los extremos, es decir, la máxima riqueza ocurre también en la unidad II y la menor en VI. Estos patrones de riqueza posiblemente guardan relación con el patrón de selvas lluviosas cálidas verdaderas de Guatemala (selvas altas y medianas siempre verdes) y con las selvas medianas siempre verdes de tierras templadas. El valor total de la riqueza para los anfibios de Guatemala es de 143 especies, y de 243 para los reptiles.

El otro patrón de diversidad originado en el análisis de distribución de los ensambles de salamandras Plethodontidae y últimamente con los análisis filogenéticos (Wake & Lynch, 1983) dan sustento a la presente hipótesis de las unidades I y IV como áreas de endemismo. Los anteriores autores proponen un escenario en el Mioceno tardío (unos 15 millones de años atrás), cuando se generarían dichos procesos filogenéticos. De cualquier forma el Terciario debió ser determinante para la nueva síntesis de la diversidad bioló-

Cuadro 2. Riqueza de especies en seis regiones hipotéticas de Guatemala

TAXA	I	II	III	IV	V	VI
Pasálidos (a)	23	17	47	26	12	10
Anfibios (b)	37	50	44	50	33	20
Reptiles (b)	82	141	87	106	115	58
Aves (c)	194	366	202	238	296	209

Fuente: a) Schuster (1992); (b) Campbell y Vannini (1989), los datos de endemismo obtenidos de Wake y Lynch (1976), Frost (1985), Peters y Donoso-Barros (1988) y Campbell y Vannini (1989); (c) Howell y Webb (1995)

gica regional, considerando el posible efecto de extinción del impacto del gran meteorito en Yucatán, al final del Cretácico.

Las selvas dentro de sistemas montañosos han actuado posiblemente como refugios en los grandes eventos de inestabilidad climática. En la Figura 9 es posible observar las tierras bajas al norte y, siguiendo esta dirección, disminuye gradualmente la precipitación anual y se va definiendo una época del año relativamente seca, como en el centro de Petén y Laguna del Tigre.

Un estudio sin publicar realizado en el Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, muestra un detalle sobre el efecto del relieve, el gradiente de humedad y la distribución de los anfibios. Este gradiente de precipitación es claramente distinguible; parte de la base del arco de la Libertad, al sur de Petén, y está conformado por las sierras de Lacandón, parte baja de los Cuchumatanes, sierra de Chamá y sierra de Santa Cruz. Las Montañas Mayas son una rama de este arco montañoso que continúa al este y se adentra en Belice. El arco presenta gradación hacia el noreste, desde una condición de máxima precipitación en la base, por arriba de los 3,000 mm por año, a una altura máxima de 1,100 metros aproximadamente y disminuye hacia el centro de Petén. Otro gradiente va desde el centro de



Figura 6. *Bothrops asper*. Crédito: Cano, E.



Figura 7. *Agalychnis callidryas*. Crédito: Cano, E.



Fig. 8. *Dendropsophus ebraccatus*. Crédito: Cano, E.



Figura 9. Vista de Chinajá, una estribación de la sierra de Chamá. Aquí se desarrollan selvas lluviosas verdaderas con pluviosidad por arriba de los 3,000 mm por año Crédito: Sacayón, E.

Petén hacia el extremo oeste de Laguna del Tigre, con la mayor precipitación al este. El estudio del efecto de este gradiente da a conocer cómo es afectada la diversidad de anfibios del Parque Laguna del Tigre. La región propia del humedal donde se encuentra el Parque es una zona de relativa aridez, que gradualmente va ganando humedad hacia el este, hasta llegar a la región de mayor altura y relieve a unos 200 metros; la diferencia en humedad parece afectar la distribución de algunas especies: *Dendropsophus ebraccatus* (Figura 8), presente en la región este, mientras que *Agallychnis callidryas* (Figura 7), *Hyla loquax* y *Gastrophryne elegans* se distribuyen en las regiones intermedias y de máxima humedad al este, no en la región oeste. La riqueza también evidenció el mayor valor (13 a 17 especies) en la región húmeda a intermedia respectivamente, y el menor valor (11 especies) para la región oeste (Méndez *et al.*, 1998).

El citado estudio revela la posible relación entre el cambio en la riqueza y diversidad de especies en el gradiente este-oeste del Parque Nacional Laguna del Tigre y el análisis de β (beta) diversidad (tasa de cambio entre niveles del gradiente de humedad este-oeste); información que puede usarse de modelo para la Reserva de la Biósfera Maya, especialmente porque se ha tendido a considerar como homogénea tanto la cobertura boscosa como la diversidad en general de Petén.

3.4. Insectos

El análisis de la tasa de recambio de las especies en Guatemala, y de su posible relación con la geomorfología y componentes del cli-

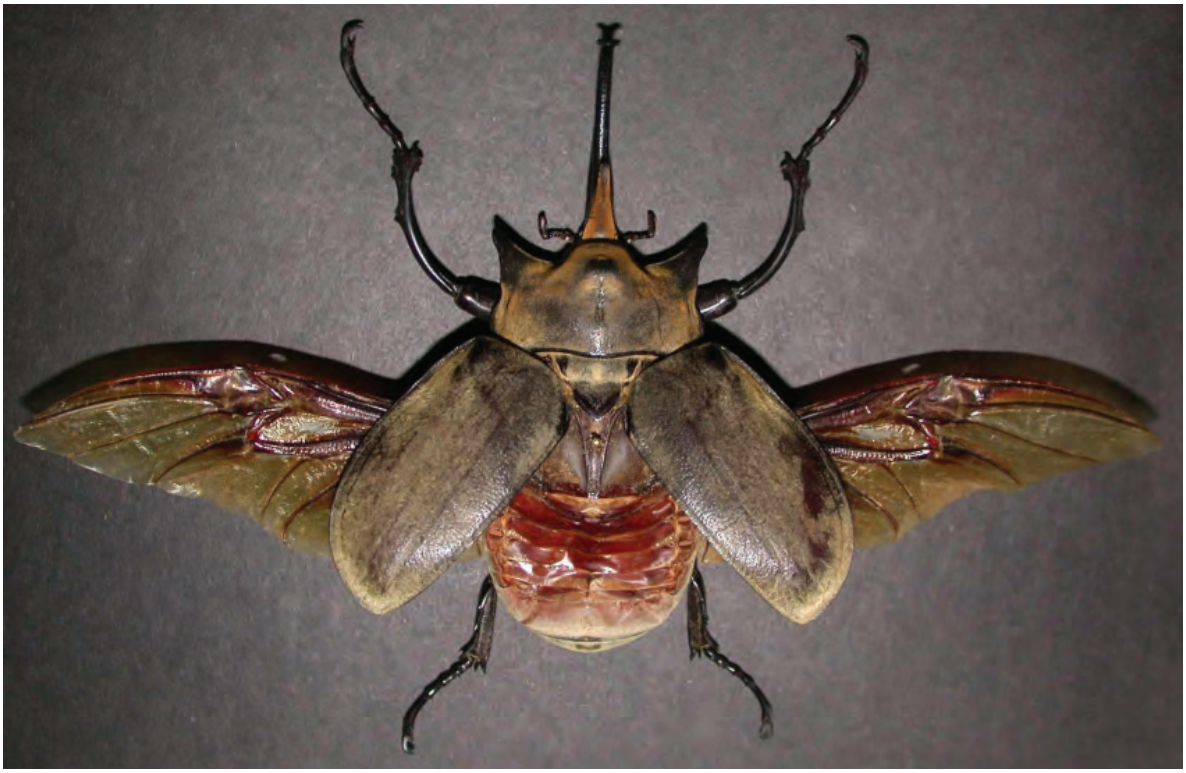


Figura 10. Los insectos pueden proveer información más especializada sobre procesos históricos.
En la imagen *Megasoma elephas* (Orden: Coleoptera)
Crédito: Cano, E.

ma, se hace más evidente precisamente con grupos de distribución más restringida, tales como los insectos (Figura 10) y, mejor aun, con el estudio de los ensambles filogenéticamente relacionados, como la subfamilia de mariposas diurnas Heliconiinae.

Los datos del Cuadro 3 sobre la distribución de 22 especies de la subfamilia Heliconiinae son evidencia de los cambios en la riqueza de estas especies en las seis unidades descritas en la Figura 1. En la unidad I, la prevalencia de condiciones áridas y frías en la mayoría de hábitats podría ser responsable de baja riqueza, así como la ausencia de especies de zonas cálidas y húmedas. Esta explicación parece ser apoyada por los datos sobre las unidades II y III, donde se presentan

Cuadro 3. Distribución de 22 especies de Heliconiinae en las seis unidades biogeográficas propuestas

Especies de Heliconiinae en las seis unidades biogeográficas	I	II	III	IV	V	VI
Heliconius hecalesia	0	1	1	1	0	1
H. hecale	0	1	1	1	0	1
H. sapho	0	1	1	0	0	0
H. sidno	0	1	1	0	0	0
H. erato	0	1	1	1	1	1
H. charitonius	1	1	1	1	1	1
H. hortense	1	1	1	1	0	1
H. ismenius	0	1	1	1	1	1
H. doris	0	1	0	0	0	0
H. sara	0	1	0	0	0	0
Dryadula phaetusa	0	1	1	1	1	1
Dryas iulia	1	1	1	1	1	1
Dione juno	1	1	1	1	1	1
Dione moneta	1	1	1	1	1	1
Agraulis vanillae	1	1	1	1	1	1
Eueides aliphera	0	1	1	1	1	0
E. isabella	0	1	1	1	1	1
E. procura	0	1	1	0	0	0
E. vigilia	0	1	1	0	0	0
E. lineada	1	1	1	0	1	0
Euptoieta hagesia	1	1	1	1	1	1
Philaethria dido	0	1	1	1	1	1
TOTALES	8	22	20	15	13	14

Fuente: Elaboración propia



Heliconius erato



Heliconius charitonius



Heliconius doris



Eueides vibilia ♂♀



Philaetria dido



Heliconius sapho (arriba)
Heliconius cidno (abajo)

Figura 11. Algunas especies de la subfamilia Heliconiinae consideradas en el análisis anterior.
Crédito: Méndez, C.

todas las especies o casi todas. Dos especies, *H. doris* y *H. sara*, solapan aparentemente sus áreas geográficas de distribución, por lo que la unidad II podría tratase como área de endemismo, considerando que ambas especies presentan aparentemente poblaciones disyuntas entre México y Costa Rica (Cuadro 3 y Figura 11).

4. ESPECIES ENDÉMICAS, IMPORTANTES Y/O AMENAZADAS

Como antes se indicó, la denominación de especie endémica varía de un grupo taxonómico a otro, poniendo en evidencia diferentes aproximaciones al concepto; sin embargo, son los estudios con escarabajos de la familia Passalidae, de especies del género *Chrysina* (Coleoptera: Scarabaeidae) y de las salamandras del género *Bolitoglossa*, los que formalmente se han analizado y permiten sostener la hipótesis de áreas de endemismo en Guatemala. La Figura 12 muestra las áreas conjuntas de endemismo trazadas por los autores, tanto para las especies de Passalidae como para el género *Chrysina*.

Estas áreas de endemismo coinciden o incluyen las áreas de distribución de los mamíferos indicados como endémicos anteriormente. Pero además, si quisiéramos visualizar las áreas de mayor riqueza o aquellos ecosistemas a los cuales se restringen muchas de las especies a nivel nacional o ecosistemas compartidos con otros países como México y Belice, este esquema de áreas de endemismo sería un buen resumen. Si lo comparamos con el modelo de unidades biogeográficas presentado en la Figura 1, obtenemos un posible contexto biogeográfico, a partir del cual se explican los patrones generales de riqueza y endemismo conjuntos.

La implicación más relevante de estas relaciones de distribución es que los patrones generales de riqueza, y de β (beta) & γ (gamma) diversidad, podrían originarse o derivarse de gradientes históricos que en determinados momentos generaron eventos vicariantes y por ende especiación. Esta maquinaria evolutiva por supuesto se hace evidente con grupos taxonómicos con tasas de dispersión bajas, como ocurre con las salamandras pletodóntidas y los escarabajos pasálidos. No ocurre lo mismo con mamíferos y aves preci-

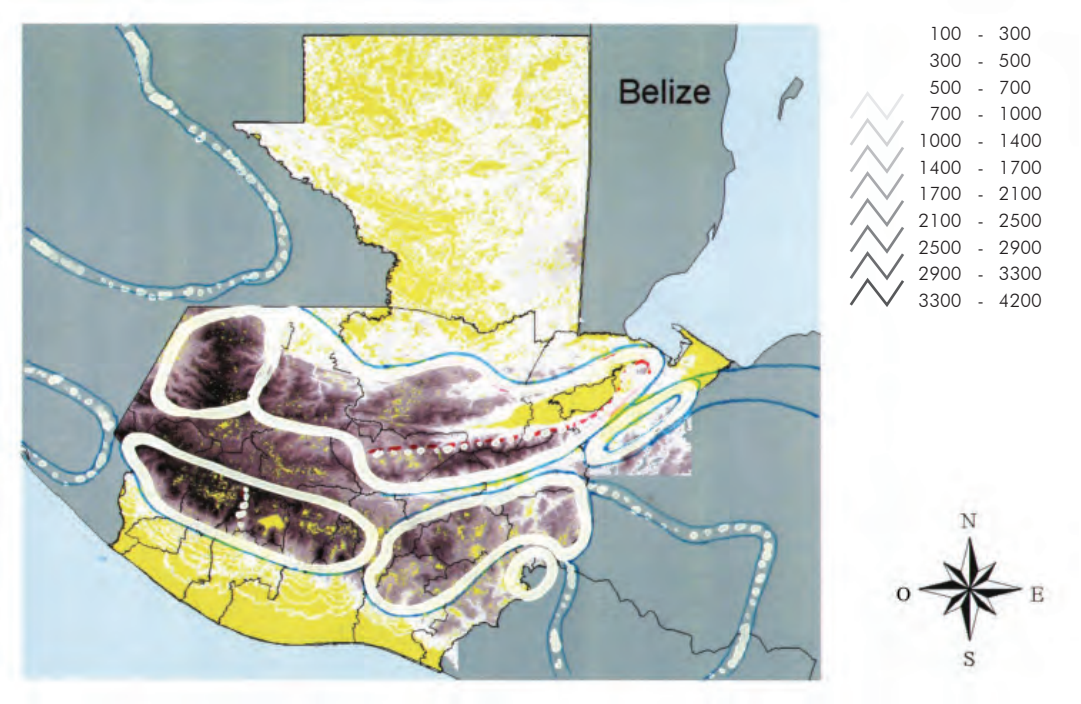


Figura 12. Áreas de endemismo conjuntas basadas en los análisis de distribución de escarabajos de la familia Passalidae y de especies del género *Chrysina* (Coleoptera, Scarabaeidae). Redibujado a partir de Schuster (1992) y Monzón (2006)

samente porque generalmente estos organismos presentan altas tasas de dispersión o alta movilidad, en comparación con los primeros. Para responder al porqué de sus patrones de distribución se requiere observar una escala muy grande, tanto espacial como temporal, para generar los escenarios evolutivos que podríamos relacionar con estos patrones.

La observación de estos patrones de diversidad, y su análisis desde la perspectiva histórica, ofrecen la posibilidad de revelar los procesos involucrados, especialmente aquéllos que se pueden medir como componentes físicos del ambiente. Entonces podríamos tratar de analizar hacia dónde va la diversidad en sus diferentes escalas y finalmente generar a partir de ahí las predicciones o modelos hipotéticos para el manejo.

Dentro de este gran escenario denominado diversidad biológica, generalmente nos enfocamos en una pequeña porción, que en caso de los animales denominamos fauna importante y que, por supuesto, tiene una connotación antropocéntrica, ya que invariablemente acarrea la valoración utilitaria inherente de la acción humana que ordena su entorno en función de la creación de su hábitat. Una categorización más específica dentro del término fauna importante es la denominada fauna útil. Ambas categorías, más del dominio antropológico, muchas veces dificultan medir las variables que las definen y caen en campos subjetivos, no por ello menos valiosos. Así, al referirse a la importancia del jaguar en el imaginario de las culturas precolombinas en Mesoamérica, o de la mariposa mensajera *Papilio multicaudatus*, se reflejarían aspectos o valores culturales como lo estético o simbólico.

El calificativo de especie útil, siempre en el campo antropológico, resulta más preciso, o al menos así nos parece, pues puede ser medible más fácilmente, siempre y cuando se especifique el contexto cultural y la escala de valoración, la cual en términos generales tiene como referentes el valor económico y el mercado.

Desde la perspectiva de la teoría ecológica, específicamente de la ecología de comunidades, el concepto de especies importantes puede referirse a la relación que tienen ciertas especies dentro del conjunto de especies reconocido como comunidad. Esta relación la establece, por ejemplo, la masa corporal, la densidad de la población o el papel dentro de una cadena trófica determinada (Ricklefs & Miller, 1999). En este sentido, una especie que se especialice en la polinización de cierta planta, y que además sea muy abundante, podría ser reconocida objetivamente como importante. Las especies que se localizan en la cúspide de pirámides alimenticias, como los grandes depredadores, generalmente son denominados como especies clave y por esta razón alguien podría nombrarlas como importantes. Sin embargo, esta denominación proviene de resúmenes estadísticos extraídos de un conjunto finito de individuos y especies, cuyas relaciones no siempre son claras o incluso puede que ni existan relaciones. En todo caso existen métodos matemáticos para evaluar diferentes comunidades y por lo tanto hacer las comparaciones. De esta manera, el método por el cual se pudo categorizar una especie como importante puede ser rastreado y evaluado objetivamente.

Cualquiera que sea la aproximación seguida para definir las especies importantes y útiles, todas éstas resultan englobadas en uno de los problemas centrales de la biología de la conservación: la amenaza de extinción.

En general, los factores que orillan a cualquier especie, ya sea catalogada como importante o no, a procesos de extinción tienen que ver con variables dentro de la población, tales como la variabilidad genética. Ésta gobierna directamente la posibilidad de generar progenie. El aislamiento, producto por ejemplo

de la fragmentación, puede reducir el flujo genético entre subpoblaciones, dando como resultado una pérdida de heterocigosidad de la población. Tales eventos dependen también del tipo de especies y, por ello, las consideraciones de manejo para unas especies pueden resultar inadecuadas para otras.

Hay un grupo de especies que ha recibido mucha atención del público ya que, por su relación muy estrecha con la vida y cotidianidad humanas, son reconocidas como especies importantes y útiles. En conjunto se les denomina fauna cinegética, término que se refiere a los animales cazados con fines de subsistencia, deporte y comerciales (CECON-PROBIOMA, 2005).

Como ocurre con la pesca, la cacería es un tipo de cosecha, cuya intensidad en muchos casos es regulada por el propio grupo interesado con el propósito de mantener la oferta natural. Sin embargo, a diferencia de los peces, los cuales se mueven en extensos ambientes relativamente continuos, la fauna terrestre lo hace en ambientes discontinuos. Esta discontinuidad podría ser generada por el cambio del hábitat impuesto por algún gradiente físico o por las acciones humanas relacionadas con la urbanización y la producción de bienes y alimentos.

Por otro lado, en Guatemala presenta una marcada marginalidad de los asentamientos humanos lejos de los centros urbanos principales, como ciudades o cabeceras departamentales. Esto mismo impone un estilo de vida marcadamente diferente para estos pueblos humanos rurales, principalmente indígenas, en cuanto a su forma de resolver los aspectos esenciales para la sobrevivencia: energía, agua y alimentación. Mientras en la ciudad todo esto está resuelto de una manera que hasta nos hace inconscientes acerca de los orígenes y procesos implicados en su producción, en el campo implica, por ejemplo, en la ausencia de carne de vaca o pollo refrigerado, el acecho y caza de una presa destinada a satisfacer la necesidad de proteína animal.

Debido a que los esfuerzos de conservación de la biodiversidad se localizan frecuentemente en las áreas rurales, lejos de las urbes principales, surge la contradicción entre el modo de vida de los pobladores rurales y estas estrategias de conservación que además tienen su propio soporte legal. La contradicción se agudiza cuando los objetivos de conservación abarcan especies que tradicionalmente han sido preferidas por sus cualidades alimenticias. Además, se presentan en muchos casos traslapes de las actividades humanas con las relaciones depredador-presa, que no son toleradas por los pobladores.

Aun cuando la información básica de los atributos primarios de las poblaciones de especies cinegéticas es muy incompleta, desde el conocimiento de la abundancia poblacional se han integrado prescripciones para el manejo general de este tipo de fauna. Éstas abarcan desde el sustento legal hasta la propuesta de calendarios cinegéticos, los cuales no son asumidos como hipotéticos. Por lo tanto, como medidas correctivas no son evaluadas, para verificar, como en todo experimento y bajo determinados supuestos, si dichos calendarios tienen efecto en alguna variable de la población silvestre, como puede ser la abundancia. En Guatemala, algunos investigadores, como Jolón (2003) citado por CECON/PROBIOMA (2005), acuñaron el término gestión cinegética para tratar de cubrir aspectos claves del manejo de esta fauna: restauración de espacios degradados, garantía de refugio, agua y alimento, así como la caza selectiva, consideraciones que en conjunto se han planteado como importantes para la sostenibilidad de las poblaciones ante la cosecha.

Jolón y colaboradores (2005) citados por CECON/PROBIOMA (2005) indican que

61 especies cinegéticas de animales quedarían enmarcadas en lo legal, pero señalan que otras 54 son objeto de caza no regulada (legal), haciendo un total de 115 especies cinegéticas. Las investigaciones más sólidas en Guatemala sobre fauna cinegética se han realizado en Petén, en la comunidad de Uaxactún, y en el Parque Nacional Laguna de Lachuá, en Alta Verapaz. Los datos de Petén evidencian patrones generalizados en relación con las principales especies y las cantidades relativas cosechadas. El Cuadro 4 muestra los valores de porcentajes medios de 15 especies cinegéticas calculados con base en los reportes de estudios en El Parque Nacional Tikal y sus alrededores, especialmente al norte en la comunidad de Uaxactún. Se seleccionó esta lista de especies, incluyendo aquéllas que presentaron dos ocurrencias por lo menos en las cinco localidades, con excepción del tapir.

Aunque los valores de los porcentajes medios se calcularon sobre esfuerzos diferentes de colecta para cada una de las cinco localidades, es posible distinguir las tendencias para las 15 especies seleccionadas para el análisis: el tepezcuintle es la especie más frecuentemente cazada, seguida del faisán. El armadillo parece más cazado que el cabro. El jabalí, el coche de monte y el venado ocupan posiciones similares.

¿Qué revelan estos datos? A primera vista es tentador pensar que los datos nos están informando sobre las preferencias o la demanda de determinadas especies. Sin embargo, otra posibilidad es que el dato refleje la oportunidad de cazar a las especies, lo cual dependería de la oferta, o sea de la abundancia relativa. El problema es que para probar esta última hipótesis se debería poder cruzar datos de este tipo con los datos de abundancia

Cuadro 4. Especies cinegéticas de cinco localidades de los alrededores del Parque Nacional Tikal

Nombre común	Nombre científico	Localidades de los alrededores del Parque Nacional Tikal					
		1	2	3	4	5	% medio
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	7.0	15.7	7.3	3.1	1.9	7.0
Cabro	*Mazama americana*	17.2	3.3	6.0	17.0	8.6	10.4
Tepezcuintle	*Agouti paca*	29.7	21.1	24.5	21.2	13.0	21.9
Jabalí	*Dicotyles pecari*	5.8	16.7	6.6	3.5	1.0	6.7
Armadillo	*Dasypus novemcintus*	5.4	21.0	20.3	7.3	13.0	13.4
Coche de monte	*Tayassu tajacu*	2.8	4.7	3.7	0.8	1.4	2.7
Pizote	*Nasua narica*	0.3	1.5	4.4	2.6	21.6	7.8
Sereque/cotuza	*Dasyprocta punctata*	0.3	1.2	0.0	0.9	17.8	4.0
Mapache	*Procyon lotor*	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.06
Tapir	*Tapirus bairdii*	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	$6x10^{-3}$
Gato de monte	*Urocyon cinereoargenteus*	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.2
Faisán	*Crax rubra*	26.5	6.1	11.3	29.5	12.0	17.1
Corolita	*Penelope purpurascens*	3.6	6.1	11.7	11.6	7.2	8.0
Pavo	*Meleagris ocellata*	1.4	1.7	4.1	2.2	1.0	2.1
Chachalaca	*Ortallis vetula*	0.0	0.3	0.0	0.3	0.5	0.2

Fuente: CECON-PROBIOMA (2005)

poblacional de las especies, información que no ha sido obtenida para estas localidades.

Lo que sí se sabe es que hay cierta preferencia debida a la calidad de las carnes denominadas localmente como de monte. Cuando se le pregunta a diversas personas, ya sea locales o que han experimentado con las cualidades gastronómicas de estas carnes, la mayoría se inclina por el tepezcuintle. Es posible que exista una cacería no indiscriminada en estas localidades y que los cazadores se enfoquen más en ciertas especies y que los sitios de caza sean entonces también selectos.

Estas circunstancias hacen difícil evaluar la oferta natural y el impacto que tiene la cacería sobre estas poblaciones, lo cierto es que estas regiones de Petén parecen ofrecer un suministro continuo de estas especies. Esto podría ocurrir debido a que los hábitats y poblaciones son lo suficientemente grandes y que sólo una porción o subpoblación de las mismas es impactada. Es necesario diseñar estudios que permitan evaluar la abundancia de las poblaciones y monitorear el efecto de la extracción sobre las mismas.

Esta información apunta a que estas especies son importantes y útiles para la gente asentada en las inmediaciones del Parque Nacional Tikal en Petén, desde el punto de vista de la obtención de proteína para el consumo local o para la venta y surtido de carne de monte, ofrecida por algunos restaurantes como elemento exótico de la región petenera.

Desde el enfoque de la ecología de comunidades, es limitada la información que aportaría este pequeño conjunto de especies cinegéticas para poder evaluar la importancia de éstas, en primer lugar porque no son el conjunto completo de la "comunidad", de tal manera que sea posible analizar con algún criterio el valor de importancia de cada especie. Lo cierto es que todas las especies son importantes, o deberían serlo hasta no probarse lo contrario, y lo arriesgado de enfocarse en un conjunto arbitrario de especies para orientar la conservación podría tener consecuencias incluso nocivas para la diversidad. La razón es que con el afán de mejorar las condiciones para algunas especies de mamíferos, por ejemplo, no necesariamente mantenemos la diversidad de otros grupos. A la larga, este esfuerzo selectivo no es muy diferente del proceso de domesticación.

Estas especies importantes y útiles dentro del contexto de la fauna cinegética están sujetas al impacto de la caza, así como a su tasa de mortalidad propia. Las otras causas de reducción de la población a niveles críticos son compartidas por el resto de la fauna y diversidad en general. ¿Cuáles son estas causas o factores que inciden o provocan vulnerabilidad a la extinción?

5. VULNERABILIDAD DE LA DIVERSIDAD FAUNÍSTICA DE GUATEMALA A LA EXTINCIÓN

Si consideramos un valor conservativo de la riqueza mundial de especies, unos 10 millones de especies, por lo menos 5 millones de ellas habitan en los bosques tropicales desde los bosques secos a los muy húmedos, y la mitad de estos 5 millones habitan los bosques de tipo muy húmedo. Si la tasa de deforestación en muchos de los países con bosques o selvas tropicales húmedas o muy húmedas es del orden de un 2% anual, como el caso de México (Groom, 2006), ésta se convierte en la causa generalizada de la pérdida de la diversidad biológica y por supuesto hace vulnerable la fauna guatemalteca, ya que el país posiblemente comparte esta tasa media de deforestación.

Guatemala, el sureste mexicano y Belice conforman la mayor extensión de selvas húmedas tropicales de Mesoamérica, relativamente continuas y a las que últimamente se le has denominado como la gran Selva Maya

(además, representa más del 70% de la cobertura de todo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP).

El solo argumento de la tasa de pérdida de estos ecosistemas genéricamente denominados como selvas húmedas tropicales ha generado gran interés mundial hacia su conservación, y mucho de lo documentado actualmente precisa cuánto se pierde por año de su cobertura. Los proyectos han medido su éxito en función de mantener o frenar las tasas de deforestación y poco se conoce acerca de los detalles del impacto sobre las especies o poblaciones.

Esta apreciación de vulnerabilidad por pérdida de la cobertura forestal está ligada a los supuestos de la teoría del equilibrio y una de sus derivaciones, la relación especie-área. Resulta importante reconocer que la formulación del SIGAP está fuertemente influida por esta teoría, así como sus estrategias de remediación, tales como los corredores biológicos.

Al considerar nuevamente las especies cinegéticas antes citadas (todas ellas de amplia distribución, según los patrones antes revisados para aves y mamíferos de Guatemala), resulta que todas ellas parecen no ser raras en las selvas peteneras, las cuales también son las que menos se han reducido (Figura 13). Si especies como éstas fueran vistas como prioridades para la conservación por algún criterio, esto parecería lograrse al mantener la cobertura sólo de la Reserva de la Biósfera Maya en Petén.

Si bien es cierto que en general esta tasa de deforestación sobre las selvas húmedas tropicales es la causa principal de la extinción, hay que aceptar que el problema es más complejo si se reconocen subdivisiones o variantes de esta cobertura, derivadas de la alta heterogeneidad topográfica, microclimática y de gradientes ambientales de diferentes escalas. Estas variables generan tasas de recambio de las especies, y producen diferentes rangos de distribución que van desde las de mayor amplitud hasta las extremadamente restringidas dentro de estas mismas selvas húmedas tropicales. Las diferentes clasificaciones en áreas faunísticas, y la presente clasificación en unidades biogeográficas (Figura 1), se basan y en parte capturan esta heterogeneidad del entorno físico. En otras palabras, la vulnerabilidad de la fauna (y diversidad biológica en general) radica no solamente en la reducción del área de cobertura, sino también en la modificación de las relaciones entre hábitats.

Otro factor que de manera indirecta hace vulnerable a la diversidad faunística es lo pobremente documentada que se encuentra y que la atención pública sobre este aspecto utilice como referente la información de algunos taxa, especialmente de vertebrados, e ignore la megadiversidad. La planificación de la conservación resulta en gran medida delineada sobre los grupos menos diversos, con lo cual puede dejar sin cobertura dicha megadiversidad.

Aunque documentar la diversidad de especies es una meta ampliamente compartida por el mundo académico, el propósito se ve limitado y a veces mediatizado por condiciones independientes tales como: si la actual velocidad con la que se acumula información sobre la diversidad de especies se mantiene, y sabiendo la velocidad a la que se pierden actualmente los ecosistemas y que los recursos invertidos en el conocimiento son escasos, no se podría concluir a tiempo la tarea, antes de la extinción de muchas de las especies. Este argumento es especialmente invocado por los organismos internacionales del primer mundo y es su justificación para reducir la inversión en investigación en los países pobres como Guatemala.

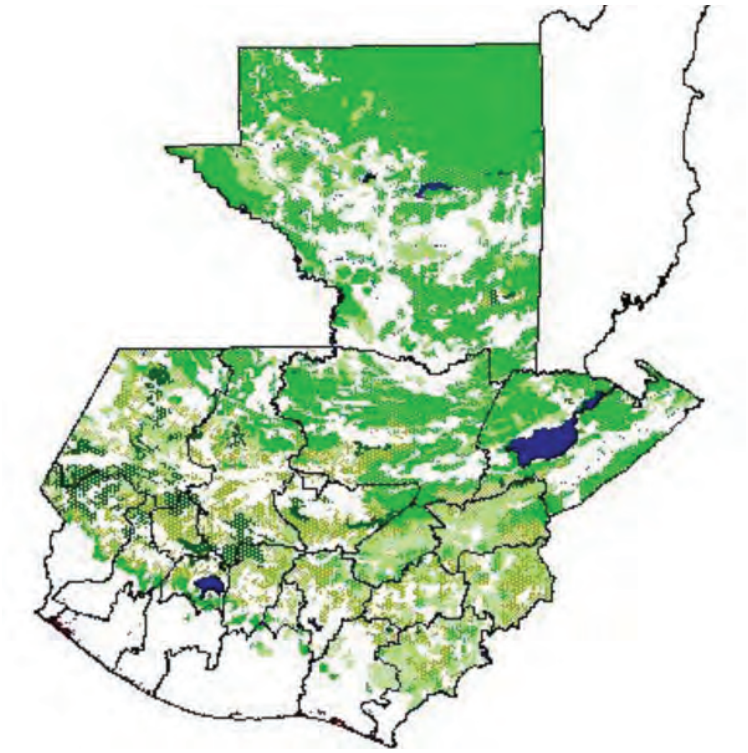


Figura 13. Cobertura arbórea de Guatemala.
Fuente: UVG, INAB, CONAP (2001)

El conocimiento acumulado de la riqueza y distribución de las especies está fuertemente sesgado hacia algunos taxa, debido en parte a las inclinaciones o intereses particulares de los investigadores, la perspectiva de las agencias estatales, el interés público o el enfoque utilitario que representan algunos taxa.

En la búsqueda de soluciones a estos impedimentos para documentar la diversidad de especies, algunas entidades han planteado estrategias para estimular y acelerar las investigaciones. Algunos de estos planes combinan beneficios con la exploración de la biodiversidad, con lo que han conseguido mejores recursos económicos y humanos. Sin embargo, algunas de estas propuestas, estimuladas por la posibilidad del descubrimiento de sustancias activas, nuevos cultivos y otros bienes, hablan de períodos de 50 años para alcanzar los inventarios de las especies a nivel mundial.

Alternativamente se ha propuesto el análisis de la diversidad biológica a través del estudio de algunos taxa, con el propósito de analizar los patrones de su distribución y su relación con procesos históricos. Grupos considerados en este capítulo, como escarabajos de diferentes familias y géneros, algunos grupos de mariposas diurnas, como los Heliconiinae, y los anfibios, han sido útiles al revelar sus patrones de distribución y sus relaciones con eventos y procesos históricos.

Se destacan en este análisis los patrones de las selvas lluviosas cálidas y los de los denominados bosques nubosos o patrones de selvas medias y altas siempre verdes, tanto de tierras bajas como de montaña (Figura 2). El primero se distribuye sobre dos arcos húmedos relativamente continuos: el primero se presenta sobre el pie de monte de la sierra de Chamá (Cuchumatanes en parte), sierra de Santa Cruz, sierra de las Minas y Montañas

del Mico; el segundo corresponde a la parte central y oeste de la cadena volcánica. Como ya se mencionó, la altura máxima puede llegar en algunas regiones, como sierra de las Minas, a los 1,500 msnm.

El patrón de bosques nubosos forma generalmente un sistema de archipiélagos sobre los mismos sistemas orográficos antes mencionados y además sobre la sierra del Merendón.

En términos de conservación, se debe destacar que muchas especies que presentan este patrón de distribución deben considerarse en estado crítico, dado que ambos patrones, el de las selvas lluviosas cálidas y el de los bosques nubosos, se encuentran muy fragmentados y degradados.

Además de la vulnerabilidad de las especies por la reducción del hábitat, que puede reflejarse en cambios en los ensambles de especies, y reducción de la riqueza y diversidad en general, hay también condiciones que operan a una escala aun más fina, y es la relacionada con las poblaciones de las especies y con la vulnerabilidad a la extinción. Tres categorías de las especies definen al menos esta condición de vulnerabilidad: la rareza, las especies longevas y las especies dependientes de especies clave (Groom, 2006).

Generalmente se emplea el término especie rara para destacar aquellas especies que no son frecuentes de encontrar, aunque dicha afirmación pocas veces está fundamentada en el conocimiento del rango geográfico, especificidad del hábitat, disponibilidad del hábitat o en el estado de la abundancia de las poblaciones, factores todos que podrían provocar que una especie mereciera el calificativo de rara.

La rareza especialmente es fácilmente vinculable a la pérdida de hábitat si ésta limita la abundancia poblacional. En este caso se afirma que la abundancia en parte es explicada por el rango ecológico de la especie; por lo que de una manera simplista podría argumentarse que el tamaño del patrón del rango ecológico nos da idea de cuán grandes son las poblaciones, debido a la disponibilidad de hábitat.

No obstante la abundancia, como atributo de la población, varía de especie a especie y opera a una escala fina, donde interactúan los componentes de la estructura de la población: densidad, espaciamiento entre individuos, proporciones de edades y variabilidad genética. Muchas de estas interacciones suceden en la escala de ecología del paisaje, donde el tamaño de parches de hábitat, el efecto de borde, distancia entre parches de hábitat, regímenes de impactos, historia de perturbaciones, incluyendo las generadas por el hombre, afectan dicha estructura de población.

Frecuentemente, la mayoría de estudios de poblaciones están limitados a estimar la densidad, en parte porque es el más fácil y menos costoso de los aspectos estructurales antes citados. La rareza de las especies es intuitivamente asumida como grado de vulnerabilidad; sin embargo, este criterio resulta muy impreciso si no se especifica el factor que genera tal rareza. Además, es necesario establecer un marco de referencia para comparar y definir el grado de rareza.

Groom (2006) propone siete tipos de rareza originados por la combinación de tres variables, cada una con dos niveles:

- Rango geográfico, amplio y pequeño
- Especificidad del hábitat, amplio y restringido
- Tamaño de la población, pequeña y grande

Éstos generan ocho combinaciones, de las cuales la que corresponde a rango geográfico amplio, hábitat amplio y población abundante, puede ser considerada relativamente común. En el otro extremo se tienen las especies geográficamente restringidas, restringidas en su tipo de hábitat y tamaño poblacional pequeño. Desafortunadamente, analizar la condición de una especie bajo esta óptica requiere de cierta profundidad de información sobre la biología y distribución, la cual en muchos casos no se encuentra disponible.

Sin embargo, presentamos algunos ejemplos de su aplicación. Considérese la serpiente *Ninia sebae*, que frecuentemente se encuentra en las regiones templadas de Guatemala, tales como el valle de la ciudad, lo que corresponde a vegetación de encinares y pinares (región amarilla de la Figura 2). Si se hace una comparación con otras especies de reptiles del país, como el lagarto escorpión *Heloderma horridum*, se puede afirmar que el rango geográfico de esta serpiente es amplio y su hábitat es relativamente poco específico. Sus poblaciones, si bien no pueden considerarse abundantes, son relativamente fáciles de localizar. *N. sebae* no debería tratarse como especie rara, sino como común.

En esta misma escala de comparación *H. horridum* presenta un rango geográfico muy reducido, y tanto éste como su hábitat están restringidos a la vegetación caducifolia baja con xerófitos (matorrales espinosos y afines), específicamente los localizados en el valle del río Motagua, al oeste de la falla del mismo nombre. Sus poblaciones se pueden considerar muy reducidas. Por estas razones esta especie es rara y especialmente vulnerable a extinción.

La mariposa *Anetia thirza* (Lepidoptera, Danainae) habita únicamente en los bosques nubosos (patrón en rojo, selvas medias siempre verdes de tierras templadas, Figura 2). Localmente es relativamente abundante. Si se considera el grado de disyunción de sus poblaciones en América Central Nuclear, debería tratarse localmente como de rango geográfico restringido. Por estas razones debe considerarse como rara.

Las consecuencias de este enfoque (vulnerabilidad de las especies a la extinción por su rareza) para la conservación resultan muy atractivas. Evitar la fragmentación y reducción del hábitat, a partir del mantenimiento del tipo de cobertura, podría proponerse como hipótesis para especies raras del tipo de *A. thirza*. Sin embargo, para el escorpión, *H. horridum*, quizás deban tenerse consideraciones adicionales, como el tipo de estructura de población y la variabilidad genética.

En todo caso, como antes se dijo, para la mayoría de especies, sobre todo de invertebrados, la información es escasa. Por ello, una consideración general sobre el grado de vulnerabilidad, que aún podría ser útil, es observar el tipo de patrón de distribución (incluso el potencial).

El presente modelo de la vegetación como elemento físico del hábitat podría ser útil para considerar criterios de vulnerabilidad. Si se compara la cobertura arbórea (Figura 13) con el esquema que muestra los patrones generalizados y potenciales de la cobertura (Figura 2), el cual está basado en el sistema de Miranda (1974) y aplicado para la vegetación de la península de Yucatán, se puede notar que la pérdida de la cobertura boscosa ha sido selectiva y particularmente severa en la costa sur, donde prácticamente ha sido sustituida por agroecosistemas.

Las áreas mejor conservadas corresponden a las selvas subperennifolias (subdeciduas) medias y bajas de Petén. La vegetación alta y media perennifolia (selvas siempre verdes, selvas lluviosas cálidas verdaderas) de ambos arcos húmedos, tanto del noroeste como del

suroeste, se encuentran muy fragmentadas. En cuanto a las unidades biogeográficas, sólo las unidades III y V están relativamente conservadas porque mantienen un buen porcentaje de su cobertura y de su continuidad (Figura 14).

El análisis de la diversidad de los taxa de fauna presentados en este capítulo proporciona evidencia de patrones de riqueza mayores, y altas tasas de recambio y endemismo relacionadas con los patrones de cobertura, de selvas medias y altas siempre verdes de tierras bajas y templadas, tanto en el norte como en el sur. Una condición similar ocurre con las zonas semiáridas del país, las cuales están relacionadas con la falla del Polochic-Motagua de este a oeste. Cuando se observa que estos tipos de cobertura se encuentran entre los más fragmentados y reducidos del país, se puede afirmar que mucha de la diversidad faunística relacionada con estos patrones es vulnerable a su reducción y extinción.

6. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA FAUNA DE GUATEMALA

La amplitud del concepto de biodiversidad cae en muchos casos en vaguedad, especialmente para una audiencia amplia, que asume con frecuencia los asuntos públicos, como la administración de la fracción de la biodiversidad que es reconocida como *recursos naturales*, misma que se llega a considerar como sinónimo de biodiversidad. O, al menos, resulta una aproximación práctica o más bien pragmática que permite tomar consideraciones de manejo, que aunque no son generalmente sujetas a evaluación, sí son comprensibles y lógicas para muchos sectores no académicos. Así, el asunto de la vulnerabilidad de la biodiversidad o de las especies a la extinción, como ya se mencionó, es frecuentemente enfocado hacia las especies "útiles" que, por lo tanto, son consideradas como importantes. A pesar de que la aplicación de las consideraciones teóricas sobre la vulnerabilidad de las especies a la extinción, como rareza o dependencia a especies clave y demanda de cierta información básica (como distribución, abundancia y detalles de la biología de las especies en cuestión), todo ello sólo es conocido para una fracción de la fauna (Raid, 1997; Mittermeier *et al.*, 1999).

Quizás por lo anterior, la fauna considerada útil e importante ha generado, hasta cierto punto, un sesgo en la definición de los criterios que dan sustento a las medidas de conservación en Guatemala. Estas medidas tienen una base política, cuyos principales enunciados los encontramos en la Constitución Política de la República y últimamente en los Acuerdos de Paz, en los cuales casi siempre se hace referencia a recursos naturales y no a diversidad biológica o biodiversidad. Aquí se considera siempre la fauna útil o la importante como sinónimo de recurso natural; así también la base legal y finalmente las aplicaciones de todo ello en términos de estrategias se limitan a considerar los recursos naturales. El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas es por tanto una de tales aplicaciones.

Otras consideraciones de manejo se derivan de los convenios internacionales, de los cuales Guatemala es signatario, dentro de los cuales destaca el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Este último establece su norma a partir de tres índices, los cuales parten del conocimiento del grado de vulnerabilidad o peligro de las especies a la extinción; además, el comercio de las mismas las puede afectar o no. Adicionalmente Guatemala, a través del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), ha desarrollado un Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE) como medida para proteger las especies amenazadas o en peligro. Dicho listado se elabora a partir de criterios definidos localmente por el CONAP y también establece índices o

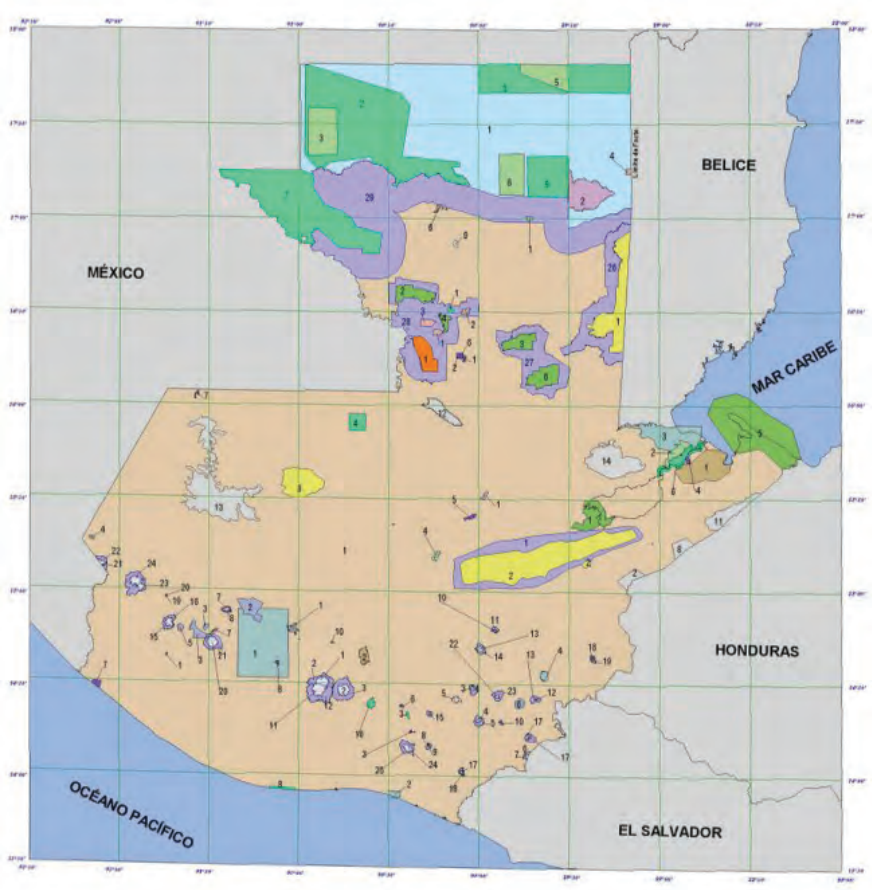


Figura 14. Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Fuente: CONAP (2005)

categorías con sus definiciones. Se han hecho las equivalencias para los índices CITES y otras categorías internacionales. Las listas han sido desarrolladas por expertos nacionales y por supuesto cubren un número mayor que las especies CITES para Guatemala. Están incluidas en el LEAE especies de peces, anfibios, reptiles, aves, mamíferos, arañas, coleópteros y mariposas. Aunque la lista parece extensa, incluye sólo una brevísima parte de la biodiversidad que podría ser considerada vulnerable o en peligro de extinción. En el Cuadro 1 se muestra la riqueza de mamíferos de Guatemala y cuántas especies corresponden a categorías CITES y Listado de Especies Amenazadas de Extinción (lista roja) (Figura 15).

El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP (Figura 14) es de todas las estrategias derivadas de la política y legislación guatemaltecas en materia de biodiversidad, la más tangible porque se refiere a superficies terrestres delimitadas que contienen biodiversidad.

Se espera que las áreas silvestres protegidas, junto con los corredores o interconexiones, los huertos familiares y los campos de agricultores con tecnología tradicional sean los medios que favorezcan la conservación *in situ* de la biodiversidad (Azurdia, 2004; CONAP, 2005a).

Las áreas protegidas que integran legalmente el SIGAP, incluyendo sus áreas de amortiguamiento, cubren una extensión de 3,357,470.26 hectáreas, lo que equivale a un 30.83% del territorio nacional, algo que



Figura 15. En la base de la flecha se encuentra un recuadro de la eco-región Lachuá, área que incluye el parche principal, el Parque Nacional Laguna de Lachuá (verde) y los parches principales alrededor (diferentes colores) (Fuente: proyecto 15-2006 FODECYT). Fotografía de jaguar (*Panthera onca*) a la izquierda, cazado en esta localidad. Crédito: Escuela de Biología USAC (2005)

a primera vista podría parecer una cobertura considerable (CONAP, 2005). Sin embargo, y siguiendo el análisis sobre la distribución de la diversidad faunística y en general de toda la biodiversidad, surge una pregunta clave acerca del rol del SIGAP en la conservación:

Si los actuales patrones de la biodiversidad son el resultado de los hechos y procesos históricos de diferentes escalas espaciales y temporales, incluidos los procesos económicos, ¿es posible la captura de dichos procesos por medio de la creación de áreas protegidas?

La revisión presentada en este capítulo sobre los patrones de riqueza y diversidad beta evidencian que están relacionados en varios casos con gradientes climáticos y su dinámica, que a su vez se relacionan con la geomorfología y la historia geológica. La extensión de los ecosistemas cubiertos por las áreas protegidas no parece tener relación con los patrones de biodiversidad. Consideraciones similares aplican para las áreas de endemismo. De manera que una estrategia basada en muestras de ecosistemas (que además no son permanentes en el largo plazo) no justificaría la propuesta de extensión de cada área protegida ni la toma de decisiones acerca de cuánto se conserva de cada ecosistema.

Sin embargo, si consideramos que casi el 82% de la tierra protegida está ubicada en Petén e Izabal (2,766,900 ha), esto parece desproporcionado, ya que principalmente se está cubriendo un tipo actual de cobertura (figuras 2 y 14). Nótese que este tipo de ecosistemas presenta en muchos casos los patrones de amplia distribución de las especies, y en otros, valores relativamente bajos de riqueza y endemismo (CONAP, 2005).

Nuevas estrategias a escala de ecología del paisaje, como los conceptos de manejo de cuencas o el ordenamiento territorial, ofrecen la oportunidad de integrar las áreas dentro

de estos sistemas ecológicos y probar nuevos modelos que integren diversos actores y actividades económicas. Este es el caso de la Región de Conservación Sarstún-Motagua, RECOSMO, y uno de sus últimos proyectos denominados JADE.

De cualquier forma todo modelo debe ser sujeto de prueba, lo cual demanda más investigación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Muchos factores deberían ser considerados para desarrollar una Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica, de la cual se desprenda un enfoque que favorezca el fortalecimiento de áreas protegidas, incluyendo niveles de apoyo político y público necesarios. Sin embargo, todas las estrategias deberían estar fundamentadas en principios científicos, incluyendo una mejor comprensión de las fuerzas físicas y biológicas que crean y sostienen la diversidad biológica.

La importancia de la biogeografía en este sentido es crear este enfoque, esta síntesis necesaria, cuya expresión en último caso se ve reflejada en los patrones de diversidad propuestos (Savage, 1996; Raven y Axelrod, 1975; Halffter, 1976; Wake y Lynch, 1983; Stehli y Webb 1985a). La alta diversidad biológica en Centroamérica puede ser entendida a partir de su rol histórico de puente entre el Neotrópico y el Neártico, que antes fuera el primer puente Laurasia-Gondwana a través de las Proto-Antillas. Sus cambios climáticos históricos y geomorfológicos han determinado su distintiva biota con una alta tasa de recambio (alta diversidad beta).

Pese a estas consideraciones, los biólogos de la conservación, manejadores de recursos y políticos ofrecen poca consideración a la incorporación de estos aspectos en sus planificaciones. El resultado de ello es que Guatemala ha enfocado la mayor parte de sus esfuerzos de conservación en una sola área, la Reserva de la Biósfera Maya, con hábitats muy extensos y económicamente menos deseables, ofreciendo muy poca atención y protección a regiones de gran importancia biológica. Regiones o hábitats que han sido esenciales en el origen y desarrollo de los actuales patrones de diversidad biológica son generalmente ignorados.

La historia evolutiva debe ser una consideración crítica en el desarrollo de las estrategias de conservación y mantenimiento de la diversidad biológica. Áreas históricamente importantes en la evolución de las especies pueden ser claves para mantener la diversidad biológica por dos razones:

a. Soportan altos niveles de endemismo y riqueza de especies, que podrían renovar empobrecidos escenarios del futuro.

b. Han funcionado como refugios históricos en condiciones adversas de clima y podrían funcionar así nuevamente durante los siguientes cambios climáticos.

Las colecciones científicas de flora y fauna, museos y centros de documentación sobre diversidad biológica deben ser apoyados en el país para que cumplan su función de mantener un sistema de información y de referencia de la biodiversidad, base fundamental de la investigación y análisis de la información existente.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, M. (2006). Anfibios y reptiles de Guatemala: una breve síntesis con bibliografía. En: CANO E. B. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 674 p.

2. AZURDIA, C. (2004). Priorización de la diversidad biológica de Guatemala, en riesgo potencial, por la introducción y manipulación de organismos vivos modificados. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala, 108 p.

3. CAMPBELL, J. A. and VANNINI, J. P. (1989). Distribution of anfibians and reptiles in Guatemala and Belize. Western Foundation of Vertebrate Zoologie 4: p. 1-21.

4. CEBALLOS, G. y OLIVA, G. (2005). Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. México, 986 p.

5. CECON, PROBIOMA, ONCA-CCTP. (2005). Avances del tema de cacería en Guatemala: diagnóstico. Guatemala, 142 p.

6. CONAP. (2005). Sistema guatemalteco de áreas protegidas.

7. _____(2005a). Situación actual de la conservación *in situ* de la biodiversidad en Guatemala. Informe de Diagnóstico. Guatemala, 92 p.

8. EISERMANN, K. y AVENDAÑO, C. (2006). Diversidad de Aves en Guatemala, con una lista bibliográfica. En: CANO E. B. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 674 p.

9. GROOM, M. J. (2006). Treats to Biodiversity. En: GROOM, M. J.; MEFFE, G. K. and CARROLL, C. R. (Eds.). Principles of Conservation Biology. U.S.A, 779 p.

10. GÜNTHER, A. (1885-1902). Reptilia and Batrachia. En: GODMAN, F. D. and SALVIN, O. (Eds.). Biología Centrali-Americana (76 láminas). London, 326 p.

11. HALFFTER, G. (1976). Distribución de los insectos en la zona de transición mexicana: relaciones con la entomofauna de Norteamérica. Folia Entomológica Mexicana 35: p.1-64.

12. HALFFTER, G. y MORENO, C. (2005). Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. En: HALFFTER, G.; SOBERÓN, J.; KOLEFF, P. y MELIÁ, A. (Eds.). Monografías Tercer Milenio, V. IV. Zaragoza, 242 p.

13. HOWELL, S. N. G. and WEBB, S. (1995). A Guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, New York.

14. MCCARTHY, T. J. and PÉREZ, S. (2006). Land and freshwater Mammals of Guatemala: Faunal Documentation and Diversity. En: CANO E. B. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 674 p.

15. MÉNDEZ, C. (1998). Programa de Monitoreo: Unidad de Manejo Laguna del Tigre. Los estudios base para su establecimiento. Conservación Internacional (Informe no publicado). Guatemala. 64 p.

16. MIRANDA, F. (1974). Vegetación de la Península Yucatán. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

17. MITTERMEIER, R.; MYERS, N.; ROBLES, P. y GOETTSCH, C. (1999). Biodiverdidad amenazada. CEMEX. México, D.F. 430 p.

18. MONZÓN, J. (2006). El género *Chrysina* Kirby (Coleoptera: Scarabaeidae) en Guatemala. En: CANO E. B. (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 674 p.

19. RAID, F. (1997). A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. University Press. Oxford, New York, 334 p.

20. RAVEN, P.H. and AXELROD, D.I. (1975). History of the flora and fauna of Latin America. American Scientist 63: 420-429 p.

21. RICKLEFS, R. and MILLER, G.L. (1999). Ecology. W. H. Freeman and Company. New York, 822 p.

22. SAVAGE, J.M. (1966). The origins and history of the Central American *herpetofauna*. *Copeia* 4: 719-766 p.

23. SCHUSTER, J.C. (1992). Biotic areas and the distribution of passalid beetles (Coleoptera) in northern Central America: post-pleistocene montane refuges. En: Biogeography of Mesoamerica. Tulane Studies in zoology and botany, Supplementary Publications. P. 285-292.

24. STEHLI, F.G. and WEBB, S.D. (1985). A Kaleidoscope of plates, faunal and floral dispersal, and sea level changes. En: STEHLI F. G. y WEBB S. D. (Eds.). The great American biotic interchange. Plenum Press. New York, p. 3-16.

25. STUART, L. C. (1942). Una descripción preliminar de las provincias bióticas de Guatemala, fundadas sobre la distribución del género *Salamandrino* (sic). Anales. Sociedad de Geografía e Historia de Guatemala. Guatemala 18(I): p. 29-38.

26. UVG, INAB, CONAP. (2001). Dinámica de la cobertura forestal de la República de Guatemala. 1991/1993-2002.

27. VILLA, J.; WILSON, D. and JOHNSON, J. (1998). Midle American Herpetology: a Bibliografic Checklist. University of Missouri Press. Columbia, 131 p.

28. WAKE, D.B. and LINCH, J.F. (1983). Evolutionary relationship among Central American salamanders of the Bolitoglossa franklini group, with a descriptions of a new species from Guatemala. Herpetológica 38: p. 257-272.

Diversidad florística de Guatemala



Mario Esteban Véliz Pérez*

RESUMEN

La diversidad florística de Guatemala cuenta actualmente con 321 familias, 2,478 géneros y 10,317 especies (incluyendo algas, líquenes, hongos y hepáticas), de las cuales se conocen 20 especies de algas, 376 de hongos, 168 de líquenes, 195 de hepáticas, 782 de helechos, 527 de musgos, 58 de coníferas, 2,352 de monocotiledóneas y 5,839 de dicotiledóneas. De toda esta diversidad, 823 especies presentan algún tipo de endemismo y 538 se restringen a Guatemala. Las regiones con mayor incidencia de endemismo son la sierra de las Minas, la sierra de los Cuchumatanes, la montaña de Xalapán, el cerro San Gil-sierra Santa Cruz, el Trifinio, el Arco Húmedo Norte que comprende desde Izabal hasta Huehuetenango, el pie de monte volcánico y la zonas semiáridas que incluyen el monte espinoso y áreas aledañas.

Se cuenta con un registro de 595 especies exóticas, de las cuales 408 son empleadas como ornamentales, 132 como alimento o materias primas y 55 son escapadas-invasoras. Los esfuerzos por conservar y manejar esta gran diversidad han originado la creación de áreas bajo diversas categorías de protección y que conforman el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Otro esfuerzo es la existencia de el Listado de Especies Amenazadas de Extinción que incluye 825 especies (8% de la diversidad descrita).

Palabras clave: *diversidad florística, algas, hongos, líquenes, musgos, hepáticas, helechos, coníferas, dicotiledóneas, monocotiledóneas, Guatemala*.

SUMMARY

Floral diversity in Guatemala currently has 321 families, 2,478 genus and 10,317 species (including algae, lichen, mushrooms and hepatic plants), from which 20 algae species, 376 mushrooms species, 168 lichens species, 195 hepatic species, 782 fern species, 527 moss species, 58 coniferous species, 2,352 monocotyledon species and 5,839 dicotyledon species are known. From all this diversity, 823 species represent some type of endemism and 538 are restricted to Guatemala. The areas with higher incidence of endemism are Las Minas mountain range, Los Cuchumatanes mountain range, the Xalapán mountain, San Gil Hill-Santa Cruz mountain range, the Trifinio, the Arco Húmedo Norte that comes from Izabal to Huehuetenango, the volcano foot, and semiarid zones that include the prickly mount and neighboring areas.

There is a registry of 595 exotic species, from which 408 are used as ornaments, 132 as food or raw material, and 55 are escaped-invaders. The efforts for keeping and managing this great diversity have caused the creation of areas under several categories of protection and that are part of the Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP [Guatemalan Protected Areas System]. Another effort is the existence of the Endangered of Extinction Species List that includes 825 species (8% of the above described diversity.)

Key words: *floral diversity, algae, mushrooms, lichen, moss, hepatic plants, ferns, conifer, dicotyledon, monocotyledon, Guatemala*.

* Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

UWAQ UQ'AT WUJ JALAJOJ UREXAL UWACH ULEW

CH'UTI'SANEM

Ri jalajoj urexal uwach ulew rech Paxil Kayala', e k'o oxk'al jun winaq jun (321) rachalal, 2,478 uwach ija', 10,317 wachib'alil (e k'o rachap xpeq, líquenes, ikox, xuquje' hepáticas) chike eta'mam kiwach jun winaq rachaq xpeq, 376 uwach ikox, 168 uwach ri líquenes, 195 uwach ri hepáticas, 782 uwach ch'ib', 527 uwach q'ux, 58 uwach chaj rachi'l k'isis, 2,352 uwach che' xa jun ub'aq', 5,839 uwach che keb' ub'aq. Chike e k'o 823 uwach e poq'inaq uloq pa kulewal, 538 ma nimarisan ta kiwach pa rulewal Paxil Kayala'. Ri rulewal jawi qus e poq'inaq uloq are sierra re Minas, sierra re Cuchumatanes, Ri K'ache'laj re Xalapán, Juyub San Gil-sierra Santa Cruz, Ri Trifinio, Ri Arco Húmedo Norte, kujeq uloq ub'e chila' Izabal ke'kisik k'a Xinab'ajul, k'a puwi ri nimaq taq juyub' xkanul, ri poqlaq taq ulew xuquje' rulewal k'o taq chuchi'.

Jun tzuno'jchak xuq'alajisaj 595 uwach k'axlan taq q'ayes, chike e'tikom che ukotz'ijal ja, 132 ke'tijowik, xuquje' e kojom che kunub'al, 55 kixutim kij. Ri uya'ik uchuq'ab uloq'oq'exik uwach ronojel wa jun nimalaj jalajoj uwach k'aslemalil, xuya' ub'e uchakuxik uwach jun choltaqanem rech Paxil Kayala' ub'i: (RULEWAL CHAJINEM) Áreas Protegidas (SIGAP). Jun chak chik b'anom are yakom kib'i ronojel q'ayes tajin kasach kiwach e k'o lo 825 uwach (jun wajxaqib' uwach chike ronojel e tz'ib'an kib'i).

UCHOLAJ TZIJ: *Jalajoj urexal uwach ulew, rachaq xpeq - ikox –- líquenes, q'ux, hepáticas, ch'ib', chaj-k'isis, keb' uwach ub'aq', jun uwach ub'aq', Paxil Kayala'.*

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo pretende darle al lector una idea general de la riqueza y diversidad florística de especies, hábitos, tipos de vegetación y regiones de alto endemismo de Guatemala, un país importante dentro del istmo centroamericano, tanto por su historia geológica como por su biogeografía.

La revisión de publicaciones y la consulta a expertos, colecciones y curadores de herbario y bases de datos han permitido establecer la existencia de 321 familias de plantas —incluyendo líquenes y hongos—, 2,478 géneros botánicos y 10,364 especies, de las cuales 823 presentan algún tipo de endemismo y 538 son endémicas y están distribuidas únicamente en Guatemala. También se conocen ocho regiones de endemismos: cerro San Gil-sierra Santa Cruz en Izabal, el Arco Húmedo Norte (incluye el norte de Izabal, Alta Verapaz, Quiché y Huehuetenango), la sierra de los Cuchumatanes (Huehuetenango), la depresión central de Chiapas que ingresa a Huehuetenango, el pie de monte volcánico, la montaña de Xalapán (Jalapa), el monte espinoso (El Progreso, Zacapa y Chiquimula) y el Trifinio (Chiquimula).

El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) incluye 224 áreas protegidas y cubre el 32% del país. La mayor cobertura del SIGAP se encuentra en los departamentos de Petén e Izabal, pero también tiene otras áreas de menor superficie en el resto del país. Éstas contribuyen a la conservación relativa de la biodiversidad y a la protección del patrimonio cultural, escénico, recreativo; además, para la educación ambiental (Secaira y Castro, 1999; CONAP, 2005).

El estudio de la diversidad florística de Guatemala aún se encuentra en una etapa poco desarrollada. Para algunos grupos, como hongos, líquenes, hepáticas, algas y musgos, es necesario desarrollar estudios de taxonomía, ecología y distribución, ya que existen pocos registros en los herbarios nacionales. Por lo tanto, la conservación de este recurso se complica, puesto que no se puede conservar y manejar lo que no se conoce.

2. MARCO REFERENCIAL

Guatemala forma parte de uno de los ocho centros de biodiversidad y origen de plantas cultivadas a nivel mundial (Vavilov, 1951; Vásquez y Véliz, 1999). Debido a la complejidad de las formaciones vegetales, los ensambles de especies y su riqueza, ha sido escenario de múltiples expediciones que paulatinamente han aportado al conocimiento de esta biodiversidad.

La primera expedición la realizó la Real Expedición Botánica a Nueva España, dirigida por Martín de Sessé y José Mociño entre 1787 y 1803.

Durante su viaje hacia el Reino de Guatemala —que actualmente comprende Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y el estado mexicano de Chiapas—, Sessé y Mociño colectaron ejemplares de *Cactus tetragonus* (= *Acanthocereus tetragonus*), *Cactus ficus-indica (Opuntia ficus-indica)*, *Cactus parasiticus* (*C. parasiticus Lamarck*) *(Rhipsalis cassytha mociniana* DC. = *R. baccifera)* y *Cactus matiari (C. fimbriatus* Mociño & Sessé = *Pereskia lychnidiflora)*.

Más adelante, durante el siglo XIX, muchos naturalistas colectaron plantas en Guatemala. Con frecuencia estas expediciones exploraban la flora con fines comerciales e industriales. Entre ellos, se encuentran George Ure Skinners (1831-1866), Julios von Warscewicz (1834-1839), Jean Jules Linden (1838-1840), Kart Theodor Hartweg (1839), Herman Wendland (1857-1873), Osbert Salvin & F. Ducan Godman (1857-1874), Gustav Bernoulli & Richard Cairo (1864-1878), Padre Heyde & Ernesto Lux (1880), Hans von

Tüerckheim (1885-1901), John Donnell Smith (1889-1906), Eduardo & Cecilie Seler (1895-1897). Skinners colectó orquídeas y las envió al botánico inglés John Bateman. Esta asociación permitió la descripción de más de 100 nuevas especies, entre ellas, la flor nacional de Guatemala, *Lycaste skinneri var. Alba (Batem. ex Lindl.) Lindl* (Knapp & Davidse, 2006; Dix & Dix, 2000).

Para mediados del siglo XX, el Field Museum of Natural History organizó y ejecutó una de las primeras descripciones modernas de la flora en Latinoamérica, documentada por extensas colecciones de herbario (Knapp & Davidse, 2006). Entre éstas, se encuentran las de Bartram (1949) con *Mosses of Guatemala,* Ames & Correll (1952) con *Orchids of Guatemala,* Standley & Steyermark (1947-1977) con *Flora of Guatemala* y Stolze (1976, 1981, 1983) con *Ferns and ferns allies of Guatemala*.

En la actualidad, el proyecto *Flora Mesoamericana* se plantea el reto de comprender la diversidad florística de Guatemala como importante centro de riqueza de especies y endemismos tanto a nivel mesoamericano como a escala mundial (Knapp & Davidse, 2006).

3. DIVERSIDAD FLORÍSTICA

Debido a su gran variación altitudinal (0 - 4,211 msnm), su historia geológica, fisiografía y biogeografía, Guatemala es uno de los países más complejos de Centroamérica. Todo ello originó las condiciones para que muchas especies coincidieran en tiempo y espacio y dieran origen a una alta complejidad en el ensamble de especies de distintas formaciones vegetales.

Obras clásicas, como *Flora of Guatemala* (1947-1977), *Orchids of Guatemala* (1952), *Mosses of Guatemala* (1949) y *Ferns and ferns allies* (1976-1983), han documentado la existencia de 8,174 especies, 290 variedades, 10 formas y 2 híbridos (Vásquez y Véliz, 1999). En el Cuadro 1, puede observarse que la mayor diversidad está conformada por plantas con flores, con 6,463 especies, 210 variedades y 10 formas. Por el contrario, solamente se reportan 28 especies de coníferas, y más de 500 especies conforman a los musgos y helechos.

La información del Cuadro 1 se ha manejado por más de 20 años; sin embargo, al realizar una revisión exhaustiva de publicaciones de nuevas especies, nuevos registros

Cuadro 1. Diversidad florística descrita en *Flora of Guatemala, Orchids of Guatemala, Mosses of Guatemala* y *Ferns and ferns allies of Guatemala*

No.	Grupo	Especies	Variedades	Híbridos
1	Musgos	519		
2	Orquídeas	527	25	
3	Helechos	637	55	2
4	Coníferas	28		
5	Plantas con flores	6,463	210	10
	TOTALES	8,175	290	12

Fuente: Vásquez y Véliz (1999)

Cuadro 2. Las 20 familias de plantas más numerosas de Guatemala

Familias	Especies	Géneros	Endémicas
Orchidaceae	796	138	200
Asteraceae	655	169	56
Poaceae	534	143	39
Fabaceae	347	67	8
Rubiaceae	308	72	32
Euphorbiaceae	222	36	23
Cyperaceae	214	21	10
Solanaceae	180	26	18
Piperaceae	165	2	56
Melastomataceae	159	27	12
Mimosaceae	153	12	88
Acanthaceae	140	36	0
Bromeliaceae	156	15	27
Pteridaceae	123	24	2
Lamiaceae	110	23	10
Myrtaceae	102	10	7
Caesalpiniaceae	100	16	1
Scrophulariaceae	97	37	13
Asclepiadaceae	96	14	12
Arecaceae	94	27	16

Fuente: Elaboración propia (2007)

permiten establecer otras cifras de diversidad florística.

Las familias más diversas y abundantes en el país (Cuadro 2) son las orquídeas (Orchidaceae) con 796 especies; las compuestas (Asteraceae) con 655; las gramíneas (Poaceae) con 534; la familia de los frijoles (Fabaceae) con 347 especies y la familia del café (Rubiaceae) con 308 especies. Estas familias son aquéllas que tienen presencia en las diversas comunidades vegetales del país. En el Cuadro 3 se presentan los 20 géneros más diversos y documentados en Guatemala, que concentran 1,204 especies (11.67% de la diversidad florística), de las cuales el 47.17% son dicotiledóneas, el 38.53% monocotiledóneas y el 14.28% helechos. Los cordoncillos (*Piper*, Piperaceae) son el género más diverso con 90 especies, seguido por los gallitos del género *Tillandsia* (Bromeliaceae) con 88 especies, el género *Peperomias* (Piperaceae) con 76 especies, las orquídeas del género *Epidendrum* (Orchidaceae) con 69 especies y el género al que pertenece la papa, *Solanum* (Solanaceae), con 66 especies.

La riqueza florística de Guatemala documentada en el presente artículo permite comparar y ubicar al país entre las tres floras mesoamericanas más diversas (Figura 1). Se espera que esta información sirva para comprender cuán complejo y variado es este territorio, ampliamente vinculado con Chiapas en origen geológico y biogeográfico.

Los grupos taxonómicos mayores (monocotiledóneas y dicotiledóneas) son los más diversos en Guatemala, con 8,191 especies (Figura 2), y representan el 79.39% de toda la diversidad. A pesar del esfuerzo dedicado a estos grupos, aparecen nuevas especies y registros a medida que se incrementa la investigación. Por otro lado, grupos florísticos como algas, hongos y líquenes son prometedores en cuanto a nuevos aportes para la ciencia, debido a los pocos estudios que sobre ellos existen. En este sentido, se deben realizar esfuerzos para profundizar en su documen-

Cuadro 3. Los 20 géneros más diversos de la Flora de Guatemala

No.	Géneros	Especies	Grupo
1	*Piper* (Piperaceae)	90	Magnoliopsida
2	*Tillandsia* (Bromeliaceae)	88	Liliopsida
3	*Peperomia* (Piperaceae)	76	Magnoliopsida
4	*Epidendrum* (Orchidaceae)	69	Liliopsida
5	*Solanum* (Solanaceae)	66	Magnoliopsida
6	*Asplenium* (Aspleniaceae)	65	Pteridophyta
7	*Thelypteris* (Thelypteridaceae)	65	Pteridophyta
8	*Ipomoea* (Convolvulaceae)	62	Magnoliopsida
9	*Lepanthes* (Orchidaceae)	62	Liliopsida
10	*Eugenia* (Myrtaceae)	62	Magnoliopsida
11	*Miconia* (Melastomataceae)	61	Magnoliopsida
12	*Pleurothallis* (Orchidaceae)	61	Liliopsida
13	*Psychotria* (Rubiaceae)	57	Magnoliopsida
14	*Paspalum* (Poaceae)	55	Liliopsida
15	*Salvia* (Lamiaceae)	50	Magnoliopsida
16	*Cyperus* (Cyperaceae)	47	Liliopsida
17	*Desmodium* (Fabaceae)	44	Magnoliopsida
18	*Encyclia* (Orchidaceae)	42	Liliopsida
19	*Polypodium* (Polypodiaceae)	42	Pteridophyta
20	*Panicum* (Poaceae)	40	Liliopsida
	TOTAL	1204	

Fuente: Elaboración propia (2007)

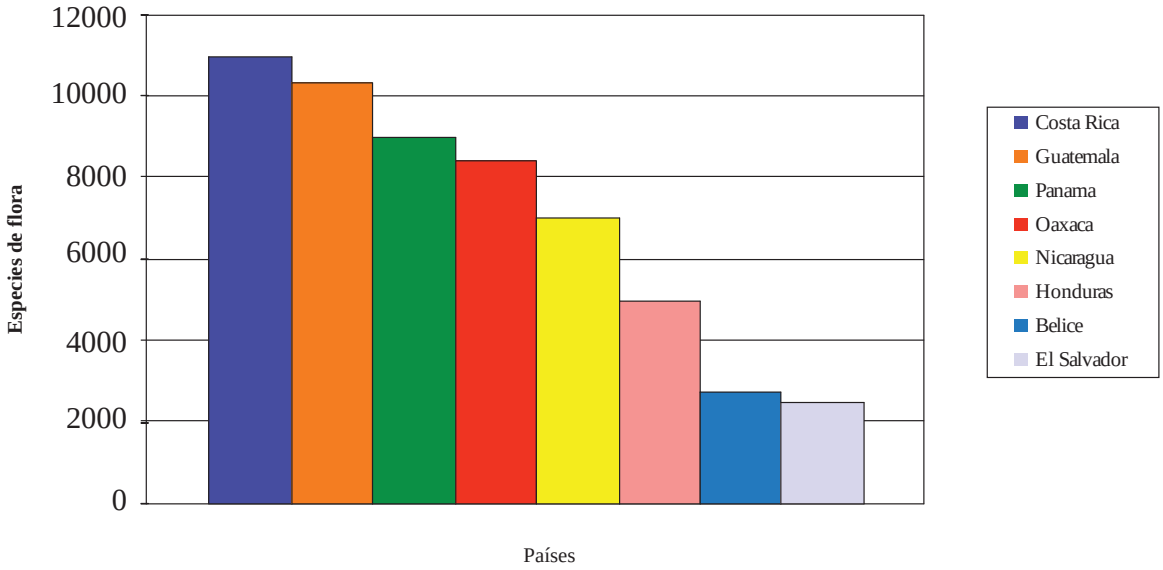


Figura 1. Diversidad florística conocida para Centroamérica y Oaxaca, México
Fuente: CCAD, 1998; A. García, *et al*. (2004)

tación e incorporación al conocimiento de la flora nacional. En la actualidad, este grupo contabiliza 564 especies, equivalente al 5.46% del total del país. Los helechos y musgos (11.91%) son un grupo más conocido y mejor documentado en los herbarios. Algunas publicaciones, como *Flora Mesoamericana*, volumen I (Sousa, Davidse y Knapp, 1995) y *Guide of the Bryophytes of Tropical América* (Gradstein, Churchill y Salazar, 2001), son herramientas importantes para apoyar su conocimiento. Las coníferas, un grupo de plantas con mucha importancia económica y ecológica, se encuentran bien documentadas, pero sobresale la presencia de casi un 50% de especies exóticas empleadas como ornamento y en plantaciones forestales. Las hepáticas son un grupo de plantas poco conocido, por lo que su estudio ofrece buenas expectativas para documentar su diversidad, distribución, nuevas especies y registros.

3.1. Algas

La palabra alga proviene del latín, y su forma *algae* es el plural. Se trata de la denominación general de todos los talófitos dotados de pigmento fotosintético. Dentro de los grandes grupos, la diversidad morfológica es muy grande. Hay formas ameboides, flageladas, celulares, filamentosas y aun más complejas, que dejan de ordenarse en series paralelas, presumiblemente filogenéticas, empezando por organismos flagelados muy simples, y siguiendo por el camino de un aumento en la complejidad del aparato vegetativo (Font Quer, 1985).

El grupo de plantas acuáticas, conformado por las algas verdes (Chlorophyta), cafés (Phaeophyta) y rojas (Rhodophyta), se encuentra pobremente documentado en las colecciones de los herbarios de Guatemala.

Se estableció que cuenta con 10 familias, 14 géneros y 20 especies registradas y no más de 20 especímenes. Según Codeiro *et al*. (1992), a partir de los estudios taxonómicos desarrollados por diferentes autores en América Latina, se reconocen cinco regiones biogeográficas: mar Caribe, Atlántico norte, Atlántico sur, Pacífico sur y Pacífico nor-

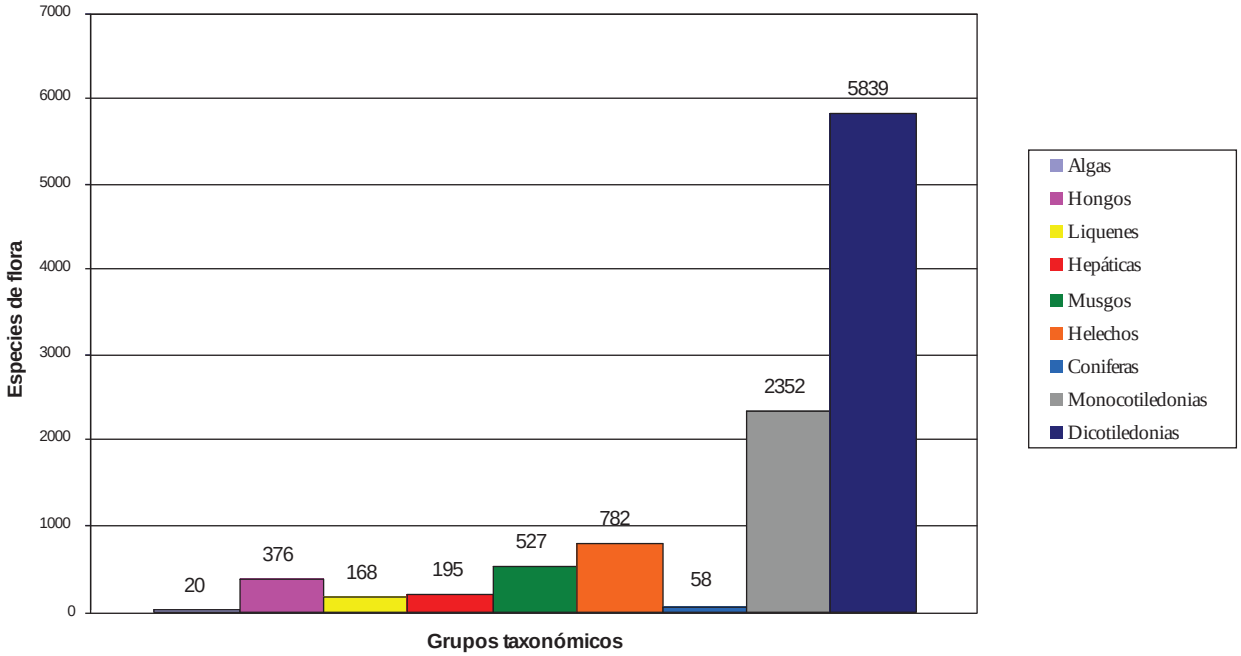


Figura 2. Diversidad conocida de los distintos grupos que integran la Flora de Guatemala. 10,317 spp.
Fuente: Elaboración propia

te. Para el Caribe, se han documentado 109 especies de algas presentes en manglares, las cuales son de las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, lo cual contrasta con las 62 especies reportadas para el Pacífico sur, 21 especies para el Atlántico norte y 10 especies para el Pacifico norte.

3.2. Líquenes

Los líquenes resultan de la unión entre un hongo (ascomicetes y basidiomicetes) con algas clorofíceas o cianofíceas. Esta unión puede ser a veces parasitaria por parte del hongo y otras resulta de una simbiosis entre los organismos. El talo formado a expensas de esta asociación es en raros casos homómero y entonces de consistencia cartilaginosa o gelatinosa, y ostenta una estructura irregular de sus elementos fúngicos y alginos. Por el contrario, la mayoría de veces se presentan heterómeros, con disposición del alga (gonidios) en un estrato central, situado entre las capas corticales y la medular (Font Quer, 1985). Por su forma de crecimiento, se reconocen cuatro tipos de líquenes: foliosos, fruticosos, crustosos y escamosos (Hale, 1969) (Figura 3).

Los líquenes foliosos son planos y postrados, con la superficie superior diferente a la superficie inferior. Los fruticosos constan de ramas simples o divididas, que son aplanadas o redondas, pero con ligeras diferencias en sus superficies superior e inferior; las rizinas están ausentes y los cilios son extremadamente raros. El talo en los líquenes escamosos está formado por estructuras pequeñas y separadas, parecidas a lóbulos, que tienen en la superficie superior del córtex un juego algal y una médula, pero que está ausente en el córtex inferior y en las rizinas. En los verdaderos líquenes crustosos, es imposible remover los talos de la corteza de los árboles o las rocas sin destruirlo. Por supuesto, también pueden tener un talo grueso, pero el margen no es lobulado y ocasionalmente se decolora en el sustrato hasta volverse indistinguible (Hale,

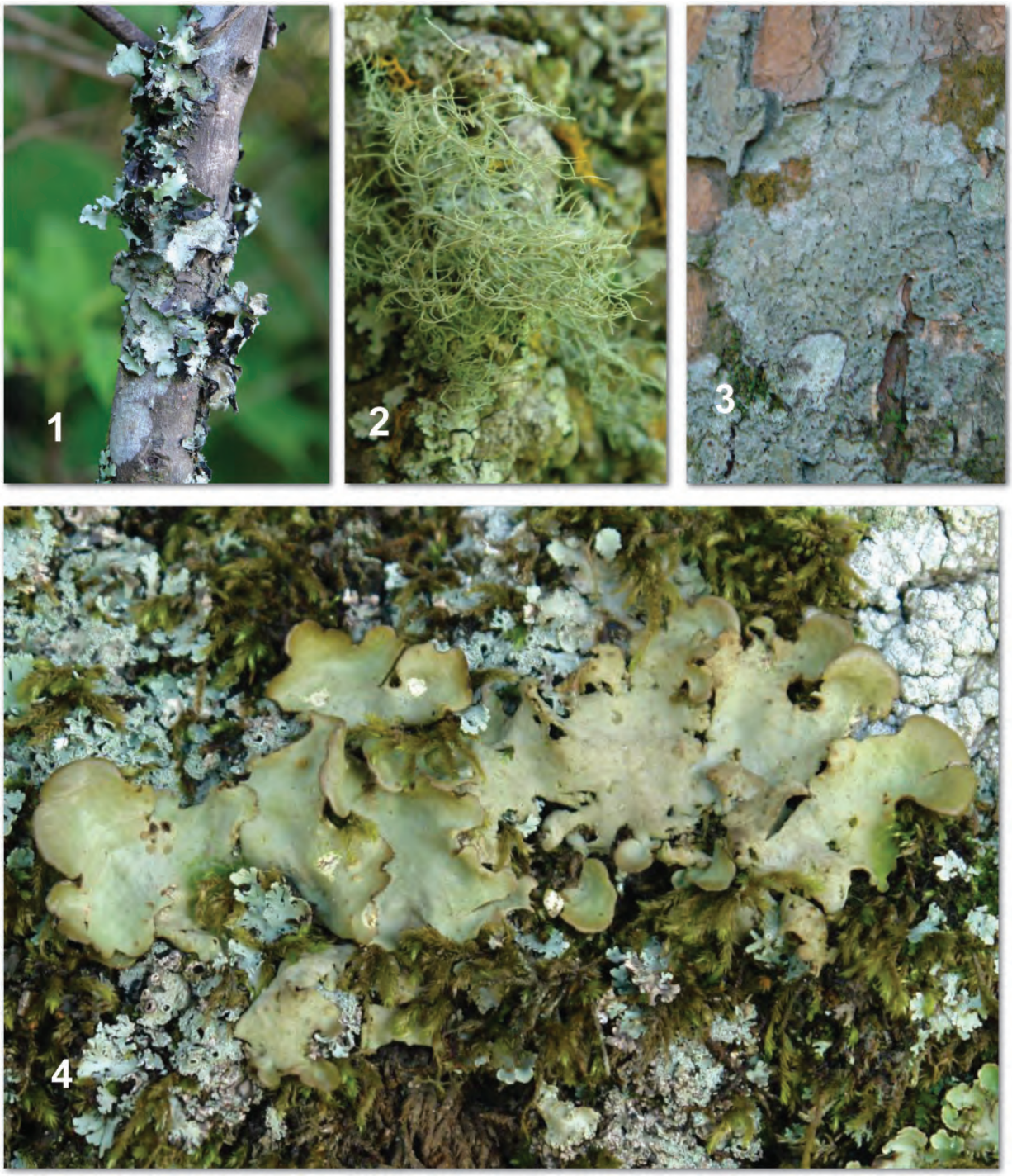


Figura 3. Ejemplos de líquenes presentes en Guatemala. 1. y 2. Liquen folioso; 3. Liquen fruticoso (*Usnea* sp.) 4. Liquen crustoso en corteza de árbol. Crédito: Véliz, M.

1969). De los líquenes se obtienen productos especiales, como la resorcina, el ácido liquénico, esencias aromáticas, etcétera. Algunas especies se utilizan en la alimentación humana: el maná *(Lecanora esculenta)*, que se distribuye desde Crimea hasta la estepa de los Kirguises y el norte del Sahara (Font Quer, 1985); *Gyrophora esculenta* (el iwatake de los japoneses) es frecuentemente consumida en Japón; y *Cladonia rangiferina*, líquen de los renos, presente en las regiones árticas y subárticas, es la base alimenticia de estos animales y también del hombre circumpolar, lo que permitió la colonización de esta zona del planeta (Font Quer, 1985).

Los esfuerzos por estudiar estos organismos en Guatemala son mínimos. Se conoce el estudio preliminar de los líquenes folícolos (epífitos en hojas de plantas) de Guatemala realizado por Barillas & Lûcking (1992) y Cifuentes (1994). Gracias a ello, se cuenta con un registro de 50 géneros y 168 especies, y con esto se han incorporado dos nuevas especies para la ciencia: *Trichothelium daryi* (Barillas & Lûcking) *y Fehlhanera santessonii* (Barillas & Lûcking).

El grupo de líquenes folícolos es muy frecuente, pero pasa desapercibido por su forma costrosa, de colores blanco, grisáceo y marrón en diversos tonos y combinaciones, incrustado en árboles y rocas. Se encuentra poco documentado; sin embargo, Taylor Sultan[1] indica que la diversidad de este grupo podría superar las 1,000 especies para Guatemala.

3.3. Hongos

Los hongos (del latín *fungus*) son organismos heterótrofos, saprofitos (se nutren de organismos muertos) o parásitos, cuyas células carecen de cloroplastos y sus membranas pueden ser celulósicas o tener micosina. Se originan de esporas y pueden tener reproducción asexual y sexual (Font Quer, 1985). Los hongos desempeñan una función importante en el equilibrio de la naturaleza en muchos aspectos. Por ejemplo, los hongos simbióticos son indispensables para el buen desarrollo de muchas plantas, que no prosperarían sin su asociación en forma de micorrizas. Los saprofitos utilizan sustancias orgánicas inertes, muchas de ellas en descomposición, que pueden ser reservas de otros organismos, productos de excreción y secreción o restos animales o vegetales. Otros hongos son parásitos que se desarrollan en otros organismos vivos (Guzmán 1998; Herrera y Ulloa, 1990).

Este grupo ha sido poco estudiado y documentado en Guatemala. Para conocerlo mejor, se consultó a los investigadores de la Micoteca del Departamento de Microbiología de la Escuela de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, curadores y especialistas de los macrohongos de Guatemala. Se obtuvo información actualizada sobre este grupo, ya que se tiene en imprenta la lista anotada de los hongos de Guatemala. Adicionalmente, Quezada y López (2006) hacen una revisión de los macrohongos de la ecorregión Lachuá. Se tiene un registro de 143 géneros y 376 especies. Los géneros son diversos: *Polyborus* con 23 especies, *Amanita* con 19, *Russula* con 12, *Laccaria* y *Boletus* con 9 cada uno y *Tremella* con 8 especies. En la Figura 4, se muestra un mosaico fotográfico que manifiesta la heterogeneidad y belleza de estos organismos.

Los estudios recientes en macrohongos de Guatemala han aportado tres nuevas especies para la ciencia: *Morchella guatemalensis* (Guzmán, Torres & Logeman), *Boletus guatemalensis* (Flores & Simonini) y *Boletus luteoloincrustans* (Flores y Simonini, 2000).

Otro de los aspectos importantes de los hongos es su uso como alimento por las diversas etnias de Guatemala. Bran *et al.* (2001,

2002 y 2003) documentaron un total de 70 especies de hongos comestibles en Guatemala, de los cuales 21 constituyeron nuevos registros para el país.

Algunos hongos comestibles se encuentran restringidos a la alta montaña de Guatemala, como el caso de *Boletus edulis, Clitocybe clavipes, Morchella elata, Lactarius salmonicolor, Noelentinus ponderosus y N. lepideus.* Otros, como *Amanita rubescens, Cantharellus cibarius, Lactarius deliciosus e Hydnum repandum,* presentan una más amplia distribución. En climas cálidos con frecuencia suele encontrarse *Pleurotus djamor, Pseudofistulina radicata, Hydnopolyporus fimbriatus, Schizophyllum commune, Auricularia delicada, A. fuscosuccinea y A. corne*. El complejo formado por *Amanita casaerea*, aún no plenamente determinado, cuenta en Guatemala con probablemente cinco o seis especies, algunas de las cuales son *Amanita hemibapha, A. calyptrata, A. tuza, A. tecomate y A. tullosii*; todas éstas conocidas con el nombre de hongo de San Juan y utilizadas ampliamente en la alimentación humana.

3.4. Hepáticas

Las hepáticas y antocerotes son plantas no vasculares, frecuentes en las regiones húmedas del neotrópico. Existen en todos los ambientes, excepto en los marinos, y algunos taxa están total o parcialmente sumergidos en riachuelos, ríos y áreas periódicamente inundadas (Figura 5). Se caracterizan por tener, por lo general, dos o tres hileras de hojas, aunque pueden estar ausentes; presencia de cuerpos de aceite u oleocuerpos (únicos en todo el reino vegetal) en todas o al menos algunas de las células de los gametofitos (Freire, 2006). Otras características son la simetría dorsiventral o aplanada del gametofito; la producción de ácido lunulárico; el desarrollo del esporófito, que se completa cuando aún está inmerso en tejidos gametofíticos; el alargamiento de la seta, que se presenta después de producirse el proceso de esporogénesis; la presencia de esporofitos simples, cápsula sin columela y peristoma u opérculos; y la producción de aláteres unicelulares con ornamentaciones en sus paredes que ayudan en la dispersión de esporas y en todas, o al menos algunas, de las células de los gametofitos (Gradstein, Churchill & Salazar, 2001; Freire, 2006).

Se considera que en América tropical existen aproximadamente 188 géneros y 1,350 especies de hepáticas. Los principales colectores del siglo XX para Guatemala fueron P. C. Standley, J. A. Steyermark, A. J. Sharp y H. Tüerckheimii (Freire, 2006).

El conocimiento de este grupo aún es muy pobre en Guatemala. Los estudios más recientes, (Freire, Ramírez y Pérez, 2004; Pérez 2006 y Ramírez, 2007) aportan actualmente 69 géneros y 245 especies.

Los géneros más diversos para este grupo en Guatemala son *Plagiochia* con 35 especies, *Radula* con 13, *Bazzania* y *Drepanolejeunea* con 12 especies respectivamente, y *Frullania* y *Lejeunea* con 10 especies cada una (Freire, 2006; Pérez 2006 y Ramírez, 2007).

3.5 Musgos

Los musgos, como la mayoría de briofitas, son plantas principalmente de lugares húmedos, aunque hay grupos que se han adaptado a condiciones con déficit de agua por períodos prolongados. Todos son foliosos y su cuerpo vegetativo crece a partir de una sola célula apical. Poseen hojas, generalmente arregladas radialmente sobre el tallo, que en general son enteras; los tallos pueden ser erectos, postrados, rastreros o pendulosos. Las ramificaciones pueden ser simpodiales o monopodiales. El gametofito puede producir un tipo de gametangio (femenino o masculino) y pueden ser dioicos o monoicos. La maduración de las esporas está sincronizada

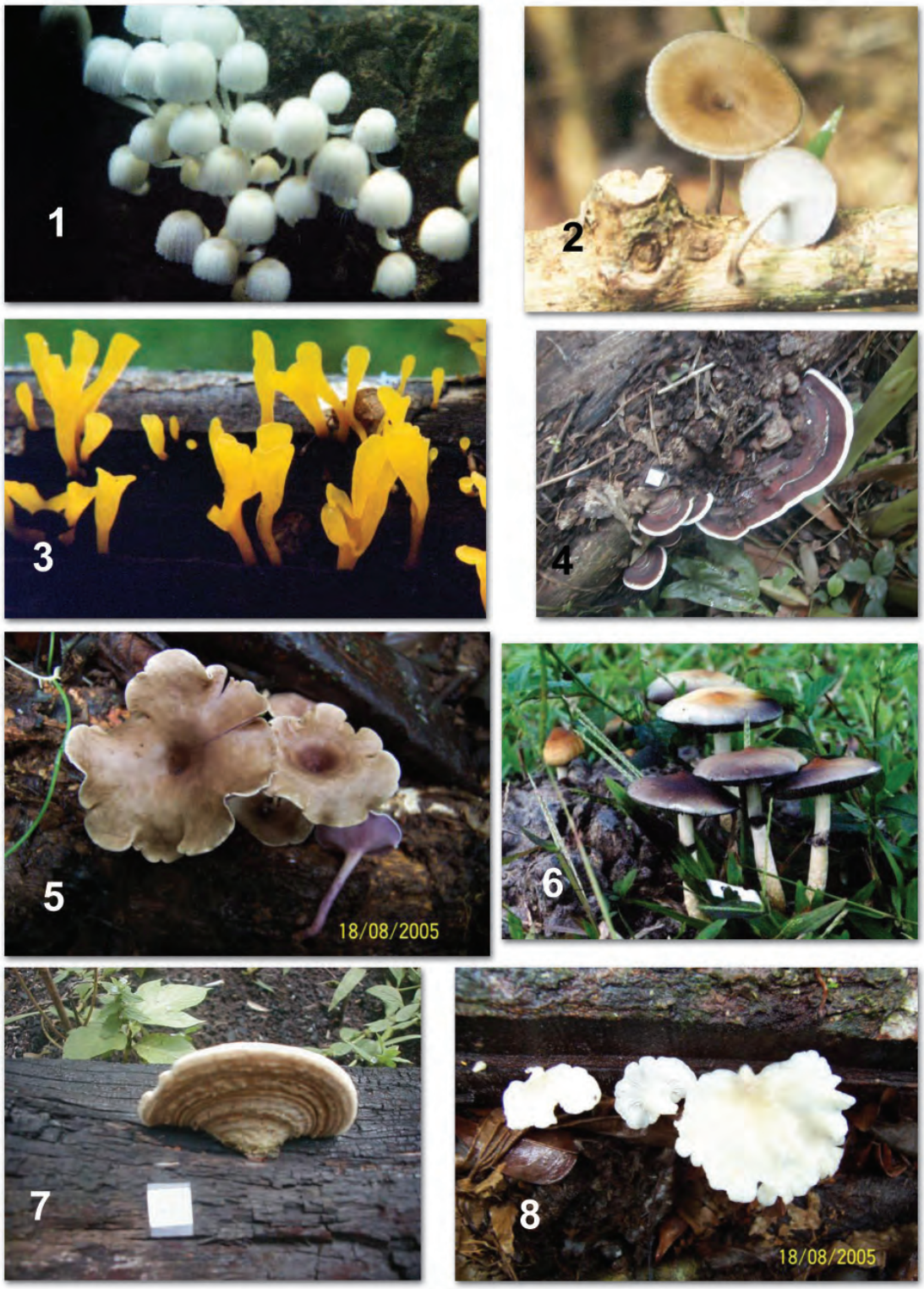


Figura 4. Ejemplos de macrohongos de la ecorregión Lachúa, Cobán, Alta Verapaz. 1. *Coprinuss dissimatus*, 2. *Polyborus tricholoma*, 3. *Dacryophanix spathularia*, 4. *Earliella scabrosa*, 5. *Trogia cantharelioides*, 6. *Psilocybe cubensis*, 7. *Coriolopsis byrcina*, 8. *Polyborus tenuiculus*.
Crédito: Quezada, M. y López, R.

después de la elongación de la seta firme y pigmentada. Ésta porta en el ápice una cápsula redonda o cilíndrica, que usualmente se abre por un opérculo, con columela y estomas, a menudo con peristoma (Salazar, De Gracia & Chung, 2006).

En América tropical, se conocen 400 géneros y 2,600 especies (Gradstein, Churchill y Salazar, 2001). Guatemala cuenta con una de las briofloras mejor conocidas de Centroamérica, aunque es importante indicar que las colecciones se encuentran depositados en herbarios fuera del país (Salazar, De Gracia & Chung, 2006).

El primer compendio de musgos de la región fue publicado por Bartram (1949). En dicha publicación, se describieron 47 familias con 521 especies y tres variedades (Véliz & Carrillo, 1996). En la actualidad, el catálogo de musgos de Guatemala asciende a 66 familias, 237 géneros y 580 especies, y es el tercer país más diverso de Centroamérica, después de Costa Rica y Panamá con 654 y 649 especies respectivamente. Guatemala comparte el 80% de sus especies de musgos con México (Salazar, De Gracia y Chung, 2006).

A nivel departamental, los mejores representados en colecciones son Quetzaltenango con 457 especies, Huehuetenango con 319, Alta Verapaz con 321, San Marcos con 250, Baja Verapaz con 132 y Quiché con 125 especies (Salazar, De Gracia y Chung, 2006). En la Figura 6 se pueden apreciar tres ejemplos de los musgos que están presentes en Guatemala.

En los herbarios nacionales son un grupo poco representado. En ese sentido, es necesario incrementar los esfuerzos para documentar las especies, entrenar personal para realizar estudios florísticos de este grupo y repatriar la información y las imágenes de especímenes depositados fuera de Guatemala.

3.6. Helechos y plantas afines

Las pteridofitas (helechos y plantas afines) son organismos vasculares fáciles de reconocer, ya que carecen de semillas. Este grupo está constituido por plantas que tienen un ciclo biológico de dos generaciones: la sexual o fase gametofítica, generalmente pequeña, no foliosa, sin tejidos especializados y que produce gametos; y la asexual o fase esporofítica, que presenta hojas, ejes y raíces (excepto en *Psilotaceae*). Los frondes u hojas de los helechos son muy variados, de simples a muy complejos. Las esporas son de diversos tamaños y se encuentran en esporangios en el envés del fronde, desde la región medial hasta en posición marginal. Los helechos no poseen crecimiento secundario.

En Guatemala, este grupo taxonómico está bien documentado por Stolze (1976, 1981, 1983), quién publicó *Ferns and ferns allies of Guatemala*. En esta obra, se describen 637 especies, 55 variedades y dos híbridos de helechos. Algunos duplicados de las colecciones se encuentran en el Herbario USCG de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Más recientemente, Sousa, Davidse y Knapp (1995) reportan para Guatemala 31 familias y 780 especies. Este grupo taxonómico está mejor representado en herbarios nacionales que los grupos anteriores.

Los géneros más diversos son *Asplenium* con 65 especies, *Thelypteris* con 64, *Polypodium* con 41, *Selaginella* con 40, *Adiantum* con 30 y *Trichomanes* con 25. Dentro de este grupo, también se encuentran los helechos arborescentes (*Cyathea, Dicksonia, Alsophila y Sphaeropteris*). Estas especies, típicas de bosques nubosos y selvas húmedas, están incluidas dentro del Apéndice II de CITES y posiblemente sean las especies de helechos con mayores amenazas por la presión humana, ya que de ellas se obtienen fibras para la preparación de artesanías, la construcción



Figura 5. Ejemplos de hepáticas de Guatemala. 1. Hepática terrestre, de lugares muy húmedos (*Marchantia sp.*). 2. Hepática epífita, creciendo en la corteza de un árbol. Fotografías: Véliz, M. (2007)

y el uso ornamental (Véliz y Vargas, 2006). Otra especie con alta presión humana es la calaguala (*Phlebodium pseudoaureum*), ya que, por sus propiedades químicas, sus rizomas son exportados actualmente. En la Figura 7, se puede observar la heterogeneidad de los helechos y su abundancia en bosques nubosos.

3.7. Coníferas

Las coníferas representan un grupo dominante y conspicuo en los lugares donde habitan, incluyendo Guatemala. La diversidad de las coníferas en el país es de 9 familias, 16 géneros y 58 especies, incluyendo 29 exóticas (Standley y Steyermark, 1947-1977; Phillips, 1978; Zanoni y Adams, 1979; Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997; Véliz, Barrios y Dávila, 2006). Es un grupo importante para la industria de la madera. Debido a su follaje perenne son muy apreciadas en la jardinería.

Los géneros más diversos son *Pinus* con 17 especies, *Cupressus, Juniperus y Zamia* con cinco especies cada uno, y *Araucaria y Podocarpus* con cuatro especies cada uno. Los diez géneros restantes, *Abies, Agathis, Chamaecyparis, Cryptomeria, Cunninghamia, Dioon, Ginkgo, Sequoia, Taiwania, Taxodium y Taxus*, presentan solamente una especie; de ellas, *Abies, Taxus y Taxodium* son especies nativas para Guatemala. La Figura 8 muestra algunos ejemplos.

Véliz, Barrios & Dávila (2006) indican que, generalmente, este grupo está mejor documentado en herbarios nacionales, con colecciones significativas que brindan una idea sumamente aceptable de su distribución, con excepción de las cuatro especies anteriormente indicadas.

Existen algunas especies, como *Zamia monticola, Podocarpus guatemalensis, Juniperus gamboana y Taxus globosa*, menos frecuentes y con poblaciones aisladas y pequeñas. Por esta razón, existen pocos registros o se carece de ejemplares de especímenes en los herbarios nacionales.

3.8. Plantas con flor: monocotiledóneas y dicotiledóneas

Este grupo taxonómico es el más diverso y frecuente dentro de las comunidades vegetales. Morfológicamente se diferencian de la siguiente manera:

Las dicotiledóneas presentan las siguientes características morfológicas:

- Embrión con dos cotiledones, raíz primaria pivotante, a menudo persistente, y con pequeñas raíces secundarias.
- Su forma de crecimiento puede ser herbácea o leñosa.
- Su polen es básicamente tricolpado.
- Su sistema vascular posee usualmente haces vasculares con cambium presente.
- Las hojas usualmente tienen venación pinnada o palmada, y el pecíolo está comúnmente bien desarrollado.



Figura 6. Ejemplos de musgos de Guatemala. 1. Musgo terrestre de lugares húmedos. 2. Musgo terrestre de áreas húmedas. 3. *Prionodon* sp, musgos epífitos que crecen dentro de los bosques nubosos. Crédito: Véliz, M.

- Diámetro con crecimiento secundario.
- Las flores son tetrámeras o pentámeras (Heywood, 1985).

A su vez, las monocotiledóneas presentan las siguientes características:

- El embrión solamente tiene un cotiledón.
- Las raíces son de corta duración y de tipo fibroso.
- La forma del crecimiento generalmente es herbácea y pocas especies son arborescentes.
- El polen es básicamente monocolpado.
- El sistema vascular posee numerosos haces sin arreglo definido.
- Las hojas usualmente tienen la venación paralela y muy a menudo con vaina en la base.
- Las flores son usualmente trímeras o múltiples de tres (Heywood, 1985).

En el país, las dicotiledóneas están documentadas con 180 familias, 1,395 géneros y 5,839 especies, y son el grupo más grande y complejo (Standley y Steyermark, 1947-1977; Bailey, 1948; Irwin y Braneby, 1982; Gómez y Gómez, 1989; Hernández, 1989; Hodel, 1992; Almeda, 1993; Luther, 1993; Sousa, 1993; Williams, 1994; Macqueen y Hernández, 1996; Mabberley, 1997; Hughes, 1998; Torres, 1999; Véliz, 2000, 2000a, 2007; Linares, 2001, 2003, 2005a, 2006; Sousa, Ricker y Hernández, 2001; Stevens *et al.*, 2001; Lorea, 2002; Wind y Fother, 2002; Barrie, 2005; Arias y Véliz, 2006; Knapp y Davidse, 2006; Martínez, 2006; Oh y Potter, 2006; Seigler y Ebinger, 2006; Stevens y Montiel, 2006). Sus familias más diversas son Asteraceae con 655 especies, Fabaceae con 347, Rubiaceae con 308, Euphorbiaceae con 222 y Solanaceae con 180 especies.

Las monocotiledóneas están representadas en el país con 39 familias, 479 géneros y 2,352 especies; y las familias más diversas son Orchidaceae con 796 especies, Poaceae con 534, Cyperaceae con 214, Bromeliaceae con 156 y Arecaceae con 94 (Standley y Steyermark, 1947-1977; Ames y Correll, 1952; Croat, 1986; Ehlers, 1990; Berrie y Kress, 1991; Sousa, Davidse y Knapp, 1994, 1995; Archila 1999, 2001, 2006; Croat y Vannini, 2006; Dix y Dix, 2000, 2006).

Dentro de las plantas con flor, se encuentran muchas de las especies empleadas por las comunidades humanas en su dieta alimenticia, la medicina, la industria, la construcción, etcétera. Algunos ejemplos importantes de dicotiledóneas usadas en Guatemala son:

El frijol negro (*Phaseolus vulgaris*); los chiles (*Capsicum spp.*); ayotes, chilacayotes, güicoyes, pepitoria y piscuchas (*Cucurbita spp.*); el güisquil (*Sechium edule*); el café (*Coffea spp.*); los cítricos (*Citrus spp*); todos los frutales deciduos (*Prunus spp, Cydonia sp, Pyrus sp, Malus sp.*), cacao (*Theobroma cacao*); melón (*Cucumis melo*); hierba mora o quilete (*Solanum nigrescens, S. americanum*); conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*); matilisguate (*Tabebuia rosea*), paterna, cushín, guamo, cuje, caspirol (*Inga spp*); ceiba (*Ceiba pentandra*); guayacán (*Guaiacum sanctum*); y cabeza de viejo u órgano (*Pilosocereus leucocephalus*). En fin, en Guatemala se encuentra una gran variedad de especies con diversos usos.

Las monocotiledóneas también tienen una importancia muy grande. Sobresalen el maíz (*Zea mays*); el trigo (*Triticum vulgare*); la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); los bananos, guineos, majunches y plátanos (*Musa spp.*); mashán o moshán (*Calathea crotalarifera*); cardamomo (*Elettaria cardamomum*); jengibre (*Zingiber sp*); monja blanca (*Lycaste*



Figura 7. Ejemplos de helechos de Guatemala. 1. *Schaffneria nigripes*. 2. Soros de *Polystichum sp*. 3. *Polystichum speciosissimum*. 4. *Pteris sp*. 5. *Dicksonia selloana*. 6. Vista del bosque nuboso en Biotopo del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz.
Crédito: Véliz, M.

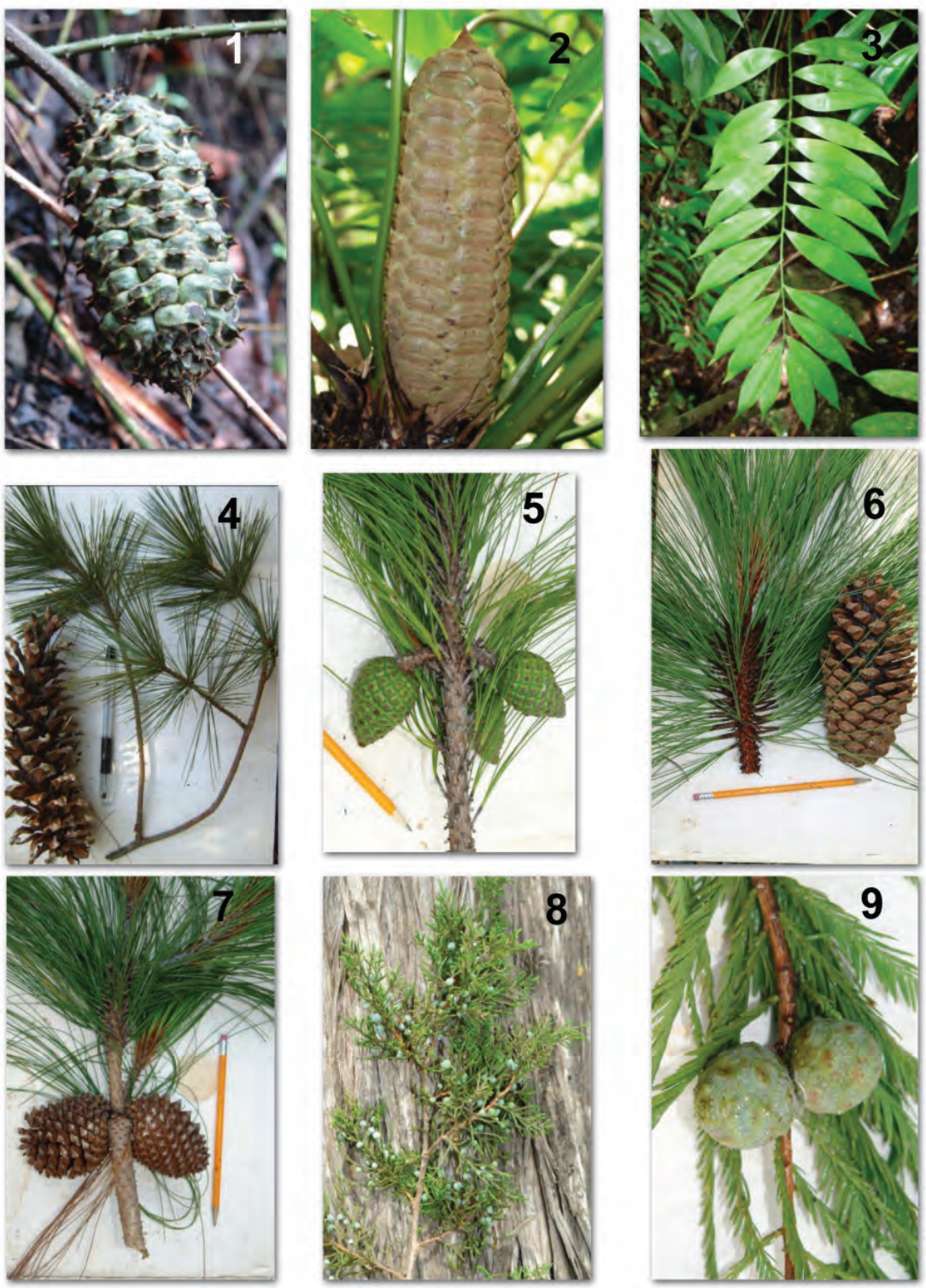


Figura 8. Coníferas de Guatemala. 1. *Ceratozamia robusta*. 2-3. *Zamia tuerchheimii*. 4. *Pinus ayacahuite*. 5. *Pinus oocarpa*. 6. *Pinus devoniana*. 7. *Pinus pseudostrobus*. 8. *Juniperus comitana*. 9. *Taxodium mucronatum*.
Crédito: Véliz, M.

skinneri var. alba) y muchas otras. El mosaico de la Figura 9 presenta una muestra de la diversidad de formas y colores de las plantas de este grupo.

3.9. Hábitos de la vegetación

Al analizar los hábitos de la flora guatemalteca, desde los helechos hasta las plantas con flores (Figura 10), se estableció que el estrato arbóreo (más de 5 m de porte) representa el 14.8% con 1,542 especies. Este número puede elevarse hasta 1,800 especies arbóreas, debido a que algunos descriptores de la flora de Guatemala citan rangos de altura que perfectamente pueden confundir e inducir a interpretar erróneamente algunos árboles como arbustos. Los arbustos cuentan con 1,564 especies (15.15%).



Figura 9. Mosaico de imágenes de especies nativas de Guatemala. 1. *Philodendron sp.*, 2. *Lamphrophragma longifolia*. 3. *Justicia aurea*. 4. *Calathea sp*. 5. *Helenium integrifolium*. 6. *Encyclia onchracea*. 7. *Halenia decumbens*. 8. *Fuchsia splendens*. 9. *Stenocereus pruinosus*. 10. *Mammillaria albilanata*. 11. *Senecio praecox var tzimulensis*. 12. *Jatropha podagrica*.
Crédito: Véliz, M.

Las hierbas son el hábito dominante con 3,580 especies (34.70%) y cubren el paisaje en sabanas, pastizales, praderas subalpinas, áreas disturbadas en donde compiten con los cultivos. Los bejucos o lianas cuentan con 842 especies (8.16%) y son un componente importante dentro de matorrales, sean de consistencia herbácea o leñosa.

El hábito epífito, con 1,205 especies (11.67%), es indicador de la alta diversidad de plantas que viven sobre los árboles (forófito). Son un componente importante en la dinámica de los bosques, pues ayudan a tumbar ramas o árboles con el gran peso que ejercen al acumularse. Se pueden observar en los bosques nubosos. Los grupos más diversos y frecuentes en esta categoría pertenecen a Orchidaceae, Bromeliaceae, helechos, hepáticas y musgos.

Las plantas parásitas alcanzan 67 especies (0.64%). Son un grupo frecuente, especialmente las especies de las familias Viscaceae, Loranthaceae y Cuscutaceae.

Las plantas saprofitas, un grupo muy especializado que no realiza fotosíntesis y que se alimenta exclusivamente de materia orgánica, cuenta solamente con 13 especies (0.126%), y sus familias más relevantes son Gentianaceae y Monotropaceae.

Finalmente, se encuentra el grupo de plantas adaptadas a cuerpos de agua como especies sumergidas, flotantes o zancudas con 99 especies (0.95%). En este grupo son relevantes las familias Nymphaeaceae, Lemnaceae, Salviniaceae, Typhaceae e Hydrocharitaceae, cuyas densas poblaciones pueden llegar a tener un impacto ecológico importante en

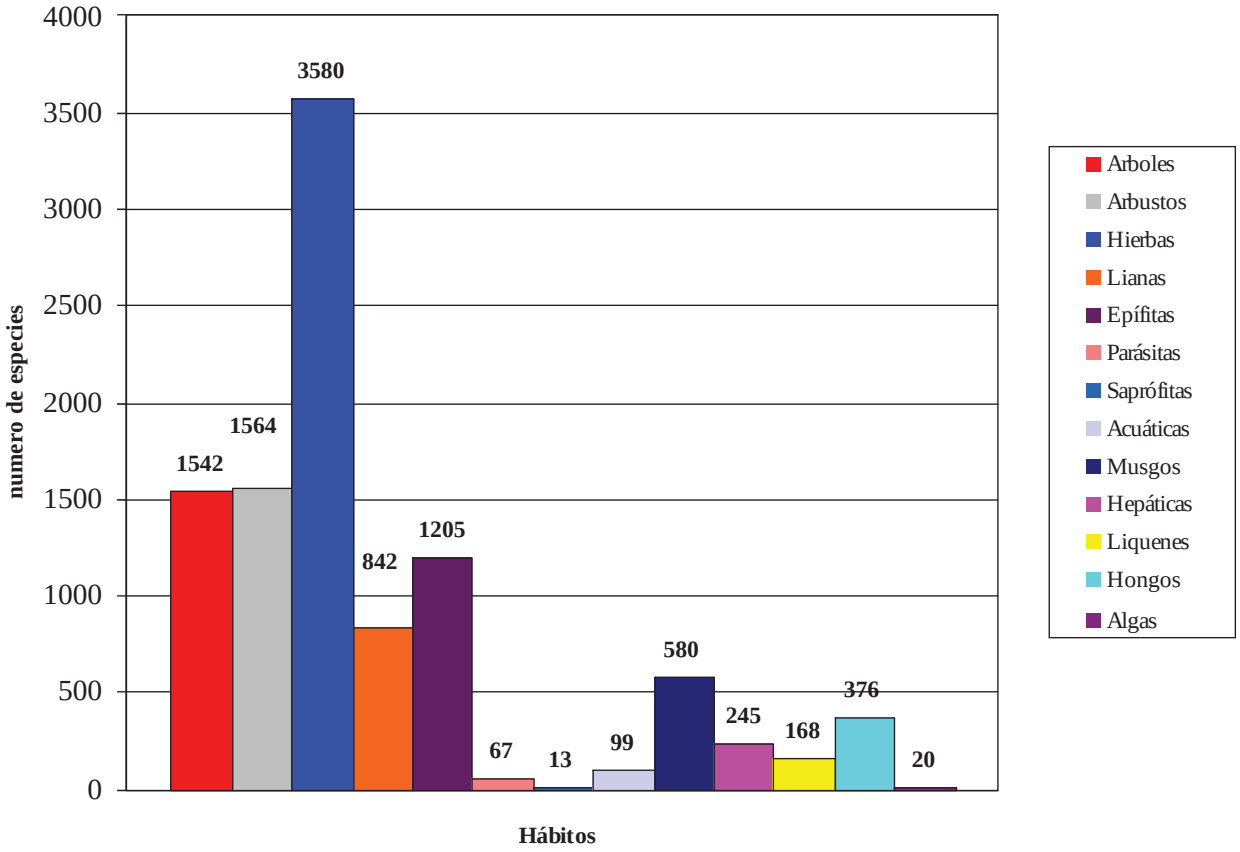


Figura 10. Hábitos de las Flora de Guatemala, 10,317 especies
Fuente: Elaboración propia

los lagos y lagunas, especialmente si se trata de especies exóticas invasoras como *Hydrilla verticillata*.

3.10. Especies exóticas

Al ponderar la diversidad florística de Guatemala es muy importante establecer que una buena porción de las especies registradas no son nativas del país. La mayoría fueron introducidas como especies cultivadas y, posteriormente, algunas se naturalizaron y adaptaron al medio, colonizándolo paulatinamente. Otras ingresaron accidentalmente o son especies que se cultivan en campos, viveros, huertos familiares o jardines de comunidades humanas.

El número de especies exóticas reportadas en el país asciende a 595 especies (5.76%) y posiblemente este número se incremente a medida que se documente la presencia de otras especies. En resumen, se puede indicar que el ingreso de nuevas especies tiene principalmente un origen antropogénico, ya sea con fines de ornamento, agrícolas o industriales. La Figura 11 presenta un mosaico de imágenes de plantas comunes que se observan en jardines y huertos familiares.

De este grupo de exóticas, 116 especies tienen hábito arbóreo (19.49%), 129 son arbustos, 273 son hierbas, 48 lianas, 17 epífitas y 11 acuáticas. De todas ellas, 408 especies (68.57%) son especies empleadas como ornamento (incluyendo coníferas y orquídeas).

Un total de 132 especies exóticas (22.18%) se emplea para producir alimentos o materias primas para la industria, mientras que 55 especies son invasoras. Acerca de este último grupo es urgente tomar medidas ya que, sin enemigos o consumidores naturales, pueden causar daños ecológicos y económicos. Ejemplo de ello es *Hydrilla verticillata*, una especie acuática invasora de lagos poco profundos. Otro ejemplo es *Oeceoclades maculata*, una orquídea de origen brasileño que actualmente ha invadido la Selva Maya y, dado que sus hojas son variegadas, es confundida con *Sansevieria sp*. Un tercer ejemplo es el de *Calotropis procera*, un arbusto que ha invadido las selvas bajas caducifolias de los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula. En la Figura 12 se comparan los hábitos de las distintas especies exóticas presentes en Guatemala, mientras que en la Figura 13 se presentan los principales usos que tienen estas especies introducidas. Es importante hacer notar que el uso ornamental supera en mucho a las especies empleadas como alimento.

4. COLECCIONES DE HERBARIO

El conocimiento de la riqueza florística de Guatemala se incrementó con la publicación de *Flora of Guatemala* (Standley & Steyermark, 1977) y con el desarrollo de herbarios. Actualmente se cuenta con cuatro herbarios nacionales, registrados en el *Index Herbariorum del New York Botanical Garden*[2]. Ellos son:

Herbario AGUAT, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue fundado en 1979, cuenta con cerca de 10,000 especímenes y tiene colecciones históricas de Paul Standley, Julian Steyermark y Ulises Rojas.

Herbario BIGU, de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue fundado en 1982, cuenta con 40,278 especímenes y 8,700 especies, y no tiene colecciones históricas, ya que es el herbario más reciente de Guatemala.

Herbario USCG, ubicado en el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Está ubicado en la zona 10 de la ciudad de



Figura 11. Algunas especies exóticas frecuentes en Guatemala. 1. *Philodendron bipinatifidum*. 2. *Tibouchina urvilleana*. 3. *Dahlia sp*. 4. *Thunbergia missorensis*. 5. *Cycas revoluta*. 6. *Trimeza martinicensis*. 7. *Zebrina pendula*. 8. *Impatiens sultanii*. 9. *Anthurium andreanum*. 10. *Sedum morganianum*.
Crédito: Véliz, M.

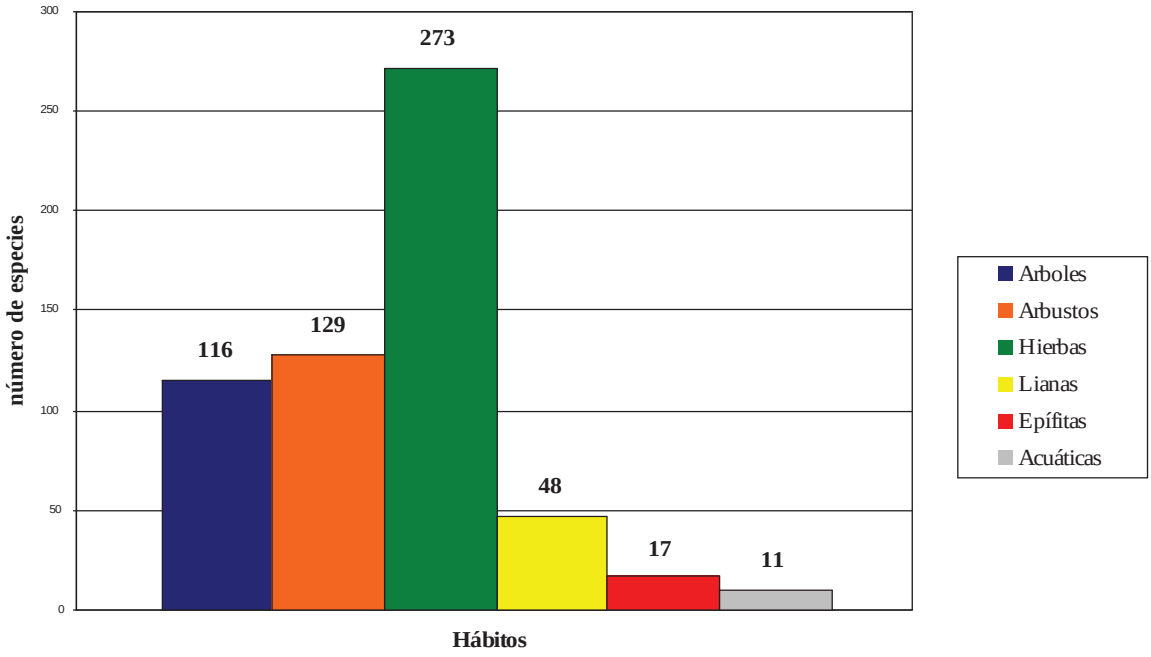


Figura 12. Hábitos de las especies exóticas presentes en Guatemala. 595 especies
Fuente: Elaboración propia

Guatemala y fue fundado en 1922. Es el más antiguo, cuenta con cerca de 25,000 especímenes y tiene colecciones históricas, especialmente de Ulises Rojas y Robert Stolze.

Herbario UVAL, del departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala. Fundando en 1974, cuenta con 25,000 especímenes.

En la Figura 14, se observa que los herbarios de Guatemala cuentan con más de 100,000 especímenes. Sin embargo, pese a ello y a la alta diversidad existente, aún son pequeñas las colecciones registradas, ya que sólo el proyecto *Flora of Guatemala* (1947-1977) aportó más de 50,000 especímenes a los herbarios EAP (Escuela Panamericana de Agricultura, Zamorano, Honduras) y F (*Field Museum of Natural History*, Chicago, Estados Unidos), todos recolectados en Guatemala (Knapp y Davidse, 2006; Linares, 2006).

El número de profesionales dedicados a los distintos grupos taxonómicos con poca o mucha actividad en la documentación de la diversidad florística de Guatemala asciende a 15 personas. Para las dicotiledóneas y monocotiledóneas se cuenta con ocho profesionales dedicados, mientras que para otros grupos, como algas, líquenes, hongos y hepáticas, solamente existen siete personas dedicadas. Se desconoce si en los herbarios de Guatemala existe personal trabajando con musgos.

Es importante indicar que algunos botánicos son generalistas y trabajan con muchos grupos de plantas, lo cual enriquece las colecciones de sus herbarios. La Figura 15 ofrece una clara idea de lo expuesto.

5. REGIONES CON ALTO ENDEMISMO

Las condiciones geológicas, biogeográficas y fisiográficas han contribuido a que en algunas regiones del país exista una alta incidencia de endemismo. Para Guatemala, las más importantes son la sierra de las Minas, entre los de-

partamentos de Zacapa, Izabal, Baja Verapaz y El Progreso, y la sierra de los Cuchumatanes, en el departamento de Huehuetenango, donde Véliz (1998) indica que por encima de 2,900 msnm, en la meseta alta de la sierra, se han documentado 31 familias y 78 especies endémicas, así como el género *Cuchumatanea* (Asteraceae), único con endemismo local. Las familias con mayores endemismos locales en los Cuchumatanes son Asteraceae con 19 especies y Poaceae con 11.

Otras regiones de endemismo son el Trifinio, en el departamento de Chiquimula; la montaña de Xalapán, en Jalapa; y el Arco Húmedo del Norte, que incluye la región comprendida entre la sierra de las Minas y Maxbal, Huehuetenango. Esta zona tiene un alto endemismo en orquídeas (Orchidaceae) y una alta frecuencia de helechos arborescentes de los géneros *Cyathea, Alsophila, Dicksonia y Sphaeropteris* (Véliz y Vargas, 2006).

El complejo o la zona de cerro San Gil y de la sierra Santa Cruz y el Pie de Monte Volcánico son regiones con incidencia de endemismos locales, especialmente de los géneros *Chamaedorea* (Arecaceae) y *Lepanthes* (Orchidaceae). Los bosques secos del valle del Motagua son reservorios importantes de especies con distribución restringida como *Pachycereus lepidanthus, Myrtillocactus eichlamii y M. schenkii* (Cactaceae); las primeras dos son únicas a nivel mundial y con pequeñas poblaciones, mientras que *Myrtillocactus schenkii*, una especie que hasta el año pasado era considerada endémica local de México, ahora está registrada en Guatemala, lo cual la convierte en endémica regional. En la Figura 16 se pueden observar las diversas regiones con mayor incidencia de endemismos.

Al revisar y preparar la base de datos, se estableció un total de 823 especies con algún

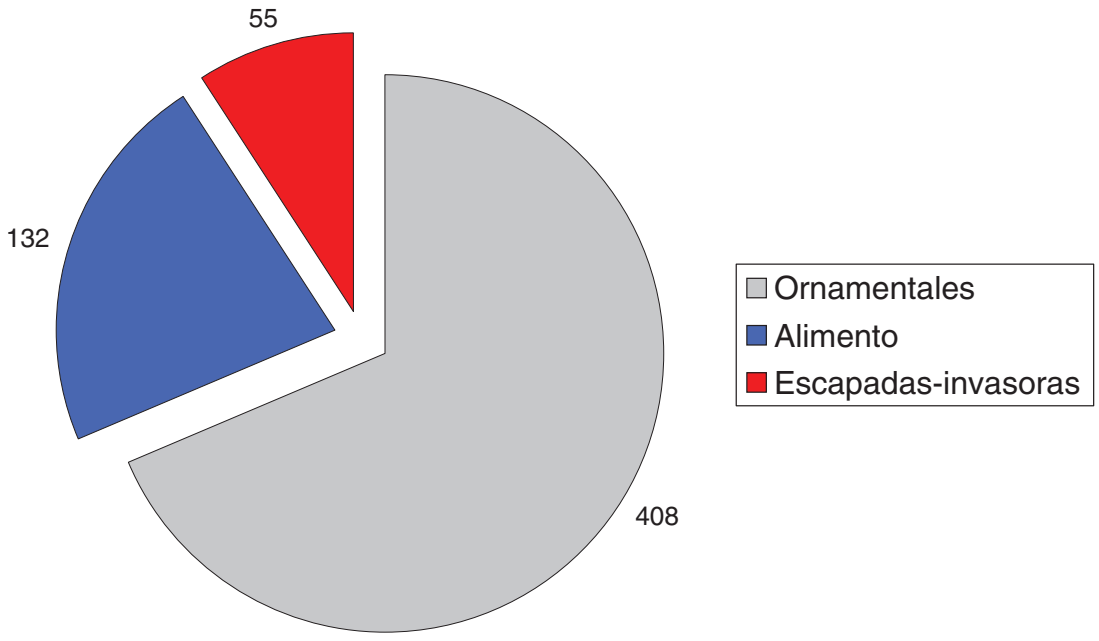


Figura 13. Principales usos y funciones de las especies exóticas presentes en Guatemala. 595 especies
Fuente: Elaboración propia

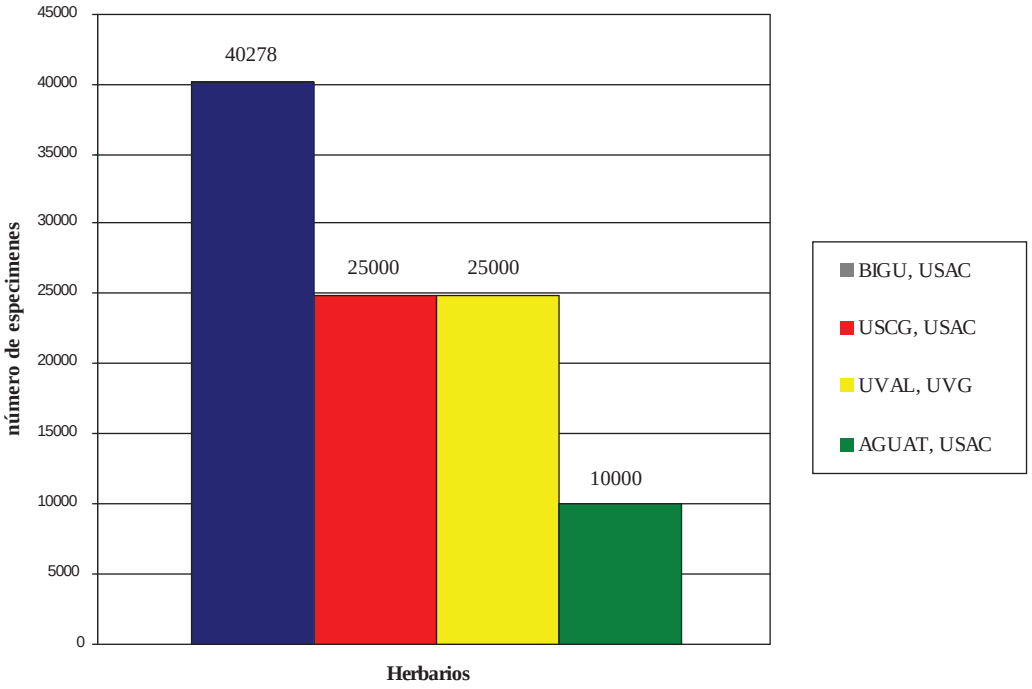


Figura 14. Colecciones de plantas registradas en los Herbarios de Guatemala
Fuente: Elaboración propia

tipo de endemismo, de las cuales 538 especies tienen distribución restringida en Guatemala y 285 son endémicas de la región mesoamericana. Estos datos se encuentran por debajo de las 1,171 especies que se manejan normalmente. Es posible que esto se deba a que a medida que se publican más monografías y se realiza un muestreo de mayor intensidad, se demuestra que las especies tienen una distribución más amplia. En la Figura 17, se observa un mosaico de especies endémicas locales de Guatemala; de ellas, las imágenes 1, 2, 3, 4, 8, 9 y 10 son especies de la sierra de los Cuchumatanes. Además, las imágenes 4 (Véliz, 2000) y 9 (Veliz, 2007) son de reciente publicación. Por otro lado, las Cactaceae 5 y 7 son especies del monte espinoso guatemalteco, mientras que las imágenes 10 y 11 son especies endémicas del Arco Húmedo Norte.

6. ESFUERZOS POR LA CONSERVACIÓN Y LA SOSTENIBILIDAD DE LA BIODIVERSIDAD

Conocer lo que se tiene, saber dónde está, cuántos especímenes existen y cómo se encuentran distribuidos son algunos de los aspectos necesarios para definir con claridad qué vamos a conservar y cuáles son las mejores estrategias para manejar los recursos y especies. Con base en ello, posiblemente se tendrán que replantear los esfuerzos para establecer nuevas áreas protegidas. En el país, existen algunos esfuerzos por la conservación y la sostenibilidad de la biodiversidad, como la Convención CITES, que ha hecho que muchos países formulen sus listas de especies amenazadas, las actualicen y las ubiquen en los renglones respectivos para regular su aprovechamiento.

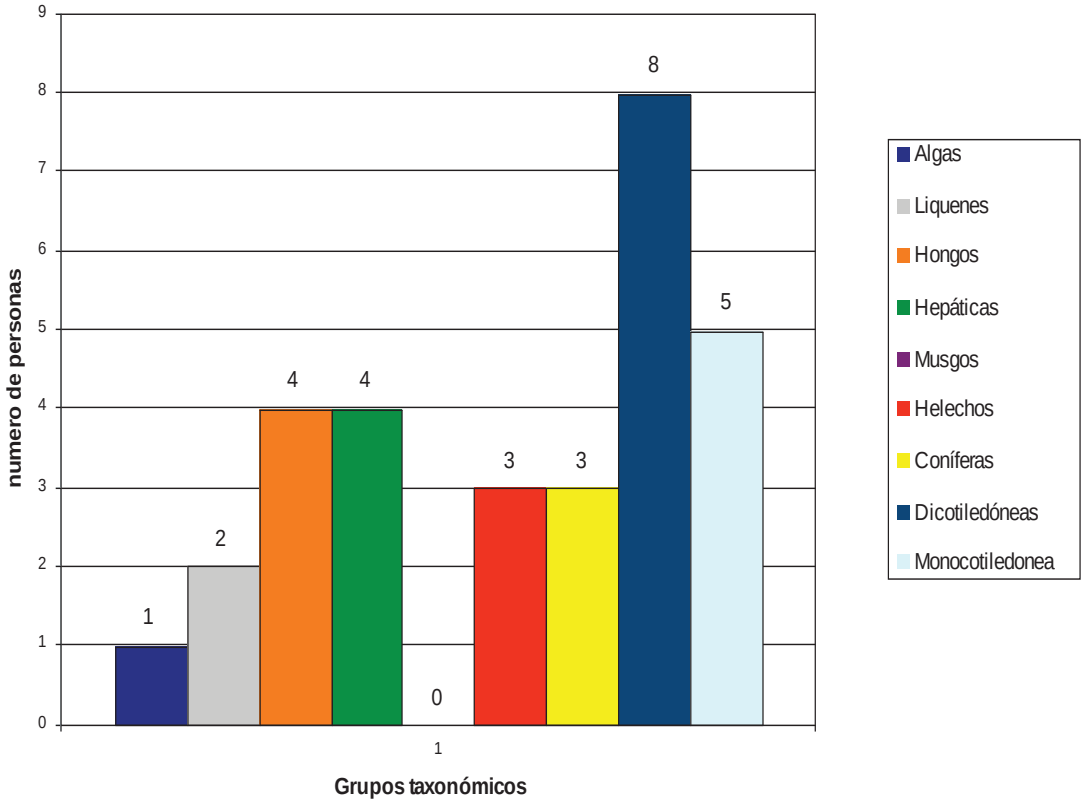


Figura 15. Profesionales que se encuentran trabajando los diversos grupos de plantas de Guatemala. Total 15 personas
Fuente: Elaboración propia (2007)

El Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE) de Guatemala (*Diario de Centroamérica*, 2006) incorpora 827 especies, entre las que se incluyen algunos hongos, helechos, coníferas y plantas con flor. Dicha lista equivale al 8% de la diversidad florística conocida, y el grupo más numeroso es el de las coníferas con el 20% de la diversidad (Cuadro 4). No se ha considerado ninguna especie de musgos, hepáticas ni líquenes, lo cual es un reflejo de lo poco o nada conocidos que son estos grupos.

En el LEAE se incluyen 519 especies de dicotiledóneas, 203 de monocotiledóneas, 22 de hongos, 64 de helechos y 20 de coníferas. Al cotejar esta información con la base de datos de especies endémicas, se presenta una coincidencia del 42.40%, que corresponde a 349 especies, lo cual revela que existen muchas especies con endemismo local que no fueron consideradas en la lista. En la Figura 18 se listan las familias con mayor número de especies endémicas.

Las familias con más especies incluidas en el LEAE son Orchidaceae con 80 especies (se considera que tiene más de 200 especies endémicas), Asteraceae con 80, Piperaceae con 72, Cactaceae con 58 y Rubiaceae con 42. La Figura 18 muestra otras familias que a su vez presentan alto endemismo.

Un esfuerzo nacional muy importante es el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). De acuerdo con CONAP (2005), este sistema incorpora 224 áreas protegidas, las cuales cubren el 32% del territorio nacional. La mayor cobertura del SIGAP (82%) está en los departamentos de Petén e Izabal. De

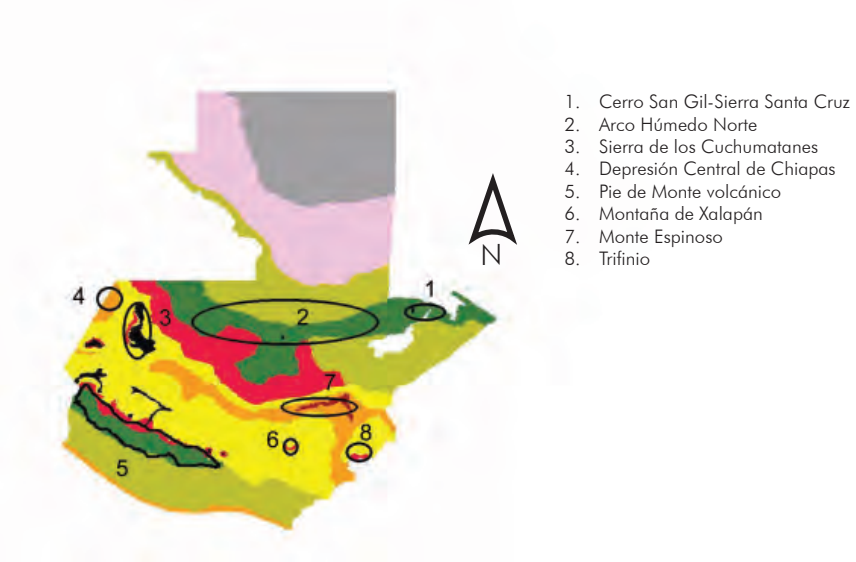


Figura 16. Regiones con mayor incidencia de endemismos en Guatemala
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Grupos taxonómicos incluidos en el listado de especies amenazadas de extinción (2006)

Grupo taxonómico	Porcentaje %
Hongos	5.85
Musgos	0
Helechos	8.18
Coníferas	20
Monocotiledóneas	8.63
Dicotiledóneas	8.89

Fuente: Elaboracion propia

acuerdo con el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), más del 50% de las áreas que incorpora el SIGAP tiene menos de 1,000 ha, se consideran pequeñas y no contribuyen a la conservación relativa de la biodiversidad del país, aunque sí a la protección del patrimonio histórico y escénico, a la recreación y a la educación ambiental.

Existe una serie de instancias e incentivos para el uso, manejo y conservación de la biodiversidad (CONAP, 2006), como el pago de servicios ambientales, las concesiones forestales, las reservas naturales privadas, los fondos ambientales y los impuestos ambientales para uso y aprovechamiento de biodiversidad. Por otro lado, hay distintas amenazas para la diversidad florística del país. De acuerdo con el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), la cobertura forestal es del 39.9% (4,357,746 ha), pero la incidencia de incendios forestales es una amenaza permanente, especialmente en Petén, Zacapa, Quiché y Baja Verapaz, es decir, los departamentos que históricamente se han visto más afectados en su cobertura.

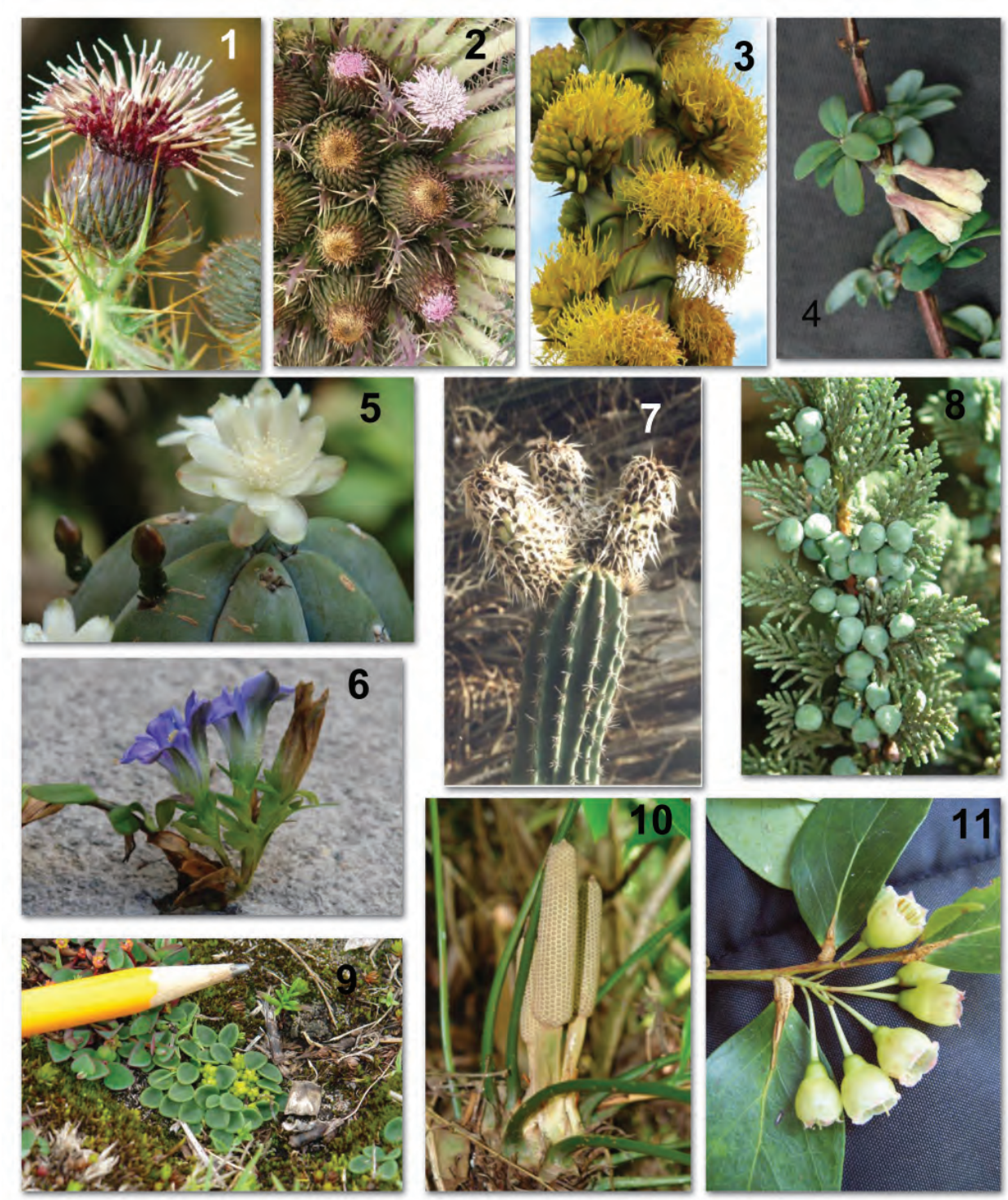


Figura 17. Especies endémicas de Guatemala. 1. *Cirsium nigrescens*. 2. *Cirsium sckutchii*. 3. *Agave hurterii*. 4. *Lonicera guatemalensis*. 5. *Myrtillocactus eichlamii*. 6. *Gentiana guatemalensis*. 7. *Pachycereus lepidanthus*. 8. *Juniperus standleyi*. 9. *Peperomia cuchumitanica*. 10. *Zamia tuerckheimii*. 11. *Vaccinium minarum*.
Fotografías: Véliz, M.

La deforestación, la ingobernabilidad, la extracción y exportación de flora (*Tillandsia spp., Beucarnea spp. y Chamaedorea spp.*) y las agendas internacionales son algunos de los muchos factores que amenazan la diversidad florística de Guatemala, pero este tema es ampliado en el Capítulo 11 del presente libro. Es necesario mencionar que el limitado conocimiento de los grupos de plantas inferiores es otro elemento que se debe incluir dentro de las amenazas. Los grupos de plantas con flores, los helechos y las coníferas son los mejor documentados, pero el conocimiento y experiencia se encuentran centralizados en pocas personas, lo cual, sumado al hecho de que no se está formando nuevo recurso humano, retrasa el proceso de conocimiento y conservación de la flora nacional.

Muchos de los recursos florísticos silvestres que las distintas comunidades humanas utilizan y extraen para el consumo no tienen una garantía de sostenibilidad asegurada. Esto sucede, por ejemplo, con los musgos (epífitos de los encinares y de las selvas medianas perennifolias templadas), los cuales, aunque carecen de gran valor comercial, son extraídos para las fiestas navideñas para luego ser vendidos en los mercados locales. Sin embargo, se desconoce el volumen consumido. Además, conjuntamente con ellos son extraídas otras especies, tales como *Tillandsia usneoides, T. ponderosa y T. guatemalensis*. Es posible que si los bosques no se talaran, las poblaciones de musgos podrían recuperarse.

Otro ejemplo interesante de preservación es el manejo de las especies de la agrobiodiversidad, que se observa en el uso sostenible que de ellas hacen las comunidades humanas, tanto en la agricultura tradicional como en

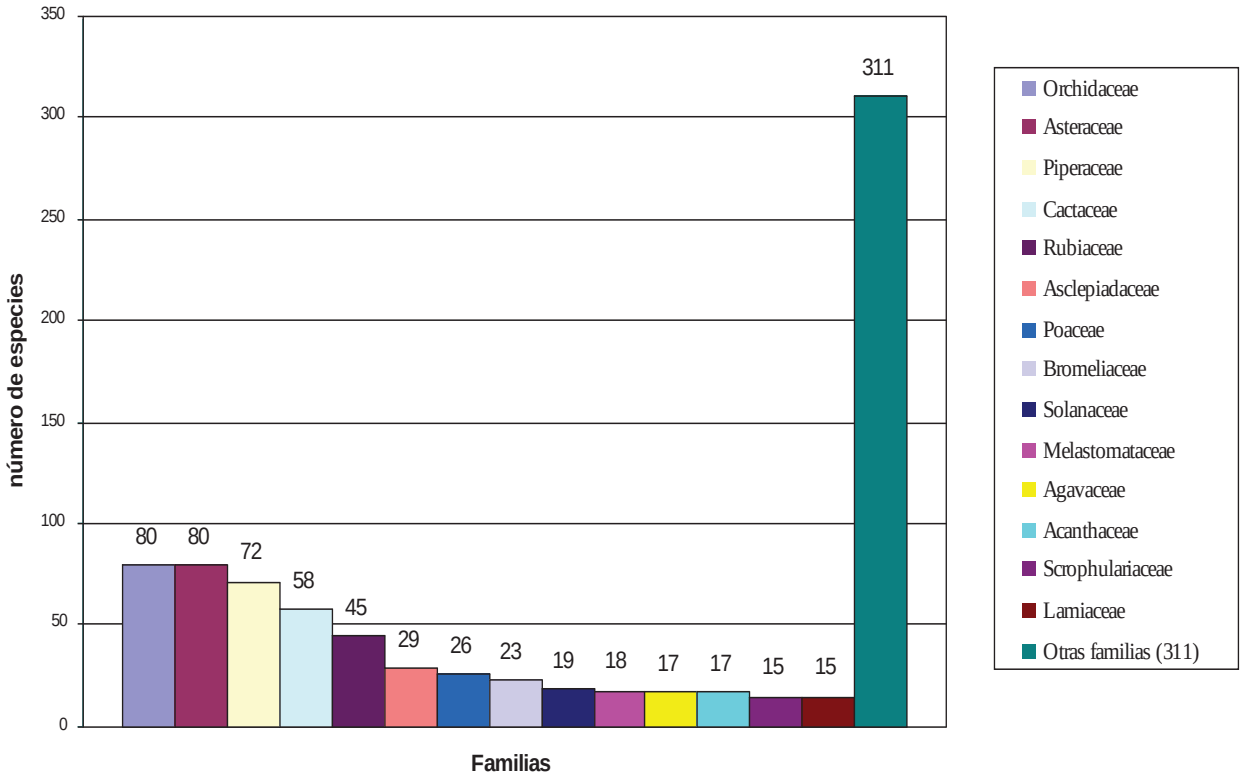


Figura 18. Familias con más especies incluidas en el Listado de Especies Amenazadas de Extinción (2006). 127 familias / 825 spp. Fuente: Elaboración propia

los huertos familiares, tema discutido ampliamente en el Capítulo 9 del presente libro.

Un problema serio por afrontar es cómo garantizar que no se pierda la diversidad florística a pesar de las múltiples presiones que las áreas protegidas enfrentan. Lo único que alienta en un país tan diverso como Guatemala es que, pese a ese cúmulo de problemas, aún se encuentra presente la diversidad citada por Standley y Steyermark. Un ejemplo de ello es la diversidad florística de la meseta alta de los Cuchumatanes, en donde todas las especies citadas han sido encontradas y documentadas (Véliz, 1998).

7. CONCLUSIONES

Guatemala es un país con alta diversidad florística. Cuenta con un registro de 321 familias, 2,478 géneros y 10,317 especies. De estas últimas, 1,542 son arbóreas; 1,564 arbustos, 3,580 hierbas, 842 lianas, 1,205 epífitas, 67 parásitas, 13 saprófitas y 99 acuáticas. Además, existen 580 musgos, 245 hepáticas, 168 líquenes, 376 hongos y 20 algas. Los grupos mejor documentados son las plantas con flor, las coníferas y los helechos, de acuerdo con las colecciones de herbarios nacionales. Las familias más diversas dentro del ámbito florístico son Orchidaceae con 796 especies, Asteraceae con 655 especies, Poaceae con 534 y Fabaceae con 347 especies.

Los esfuerzos de los herbarios guatemaltecos AGUAT, BIGU, USCG Y UVAL, en la documentación, conocimiento y mapeo de la diversidad florística, constituyen un gran apoyo a las instituciones gubernamentales a quienes compete la toma de decisiones, el desarrollo de las políticas y la regulación del uso de las diversas especies nativas del territorio guatemalteco.

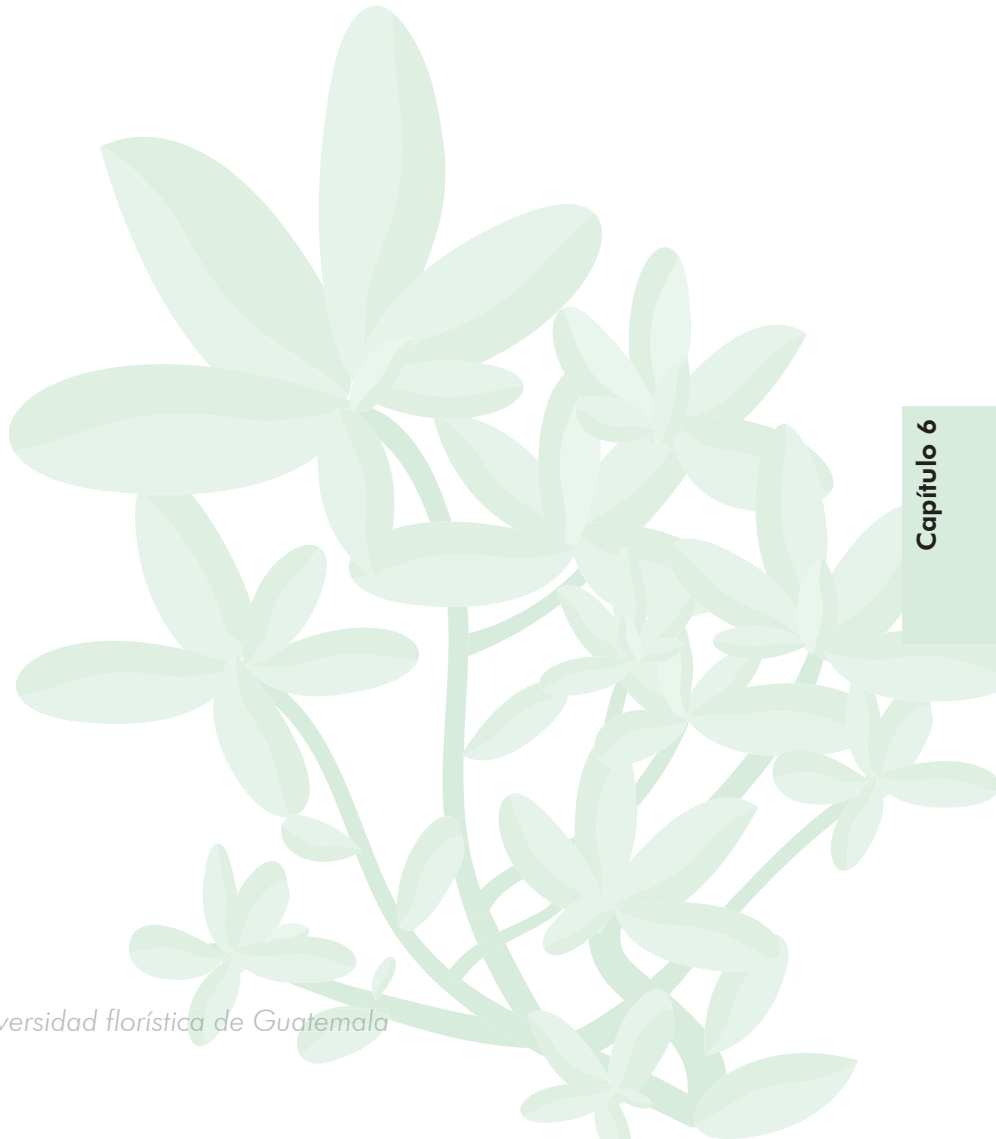
El conocimiento y documentación de la flora exótica presente en Guatemala, cuyo registro actual es de 595 especies y que probablemente se seguirá incrementando, indica que este grupo incluye 116 especies de hábito arbóreo (19.49% de las exóticas), 129 arbustos, 273 hierbas, 48 lianas, 17 epífitas y 11 acuáticas. Por otro lado, 408 especies (68.57%) son empleadas como ornamentales, 132 se emplean para producir alimentos o materias primas para la industria y 55 son invasoras.

Guatemala cuenta con 823 especies endémicas, de las cuales 538 son de distribución restringida en Guatemala y 285 son endémicas regionales. Las regiones con mayor incidencia de endemismos son la sierra de los Cuchumatanes, la sierra de las Minas, la cadena volcánica, la depresión de Chiapas en Huehuetenango, la montaña de Xalapán, el Trifinio y el Arco Húmedo del Norte, que va desde Izabal hasta Quiché. La mayoría de estas regiones se encuentran fuera del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

Entre los esfuerzos por conservar y dar sostenibilidad a la diversidad florística de Guatemala, se incluye el Listado de Especies Amenazadas de Extinción, que incluye 519 dicotiledóneas, 203 monocotiledóneas, 22 hongos, 64 helechos y 20 coníferas, dentro de las cuales se representa sólo el 42.40% de las especies endémicas. Además, el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, que incluye 224 áreas equivalentes al 32% del territorio nacional, el pago de servicios ambientales, las concesiones forestales, los fondos ambientales y los impuestos ambientales para uso y aprovechamiento de biodiversidad son actividades tendientes al uso, conservación y sostenibilidad de la biodiversidad. Esto puede reducir los efectos negativos de las amenazas a esta riqueza nacional.

8. NOTAS

1. Com. Personal, Universidad de Texas
2. http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp



9. GLOSARIO

Árbol: Vegetal leñoso, por lo menos de 5 m de altura, con el tallo simple (denominado tronco) hasta la llamada cruz en que se ramifica y forma la copa (Font Quer, 1985).

Arbóreo: De condición parecida a la del árbol (Font Quer, 1985).

Arbusto: Vegetal leñoso, de menos de 5 m de altura, sin un tronco preponderante, porque se ramifica a partir de la base (Font Quer, 1985).

Endémica: Se dice de la o las plantas que se consideran oriundas del país, la región o la localidad en donde vive (Font Quer, 1985).

Epífita: Se aplica a los vegetales que viven sobre las plantas sin tomar nutrimentos de ellas (Font Quer, 1985).

Esporas: Cualquier germen que no produzca directamente un individuo como su progenitor, un protalo, es decir, otra fase de la propia especie (Font Quer, 1985).

Frondes: Hojas de los helechos (Font Quer, 1985).

Gametofito: Generación de células haploides que termina produciendo células reproductoras sexuales (Font Quer, 1985).

Halófita: Plantas que crecen en medios salinos: tierra o agua (Font Quer, 1985).

Herbario: Conjunto de plantas destinadas al estudio o a la enseñanza de la Botánica. En general, se trata de plantas desecadas en las debidas condiciones para que conserven de la mejor manera la forma y posición de sus órganos como en estado viviente (Font Quer, 1985). En la actualidad, un herbario es un banco creciente de información, proveniente esencialmente de los ejemplares botánicos que representan los estudios florísticos y taxonómicos (Lot y Chiang, 1985).

Heterótrofos: Se llama así a las plantas que carecen de clorofila para sintetizar hidratos de carbono (Font Quer, 1985).

Liana: Alude a los tallos sarmentosos de los bejucos, que trepan por los árboles y, en cierto modo, los ata (Font Quer, 1985).

Monopodial: Tipo de ramificación que se compone de un eje principal (Font Quer, 1985).

Opérculo: La parte que se desprende de un esporangio o fruto a modo de tapadera (Font Quer, 1985).

Parásita: Vegetal heterótrofo que se nutre de organismos vivos. La víctima invadida se llama hospedante, y si se trata de una planta, se llama planta matriz o nutriz (Font Quer, 1985).

Perístoma: En musgos, es un conjunto de dientes destinados a regular la salida de las esporas en la urna de acuerdo con la humedad del ambiente (Font Quer, 1985).

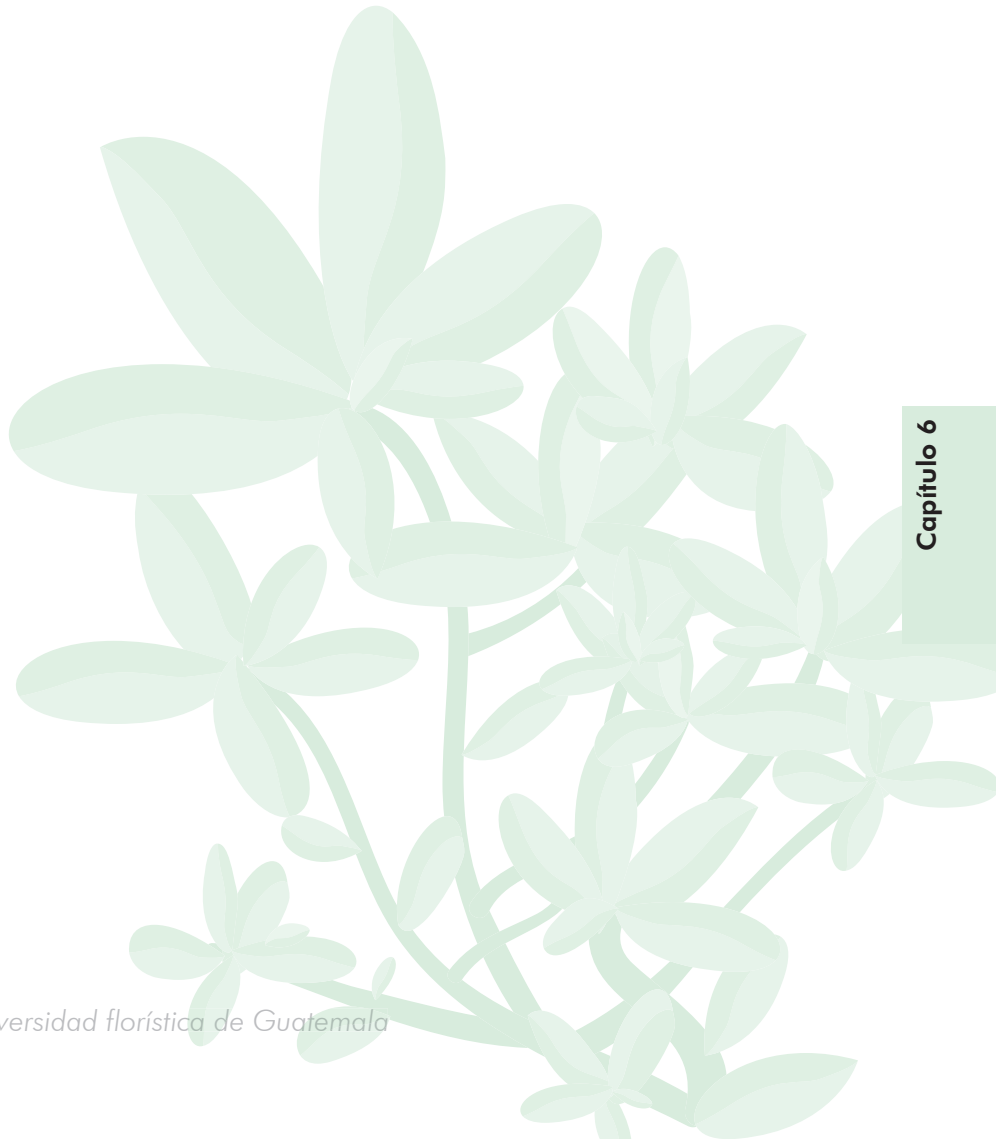
Rizina: Células alargadas o tubulares que sirven para fijar el alga al sustrato (Font Quer, 1985).

Saprofita: Vegetal heterótrófo que carece de clorofila y de pigmentos análogos, y se nutre de plantas muertas y de restos orgánicos en descomposición (Font Quer, 1985).

Simbiosis: Vida en común de dos plantas distintas o de una planta y un animal, establecida de manera regular y con beneficio de los entes participantes (Font Quer, 1985).

Simpodial: Tipo de ramificación que consiste en una serie de brotes unidos por sus extremos a un solo cuerpo (Font Quer, 1985).

Talo: Cuerpo vegetativo en el que no se diferencian un eje caulinar folioso y las raíces. Posee una forma muy simple, filamentosa o laminar (Font Quer, 1985).



10. BIBLIOGRAFÍA

1. ALMEDA, F. (1993). *Stanmarkia*, a new genus of Melastomataceae from the volcanic highlands of western Guatemala and adjacent Mexico. Brittonia 45(3): 187-203.

2. AMES, O. and CORRELL, D. (1952). Orchids of Guatemala. Estados Unidos. Chicago Natural History Museum Fieldiana: botany V. 26.

3. ARCHILA, F. (1999). Monografía del género *Brassia* R. Br. (Orchidaceae) en Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Revista guatemalensis 2: 28-40.

4. ARCHILA, F. (2001). *Lepanthes* de Guatemala. Monografía del género *Lepanthes* Sw. (Orchidaceae) para Guatemala. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. 281 p.

5. ARCHILA, F. (2006). Novelties in Guatemalan flora: The Coryanthes file (Orchidaceae). Selvyana 27(2) 147-153.

6. ARIAS, S. y VÉLIZ, M. E. (2006). Diversidad y distribución de las Cactaceae en Guatemala. E. Cano (Ed). Biodiversidad de Guatemala 1: 229-238.

7. BARILLAS, R. y LÛCKING, R. (1992). Liquenes folícolos de Guatemala, un estudio taxonómico preliminar. Cryptogamie, Bryol. Lichenoi. 13(4): 297-317.

8. BARRIE, F. R. (2005). Thirty-five new species of *Eugenia* (Myrtaceae) from Mesoamerica. Novon 15(1): 4-49.

9. BARTRAM, E. B. (1949). Mosses of Guatemala. Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany. V. 25.

10. BAILEY, L. H. (1948). Manual of cultiveted Plants. Estados Unidos. Macmillan. p. 98-127.

11. BERRY, F. and KRESS, W. J. (1991). *Heliconia*, an identification guide. Smithsonian Institution Press. 334 p.

12. BRAN, M. C., MORALES, O., CÁCERES, R., FLORES, R., ARIZA, J. y ALARCÓN, D. (2001). Hongos comestibles de Guatemala: diversidad, cultivo y nomenclatura vernácula. (Fase I). Informe técnico final, Dirección General de Investigación -DIGI., Universidad de San Carlos de Guatemala. 73 p.

13. _____ (2002). Hongos comestibles de Guatemala: diversidad, cultivo y nomenclatura vernácula (Fase II). Informe técnico final, Dirección General de Investigación -DIGI., Universidad de San Carlos de Guatemala. 52 p.

14. BRAN M. C., MORALES O., CÁCERES R. y FLORES, R. (2003). Contribución al conocimiento de los hongos comestibles de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Revista Científica, edición especial 1(1): 24.

15. CIFUENTES GIL, M. A. (1994). Distribución, abundancia e identificación de los líquenes foliosos de las lagunas del Biotopo Chocón Machacas. Tesis de Biólogo, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 95 p.

16. CODEIRO, M., BRAGA, M. R., ESTÓN, V. R., FUJI, M. E. and YOKOYA, N. S. (1992). Mangrove commuties of Latin America: the State in Art and perspective. In: Y. Seeliger (Ed.). Coastal plant communities of Latin America. Academic Press. Inc. Boston. p. 51-61.

17. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2005). Situación actual de la conservación *in situ* de la biodiversidad de Guatemala. Informe de diagnóstico. 92 p.

18. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2006). Establecimiento de prioridades nacionales y evaluación de necesidades para la creación de capacidades en biodiversidad. Informe final. 59 p.

19. CROAT T. B. (1986). A revision of the Genus *Anthurium* (Araceae) of Mexico and Central America. Part I: Mexico and Middle America. Annals of the Missouri Botancial Garden. 70: 211-420.

20. CROAT, T. B. and VANNINI, J. (2006). The Araceae of Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 147-161.

21. DIARIO DE CENTROAMÉRICA. (2006). Consejo Nacional de Áreas Protegidas: Lista de especies amenazadas de flora silvestre de Guatemala. 22 de agosto 2006: 3-11.

22. DIX, M. A. and DIX, M. W. (2000). Orchids of Guatemala. A revised annoted checklist. Missouri Botanical Garden Press V. 78: 61.

23. _____(2006). Diversity, distribution, ecology and economic importance of Bromeliaceae in Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 199-210.

24. EHLERS, R. (1990). *Tillandsia feldhoffii* R. Ehlers spec. nov. Die Bromelie. Deutsche 2: 40-41.

25. FARJON, A. and STYLES, B. T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). Estados Unidos. The New York Botanical Garden, Flora Neotrópica, monograph 75: 291.

26. FONT QUER, P. (1985). Diccionario de Botánica. Editorial Labor, 9ª reimpresión, España. 1,244 p.

27. FLORES, R. y SIMONINI, G. (2000). Contributo alla conoscenza delle Voltéales del Guatemala. Revista di Micologia 2: 121-145.

28. FREIRE, V. (2006). Biodiversidad de Hepáticas y Antocerotes en Guatemala.Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 55-68

29. GARCÍA, B. L. y VÉLIZ, M. E. (1998). Estudio del dosel de la selva nublada del Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal "Lic. Mario Dary Rivera", Purulhá, Baja Verapaz, Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Revista Ciencia y Tecnología 3(2) :35-56.

30. GÓMEZ, J. and GÓMEZ, L. D. (1989). Ticodendron: a new tree from Central America. Annals of Missouri Botanical Garden, Estados Unidos. 76: 1,148-1,151.

31. GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P. and SALAZAR, N. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. The New York Botanical Garden Press. 577 p.

32. GUZMÁN, G. (1998). Análisis cualitativo y cuantitativo de la diversidad de los hongos de México (Ensayo sobre el inventario fúngico del país). Halffer (comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica II, vol. especial, Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. 377 p.

33. HALE, M. E. (1969). How to know the lichens. (2nd edition). Smithsonian Institution. 246 p.

34. HERNÁNDEZ, H. M. (1989). Systematic of *Zapoteca* (Leguminosae). Annals of Missouri Botanical Garden, 76: 1,148-1,151.

35. HEYWOOD, V. H. (1985). Flowering plants of the World. Oxford University Press. 336 p.

36. HERRERA, T. y ULLOA, M. (1990). El reino de los hongos, micología básica y aplicada. 1ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México -UNAM y Fondo de Cultura Económica. México. 552 p.

37. HODEL, D. R. (1992). Additions to *Chamaedorea* palms: New species from Mexico and Guatemala and micellaneus notes. Principes 36(4): 188-202.

38. HUGHES, C. E. (1998). *Leucanea*. Oxford Forestry Institute, Tropical Forestry papers 37: 1-280.

39. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL) e Instituto de Incidencia Ambiental (IIA). (2006). Perfil ambiental de Guatemala; tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. 92 p.

40. IRWIN, S. H. and BRANEBY, R. C. (1982). The American Cassiinae: A synoptical revision of Leguminosae tribe Cassieae subtribe Cassiinae in the New World. Memoirs of the New York Botanical Garden. 35: 1-918 [en 2 partes].

41. KNAPP, S. and DAVIDSE, G. (2006). Flora of Guatemala revisited. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 25-47.

42. KNAPP, S., STAFFORD, M. and MARTÍNEZ, M. (2006). A chleklist of the Solanaceae of Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 259-282.

43. LOREA HERNÁNDEZ, F. (2002). La familia Lauraceae en el sur de México: diversidad, distribución y estado de conservación. Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana. 71: 59-70.

44. LINARES, J. (2001). Nuevas especies del género *Ateleia* (Leguminosae: Papilionoideae) de México y Centroamérica. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 72(1): 85-114.

45. _____(2003). Listado comentado de los árboles nativos y cultivados en la República de El Salvador. Ceiba 44(2): 105-268.

46. _____(2005). Nueva *Casearia* (Flacourtiaceae) de los bosques mesófilos de México y El Salvador. Revista Mexicana de Biodiversidad 76: 95-96.

47. _____(2005a). Primer registro de *Ulmus ismaelis* (Ulmaceae) para Centroamérica. Revista Mexicana de Biodiversidad 76: 3-6.

48. _____(2006). A new subspecies of *Mammillaria eriacantha* (Cactaceae) de Guatemala. International Cactus Adventures 70: 2-7.

49. LOT, A. y CHIANG, F. (1990). Manual de Herbario. Primera reimpresión. Consejo Nacional de la Flora de México A. C. 142 p.

50. LUTHER, H. E. (1993). *Tillandsia velickiana*. Journal of the Bromeliad Society 43(2): 59.

51. MABBERLEY, D. J. (1997). The Plant Book. 2ª edición, Cambridge University Press. Reino Unido. 858 p.

52. MACQUEEN, D. and HERNÁNDEZ, H. M. (1996). A revision of *Calliandra* serie Racemosa (Leguminosae: Mimosoideae). Kew Bolletin 52: 2-50.

53. MARTÍNEZ ARÉVALO, J. V. (2006). Diversidad y distribución del género *Phaseolus* (Leguminsoae) en Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 219-227.

54. OH, S. H. and POTTER, D. (2006). Description and phylogenetic position of a new angiosperm family, Guamatelaceae, inferred from chloroplast rbcl, atpB, and matK sequences. Systematic Botany 31(4): 730-738.

55. PÉREZ, M. (2006). Composición de la hepatoflora de tres estados de sucesión vegetal: bosque, guamil y cultivo, en las comunidades de Chelemhá I y II, Tucurú, Alta Verapaz. Tesis de biólogo. Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 60 p.

56. PERRY, J. P. (1991). The pines of Mexico and Central América. Estados Unidos. Timber Press. 231 p.

57. PHILLIPS, R. (1978). Trees of North America and Europe. Singapur, Toppan Print. Co. 224 p.

58. QUEZADA, M. y LÓPEZ, R. (2006). Macrohongos Ecorregión Lachuá. Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología-SENACYT/ Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación/ Universidad de San Carlos de Guatemala. 48 p.

59. RAMÍREZ, F. J. (2007). Comparación de la hepatoflora en dos condiciones de paisaje, en tres localidades en la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas -RBSM. Tesis de Biólogo. Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 58 p.

60. SALAZAR, N.; DE GRACIA, J. E. y CHUNG, C. (2006). Aporte al catálogo de musgos de Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 69-146.

61. SECAIRA, E. y CASTRO, F. (1999). Conociendo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP-. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)/ CONAP/MAGA/GEF-PNUD. Guatemala. 82 p.

62. SEIGLER, D. S. and EBINGER, J. E. (2006). New combinations in the genus *Vachellia* (Fabaceae: Mimosoideae) from the New World. Phytologia 87(3): 139-178.

63. SOUSA, M. (1993). El género *Inga* (Leguminosae, Mimosoideae) del sur de México y Centroamérica, estudio previo de la flora Mesoamericana. Annals of Missouri Botanical Garden, Estados Unidos. 80: 223-269.

64. SOUSA, M., DAVIDSE, G. y KNAPP, S. (1994). Flora Mesoamericana. Universidad Nacional Autónoma de México. V. 6.

65. _____(1995). Flora Mesoamericana. Universidad Nacional Autónoma de México. V. 1.

66. SOUSA SÁNCHEZ, M., RICKER, M. and HERNÁNDEZ, H. (2001). Tree species of the family Leguminosae in Mexico. Harvard Papers in Botany 6(1): 339-365.

67. STANDLEY, P. and STEYERMARK, J. (1947-1977). Flora of Guatemala. Field Natural History Museum. Fieldiana Botany V. 24.

68. STEVENS, W. D. y MONTIEL, O. L. (2006). Diversidad, fitogeografía y estado de conservación de las Asclepiadaceae en Guatemala. Enio Cano (Ed.). Biodiversidad de Guatemala. 1: 239-257.

69. STEVENS, W. D., ULLOA, C., POOL, A. y MONTIEL, O. M. (2001). Flora de Nicaragua. Publication: Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 85: i-xii, 1-2,666.

70. STOLZE, R.G. (1976). Ferns and Fern Allies of Guatemala. Fieldiana Botany 39(I): 1-130.

71. _____. (1981). Ferns and Fern Allies of Guatemala. Fieldiana Botany 39(II): 1-522.

72. _____. (1983). Ferns and Fern Allies of Guatemala. Fieldiana Botany, New Serie 12(III): 1-91.

73. TORRES COLÍN, R. (1999). El género *Bauhinia* (Leguminosae, Caesalpiniaideae) en Mesoamérica. Tesis de Maestro en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 163 p.

74. VAVILOV, N. I. (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Botanica 13: 1-366. (traducido del ruso por K. Starr Chester).

75. VÁSQUEZ, F. J. y VÉLIZ, M. E. (1999). Biodiversidad de Guatemala. Memorias del Congreso Nacional de Estudiantes de Agronomía, USAC. 21 p.

76. VÉLIZ PÉREZ, M. E. (1998). Composición florística de la meseta alta de la Sierra de los Cuchumatanes, Huehuetenango, Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Revista Ciencia y Tecnología 3(2): 11-34.

77. _____ (2000). Especie nueva del género *Lonicera* (Caprifoliaceae) de Guatemala. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 70(1): 29-34.

78. _____ (2000a). Subespecie nueva de *Quararibea* (Bombacaceae) de Guatemala. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 71(2): 81-85.

79. _____ (2007). Nuevas especies del género *Peperomia* (*Piperaceae*) de Centro América. Cactus Adventures 73: 2-13.

80. VÉLIZ PÉREZ, M. E. y CARRILLO, J. E. (1996). Clave dicotómica para las familias de musgos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Revista Tikalia XIV(1): 59-82.

81. VÉLIZ, M. E. y VARGAS, J. (2006). Helechos arborescentes de Guatemala: diversidad, distribución y usos. FONACON/ Universidad de San Carlos de Guatemala. 94 p.

82. VÉLIZ, M. E., BARRIOS SOLÍS, A. R. y DÁVILA PÉREZ, C. V. (2006). Actualización taxonómica de la flora de Guatemala, capitulo I. Pinophyta (Coníferas). Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, DIGI. Proyecto 057-2006. 129 p.

83. WIGEND, M. and FOTHER, H. (2002). A revision of the Central American genus *Solenophora* (Gesneriaceae). Harvard Papers in Botany 7(1): 37-78.

84. WILLIAMS, J. K. (1994). A new species, *Symphoricarpos guatemalensis* (Caprifoliaceae) from Guatemala with a key to the Mexican and Guatemalan species. Sida 16(2): 273-280.

85. ZANONI, T. A. and ADAMS, R. P. (1979). The genus *Juniperus* (Cupressaceae) in Mexico and Guatemala: Synonymy, key and distributions of the taxa. México, Boletín de la Sociedad Botánica de México 38: 83-121.

11. AGRADECIMIENTOS

A Maura Quezada y Roxanda López (Escuela de Biología, USAC) por su apoyo con las imágenes de macrohongos de la Ecorregión Lachuá; a Fredy Archila, por su apoyo en la revisión y corrección de la base de datos de la familia *Orchidaceae*; a María del Carmen Bran y Osbert Morales (Micoteca, USAC), por brindarme la información de los hongos de Guatemala; a Julio Morales (USCG, USAC) y David Mendieta (AGUAT, USAC) por brindarme información sobre las colecciones de sus Herbarios; a Rosalito Barrios (Escuela de Biología, USAC) por su apoyo constante y certeros comentarios.

Biodiversidad acuática



María Mercedes López-Selva Q.*
Mario Roberto Jolón Morales*
José Luis López López*

RESUMEN

Este capítulo describe la biodiversidad acuática conocida en Guatemala hasta el año 2007. La información, que fue recopilada a través de una búsqueda intensiva en publicaciones, trabajos no publicados y entrevistas, se presenta dividida en fauna acuática y flora acuática. Se describen los principales grupos en función de su importancia biológica y económica, resaltando el número de especies cuya distribución se ha confirmado en el país, su estatus biológico, su importancia comercial y cultural y las amenazas que ponen en peligro su supervivencia, así como los esfuerzos que se realizan para detenerlas.

Es evidente que los grupos biológicos de los ambientes acuáticos han sido poco estudiados en Guatemala, quizás por la dificultad resultante de su medio, aunque con mayor probabilidad porque la investigación científica en el país es escasa. Independientemente de la razón por la que no conocemos a profundidad los recursos acuáticos con los que contamos, es esencial que corrijamos esta senda para poder administrar los recursos de manera sostenible.

Al describir la biodiversidad acuática del país, el grupo de fauna resulta mucho más abundante que el de flora, con 390 especies de moluscos, 20 especies de crustáceos, 35 especies de corales, 1,033 especies de peces, 5 especies de tortugas marinas y 28 especies de mamíferos marinos. La información sobre flora se resume en 20 especies de algas marinas, 6 especies de pastos marinos y 24 especies de plantas acuáticas (descritas para el lago de Izabal). Estos resultados no reflejan con exactitud las cantidades reales de la biodiversidad acuática de Guatemala, sino más bien el esfuerzo de investigación que se ha invertido en los diferentes grupos.

Palabras clave: *fauna acuática, flora acuática, situación actual, uso y conservación*.

SUMMARY

This chapter describes the aquatic biodiversity known in Guatemala until the year 2007. The information compiled through an intensive search of publications, non-published works and interviews, is presented divided into aquatic fauna and aquatic flora. Main groups according to their biological and economical importance are described, emphasizing the number of species which distribution has been confirmed in the country, their biological status, commercial and cultural importance, and the threats that endanger their survival; as well as the efforts made to stop them.

It is evident that the biological groups of aquatic environments have not been studied enough in Guatemala; maybe because of the difficulties in their environment, although there are more probabilities that it is because there are not enough scientific research in the country. Regardless the reasons we are not deeply aware of the aquatic resources we have, it is essential that we change this in order to administrate the resources in a sustainable way.

* Consultor independiente.

When describing aquatic biodiversity of the country the fauna group is more abundant than the flora group; with 390 species of molluscs, 20 species of crustaceans, 35 species of corals, 1,033 species of fishes, 5 species of marine turtles, and 28 species of marine mammals. Information about the flora sumps up to 20 species of marine algae; 6 species of marine grass; and 24 species of aquatic plants (in lake of Izabal). These results don't accurately show the real amount of aquatic biodiversity in Guatemala but the research effort made in different groups.

Key words: *aquatic fauna, aquatic flora, current situation, use and conservation*.

UWUQ UQ'AT WUJ

JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL AJPAJA'.

CH'UTI'SANEM.

Pa wa jun uq'at wuj kaya' utzijoxik, ri jalajoj uwach k'aslemalil kech ajpaja' eta'man uwach k'a pa ri junab' 2007 pa rulewal Paxil Kayala'. Ronojel b'ixkik xno'jixik uwach, xsolixik pa taq noj'wuj etz'ib'an, jab'un kib'ixik, xuquje' xta' kino'jib'alil taq winaq puwi' ri jalajoj uwach k'aslemalil ajpaja', keb' uwach: jun rawajil ajpaja' jun chik urexal ajpaja'. Xya' utzijoxik ri wokonem kib'anom pa kik'aslemalil xuquje' ri q'inom kikiya' pa uk'aslemal winaq, xya' reta'maxik janipa' uwach ejachom pa rulewal amaq', ri unimal kik'aslemalil, ri q'inomal kikiya' pa kib'antajik winaq, xuquje' ri uk'eyewal uriqom kik'alemal, rachi'l ri chuq'ab'il rech ma kasach ta kiwach.

Q'alaj chi pa Paxil Kayala' ma solim ta kiwach ri jalajoj uwach k'aslemalil ajpaja', wene are kab'anowik pa ja' poq'inaq kik'aslemalil, xuquje' eta'man chi pa amaq' ma ya'om ta uq'ij ri tzuno'jchak. Qetaman chi k'o uk'eyewal pa kik'aslemalil ri rawajil-urexal ja', rajawaxik kaqasuk'majij ub'e ri chak, rech kab'an jun utzilaj wokonik kato'ban che ma kasach ta kiwach.

Chi' xtz'ib'ax ronojel jalajoj uwach k'aslemalil ajpaja' rech amaq', xq'alajinik chi ri rawajil uwach ulew k'i uwach na chuwach urexal ja', e k'o 390 moluscos, jun winaq uwach taq xpeq, jun winaq lajuj job' uwach corales, 1,033 uwach taq kar, job' uwach taq kok palow, jun winaq waqxaqib' uwach ajtu' rawajil palow. Ri b'ixkil puwi' urexal ja' xa jun winaq uwach xpeq plow, waqib' uwach q'ayes uwi' ja' plow, juwinaq kajib' uwach ri q'ayes ajpaja' (E tz'ib'an kan che cho rech Izabal). Wa jun k'isb'al chak xuq'alajisaj qas janipa' uwach ri jalajoj uwach k'aslemal ajpaja' rech Paxil Kayala', xuquje' kaya' uq'ij ri tzukno'jchak b'anom kumal taq ri wokonem.

UCHOLAJ: *Rawajil ajpaja', urexal ajpaja', Ub'anom kik'aslemalil wakamik, uloq'oq'exik ukojik.*

1. INTRODUCCIÓN

Habitantes de un país en donde existen numerosos lagos, lagunas, ríos y dos costas marinas apenas separadas por pocos cientos de kilómetros, los guatemaltecos llevamos vidas marcadas por la presencia de estos cuerpos de agua, de los que dependen nuestra economía y estilos de vida.

La información que se presenta a continuación pretende describir lo que se conoce hasta la fecha sobre la biodiversidad acuática del país y constituye una recopilación de diversos trabajos, algunos de ellos publicados, y entrevistas personales. La descripción de la biodiversidad acuática de Guatemala no es tarea fácil, no sólo porque el país forma parte de una de las zonas catalogadas como las más diversas del planeta, sino también porque la investigación que se ha llevado a cabo no ha sido exhaustiva. Lo anterior se deriva esencialmente de que Guatemala no cuenta con una plataforma sólida de financiamiento que facilite la obtención de fondos para llevar a cabo investigaciones y a que las universidades, que son la fuente de generación de información más importante, no impongan una cuota mínima de publicaciones científicas a sus profesores.

Existen grandes vacíos con respecto a la información acerca de invertebrados y algunos otros grupos, como las algas. Incluso grupos más llamativos, como los corales, han sido objeto de contadas investigaciones y la información que puede encontrarse acerca de ellos abarca apenas la identificación de algunas especies. Para dar una idea de cuán vastas son nuestras lagunas de información y cuánto tenemos todavía por descubrir en el país, basta con mencionar que hasta hace un par de años se iniciaron estudios dirigidos por guatemaltecos sobre las ballenas que visitan nuestras costas. Si los detalles de las visitas de estos mamíferos imponentes y de gran masa corporal aún siguen siendo un misterio, imagine el lector lo poco que se conoce sobre los animales y plantas que siguen pasando inadvertidos al escrutinio de los investigadores guatemaltecos.

Una de las características de la investigación en Guatemala, que se hace obvia en este capítulo, es que los grupos más estudiados son aquéllos que nos proporcionan beneficios económicos. De aquí que la información que se presenta sobre peces sea mayor que la de los demás grupos descritos.

2. ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Los ecosistemas acuáticos son sistemas dinámicos que se caracterizan por tener áreas de pantano, ciénaga o agua; estancada o con corrientes; dulce, salobre o salada, en donde interactúan comunidades bióticas ente sí y con el suelo, el agua, el aire y la luz. Es fácil comprender a primera vista que constituyen espacios ricos en biodiversidad, especialmente en latitudes como la de Guatemala, en donde la temperatura ambiental y la luz, entre otros factores, favorecen la diversificación de organismos.

Hay muchas características que definen los tipos de ecosistemas acuáticos, una de ellas es el gradiente de salinidad del agua, un aspecto que, junto con varios otros, define a las comunidades que interactúan en este medio. De acuerdo con sus gradientes de salinidad, los ecosistemas se pueden dividir en ecosistemas de agua dulce y ecosistemas de agua salobre y marina.

2.1. Ecosistemas de agua dulce

Los ecosistemas de agua dulce o sistemas hídricos continentales, se caracterizan por estar tierra adentro y por tener concentraciones de sal menores al 1%. Pueden ser cuerpos de agua con o sin corrientes, contenidos en un espacio delimitado, como los lagos y lagunas, o pueden ser flujos de agua que se

mueven en una dirección, como los ríos y riachuelos. Estos últimos desembocan en las costas, uniendo sus aguas dulces a las del mar y formando sistemas de agua salobre. De acuerdo con el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), el 1.59% del territorio nacional está ocupado por cuerpos de agua (excluyendo humedales que pueden entrar o no dentro de los ecosistemas de agua salobre).

Las especies de animales y plantas que se distribuyen en estos ecosistemas están adaptadas a las bajas concentraciones de sal y generalmente difieren de las que se distribuyen en aguas salobres y saladas.

Guatemala tiene dentro de su territorio siete lagos que ocupan en su totalidad un área de 928.03 km^2 (Cuadro 1). Estos lagos constituyen una de las principales fuentes de alimento de la vida silvestre y además son motores de la economía de los poblados asentados en sus alrededores. También constituyen zonas de alto endemismo debido a que muchas de estas especies que se distribuyen allí quedaron aisladas. Esto se debe a que los cuerpos de agua están separados por extensos territorios y formaciones montañosas que constituyen barreras para la dispersión de las especies.

Según el inventario de cuerpos de agua más reciente realizado en el país, existen 49 lagunas, 19 lagunas costeras y 109 lagunetas (PREPAC, 2005).

Guatemala está dividida en 38 cuencas hidrográficas que drenan hacia vertientes en el Pacífico, Caribe y golfo de México. Este sistema de lagos, lagunas, ríos y riachuelos le confiere al país características que favorecen la distribución y abundancia de la biodiversidad.

Cuadro 1. Lagos de Guatemala

Nombre del lago	Localización	Extensión (km^2)
Amatitlán	Guatemala	15.2
Atitlán	Sololá	125.7
Ayarza	Santa Rosa	14
Golfete	Izabal	61.80
Güija	Jutiapa	42 (9.8 en Guatemala y 32.2 en El Salvador)
Izabal	Izabal	590
Petén-Itzá	Petén	111.53
TOTAL		**928.03**

Fuente: Elaboración propia

2.2. Ecosistemas de agua salada

Los ecosistemas de agua salada se pueden dividir, según el grado de salinidad que presenten, en marinos y de agua salobre. Entre estos últimos se cuentan humedales caracterizados por los tipos de vegetación que los recubren, como el canal Inglés, localizado en el litoral del Atlántico, y el canal de Chiquimulilla, en el litoral del Pacífico.

Quizás uno de los ecosistemas de agua salobre más particulares en Guatemala, no sólo por la biodiversidad que alberga y la cantidad de servicios ambientales que brinda a la sociedad sino también por la degradación que ha sufrido en las últimas décadas, sea el ecosistema de manglar, localizado en ambos litorales, aunque con mayor extensión en el litoral del Pacífico. En la actualidad se estima que existen 20,579 hectáreas de mangle, 40% de las cuales están dentro de áreas protegidas (IARNA, URL e IIA, 2006).

Este ecosistema se caracteriza por presentar predominancia de mangle (en Guatemala se identifican cinco especies: *Rhizophora mangle, R. harrisonii, Avicenia germinans, Languncularia racemosa y Conocarpus erecta*) y por ser sitio de anidación, descanso y alimentación de gran número de peces, reptiles, aves, mamíferos e invertebrados que se benefician de la estructura intrincada del bosque, en donde encuentran refugio de depredadores. Este tipo de ecosistema es reconocido mundialmente como uno de los más biodiversos debido a que en él convergen especies de peces e invertebrados de agua dulce y agua salada que utilizan los sistemas de canales como criadero de huevos y larvas. La abundancia de éstos atrae a su vez a aves y otros depredadores que encuentran fuentes de alimento variadas.

Los ecosistemas marinos que pueden observarse en Guatemala varían de una costa a otra, ya que la geomorfología de ambas difiere mucho, sobre todo en cuanto a tipos de fondos y profundidades. La costa del Pacífico es profunda, mientras que la del Atlántico tiene profundidades menos marcadas hacia la costa. Esta diferencia, además de la productividad de especies, determina los tipos de pesquerías que existen en cada costa.

El Pacífico presenta características que favorecen la formación de bancos muy grandes de peces pelágicos, como sardinas, jureles, anchoas, atunes y barracudas. Otro grupo abundante en esta costa son los crustáceos, representado principalmente por los camarones, que han constituido a lo largo de varias décadas una de las pesquerías más importantes del país.

Los ecosistemas más sobresalientes en el Atlántico son el ecosistema de coral, los pastos marinos y las playas con cobertura vegetativa. El ecosistema de coral está constituido por parches localizados en la bahía de Amatique, en donde pueden encontrarse varias especies de coral con algas y poblaciones de caracoles de diferentes especies. Las inmersiones más recientes revelan que estos corales sufren de blanqueamiento severo (muerte) provocado por las altas concentraciones de sedimento que desagua el río Motagua.

Los pastos marinos son un ecosistema formado por plantas que proporcionan refugio y alimento para larvas, peces, crustáceos pequeños y tortugas marinas en sus primeros años de desarrollo. Arrivillaga (1994) señala la bahía La Graciosa, Punta de Manabique, el lado este de la bahía de Amatique y la desembocadura del río Sarstún como los sitios en donde pueden encontrarse extensas praderas de pastos marinos.

Las playas del Atlántico son un ecosistema importante para varias especies de tortugas marinas que las utilizan para anidar. Se extienden hasta donde empieza la reventazón y por lo tanto se les considera ecosistemas

de transición entre el mar y la tierra. Debido a la baja densidad poblacional humana (en comparación con la del Pacífico), estas playas aún conservan una buena cobertura vegetal que utilizan muchas especies como refugio. Por esta característica son sitio ideal para la anidación de la tortuga carey, una especie amenazada de extinción que utiliza playas con cobertura de vegetación espesa para hacer sus nidos. Lamentablemente, las playas de este litoral están siendo afectadas por grandes cantidades de basura orgánica e inorgánica que descarga el Motagua y que regresa a la playa por efecto de las mareas. Esta basura se queda estancada en la arena e impide el acceso de tortugas y otros animales como cangrejos y aves.

3. BIODIVERSIDAD DE FAUNA ACUÁTICA

3.1. Moluscos

Este grupo se caracteriza por tener una estructura calcificada conocida como concha que, según las especies, presenta diversas formas y cumple con diferentes funciones. Otras características distintivas que la mayoría de moluscos comparten son:

1. Tener cuerpos blandos.

2. Poseer un pie muscular plano y ancho que usan para la locomoción, localizado en posición ventral.

3. Disponer de un manto, que es un pliegue de tejido que cubre la masa visceral.

4. Presentar una estructura llamada rádula, que utilizan para raspar el alimento, y que es una banda cubierta de dientes parecida a una lima.

Los moluscos son un grupo numeroso de organismos que se distribuyen en hábitats que van desde los mares hasta los desiertos. El registro fósil indica que los moluscos han habitado la tierra durante 600 millones de años más o menos. En número de especies, este grupo es el segundo más numeroso del mundo, antecedido por el grupo Arthropoda.

Mundialmente existen más de 50,000 especies vivas descritas y alrededor de 60,000 fósiles de moluscos. Se estima que solamente la mitad del total de moluscos vivos han sido descritos (Brusca y Brusca, 1990).

El filo Mollusca, en la clasificación biológica, contiene a todos los moluscos, los cuales se dividen en las cuatro clases descritas brevemente en el Cuadro 2.

La riqueza de moluscos en Guatemala ha sido poco estudiada. Cazali (1988) encontró 98 especies de pelecípodos en la costa Atlántica de Guatemala, de las cuales 17 especies se consideran económicamente importantes (Figura 1). Los gasterópodos, con énfasis en el caracol gigante *Strombus gigas*, fueron objeto de estudio durante el 2005 y 2006 en el Atlántico del país y se reportaron seis especies (A3K-CONAP, 2006). Otros estudios puntuales, Ruano (2000) y Vásquez y Muñoz (2000), reportan aproximadamente 20 especies de moluscos en la costa Pacífica de Guatemala. Prado (2006) realizó una revisión extensa de las especies registradas para ambas costas de Guatemala, utilizando principalmente las dos colecciones de referencia de moluscos, la Colección Zoológica de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Colección de Referencia del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala, obteniendo como resultado 123 especies de Gastropoda y 169 especies de Bivalva.

Ante la evidente ausencia de datos referentes a la diversidad de moluscos de nuestro país, es preciso continuar los estudios y profundizar en ellos para determinar el número de especies con que se cuenta y su abundancia,

Cuadro 2. Clases del filo Mollusca

Clase	Descripción	Ejemplo
Pelecypoda	Cuerpos comprimidos dentro de una concha que consta de dos partes.	Ostra
Gastropoda	Cuerpo con cabeza bien desarrollada, un pie plano y grande, y generalmente con una concha de una sola pieza.	Concha reina
Cephalopoda	Concha reducida, interna o desaparecida. Anillo de tentáculos alrededor de la boca.	Pulpo
Amphineura	Concha formada por ocho placas articuladas.	Quitones

Fuente: Elaboración propia

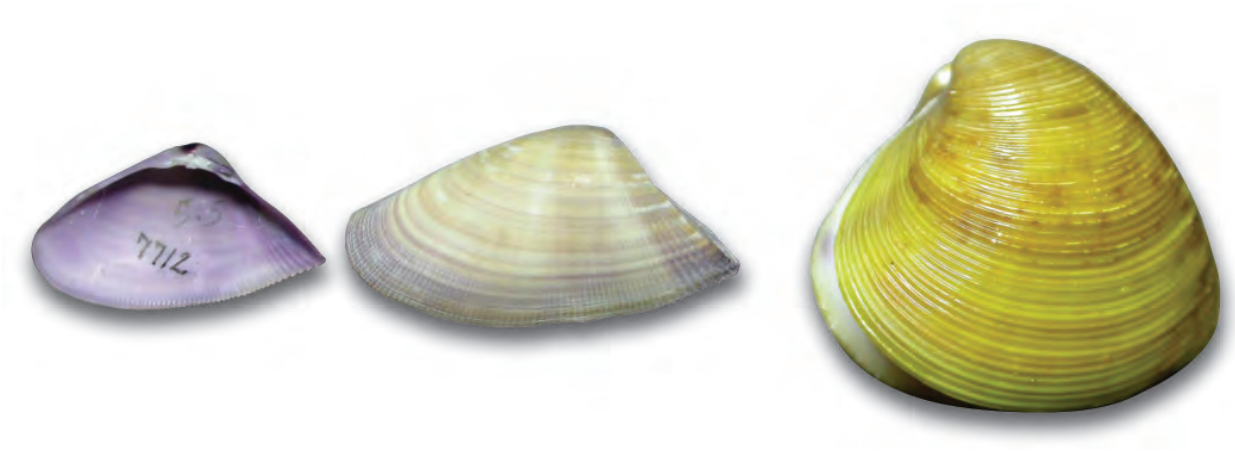


Figura1. Clase Pelecypoda
Donax carinatus: USACMOL7712 y *Polymesoda triangula*: USACMOL75-198-199-200-201 son aprovechadas para subsistencia y comercio en Guatemala. Crédito: M.I.R.Records

la importancia económica y el potencial que tienen como fuente de alimento. Actualmente, el Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos desarrolla un estudio poblacional de moluscos del Atlántico de Guatemala, el cual pretende llenar vacíos de información de este vasto grupo[1].

Los moluscos han sido utilizados históricamente como herramientas, contenedores, instrumentos musicales, adornos y alimento de poblaciones humanas. Numerosas comunidades costeras de Guatemala utilizan las conchas de moluscos para la elaboración de artesanías y recuerdos, como collares, aretes, llaveros y un sinfín de artículos decorativos que se venden tanto a turistas nacionales como extranjeros, así como para alimento (Cuadro 3). Las conchas que se usan en la confección de artículos decorativos van desde pequeños pelecípodos hasta las conchas grandes de caracol reina *(Strombus gigas)* (Figura 3).

Aunque el grupo de los moluscos represente una opción para la diversificación de fuentes de proteína animal de la dieta humana, tiene el inconveniente de distribuirse en ambientes

Cuadro 3. Especies de moluscos sujetas a aprovechamiento en ambas costas de Guatemala

Especie	Nombre común	Atlántico	Pacífico
Donax variabilis			X
Polymesoda (Geloina) coaxans			X
Artina tuberculosa			X
Ostrea spp.			X
Anadara (Grandiarca) grandis	Pata de burro		X
Crassostrea corteziensis	Ostra		X
Hyostissa fischeri	Ostra vieja		X
Spondylus calcifer	Ostra espinosa		X
Pleuroploca salmo	Tulipán salmón		X
Vasum caestus	Turbinela manopla		X
Hexaplex princeps	Busano príncipe		X
Mytella strigata	Mejillón		X
Polymesoda inflata	Almeja		X
Tagelus peruvianus	Almeja		X
Arca zebra		X	
Anadara brasiliana		X	
Modiolus americanus		X	
Donax striatus		X	
Atrina seminuda		X	
Euvola (Pecten) ziczac		X	
Donax denticulatus		X	
Argopecten gibbus		X	
Crassostrea rhizophorae		X	X
Trachycardium muricatum		X	
Mactrellona alata		X	
Donax striatus		X	
Iphigenia brasiliana		X	
Tagelus plebeius		X	
Macrocallista maculata		X	
Chione cancellata		X	
Tivela mactroides		X	
Polymesoda triangula		X	

Especie	Nombre común	Atlántico	Pacífico
Melongena melongena		X	
Thais haemastoma		X	
Pleuroploca gigantea	Tulipán	X	
Strombus gigas	Concha reina	X	
Strombus pugilis		X	
Strombus costatus		X	
Fasciolaria tulipa		X	
Murex pomum		X	

Fuente: Elaboración propia con información de las siguientes fuentes: Vásquez y Muñoz (2000); Cazali (1988); Ruano (2000); A3K-CONAP (2006); Prado (2006)



Figura 2. La pata de burro *(Anadara (Grandiarca) grandis)*: USACMOL6952 es una especie incluida en el Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE), su explotación no regulada ha reducido sus poblaciones en el Pacífico. Crédito: M.I.R.Records



Figura 3. Venta de conchas de varias especies de moluscos. Crédito: Giró, A.

en donde resulta difícil la extracción y, con excepción de pocas especies como el gigante *Strombus gigas*, tienen masas corporales muy pequeñas que requieren de un gran esfuerzo de recolección para obtener cantidades significativas para el consumo.

La mayor cantidad de moluscos que se ofrece al mercado proviene de las capturas incidentales que acompañan a la pesca de arrastre industrial dirigida al camarón. Algunas especies, como el abulón y el calamar, son aprovechadas por los pescadores para consumo familiar o se venden en los mercados del área costera (Cuadro 4).

Una de las principales especies de moluscos que ha sido aprovechada durante varias décadas, y que es muy popular en los menús de comedores y restaurantes de mariscos, es el caracol gigante o reina, *Strombus gigas*. Esta especie fue sometida en 2001 por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) a un examen de comercio significativo de especies del Apéndice II, y fue evaluado por el Comité de Fauna de la misma convención. Los resultados del examen mostraron que la especie está bajo considerable presión y, como respuesta, CITES decidió dar un plazo para que los países en donde se distribuye la especie recopilen información sobre las poblaciones, pesquerías y comercio de la misma. El estudio correspondiente de Guatemala lo llevó a cabo A3K-CONAP durante 2005 y 2006 y aún no ha finalizado debido a dificultades financieras. Sin embargo, los resultados preliminares del mismo indicaron que, al contrario de lo que se creía, todavía existe una población adulta en aguas guatemaltecas (varios expertos consideraban a la especie extinta en el país), y que, aunque presenta densidades muy bajas, está fuera de peligro inminente debido a que los pescadores del área dejaron de recolectarlo en aguas guatemaltecas porque la captura en aguas vecinas es mucho más productiva. Aún sin estar bajo presión de uso, el estudio recomendó que Guatemala impusiera una cuota de exportación de la especie de 0 individuos.

Strombus gigas sigue ofertándose en el mercado local guatemalteco, y se obtiene a través de faenas que se llevan a cabo en aguas de los cayos de Belice. Anualmente se estima que la pesca de caracol reina es de 42 toneladas métricas, realizadas por 16 embarcaciones tiburoneras y cayucos (Giró, 2006; Ixquiac, 2007). Los esfuerzos se dirigen en territorio beliceño debido a que la población de Guatemala es muy pequeña y a que la especie se encuentra a profundidades mayores de 12 metros, que resultan peligrosos para pescadores que bucean a pulmón (A3K-CONAP, 2006). Se concluye que todo el ca-

Cuadro 4. Capturas de moluscos de la pesca industrial, 2004

Especie	Captura trimestral (Miles de libras)			
	1°	2°	3°	4°
Abulón (*Haliotis sp.*)	53	-	70	93
Calamar (*Loliolopsis spp.*)	199	2,005	2,438	1,213

Fuente: FAO (2005)

racol reina vendido en Guatemala proviene de Belice, y muy pocos individuos son capturados incidentalmente en Punta de Manabique. La carne y la concha de este molusco se venden principalmente en los mercados de Livingston y Puerto Barrios (Giró, 2006).

Como se muestra en el Cuadro 5, los precios que alcanza la libra de caracol son altos (en comparación con los de otros mariscos comestibles y tomando en cuenta el salario mínimo del país: US$ 6.50 por día), lo cual justifica el riesgo que corren los pescadores guatemaltecos al incursionar en aguas vecinas.

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas incluye 15 géneros de moluscos de agua dulce en el Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE) para Guatemala. Las especies amenazadas de moluscos marinos son tres (Cuadro 6) (Figura 2).

Presiones como la contaminación de aguas marino-costeras, la deforestación de manglares, el asolvamiento de playas y estuarios y las fluctuaciones climáticas en conjunto contribuyen al declive de las poblaciones de estos invertebrados.

3.2. Crustáceos

Los crustáceos representan uno de los grupos más populares de los invertebrados debido al alto valor económico que alcanzan las especies comestibles como langosta, cangrejo y camarón. Son una clase del filo Arthropoda (al que pertenecen los insectos) y alrededor del mundo hay más de 30,000 especies vivas descritas. Este grupo exhibe una gran diversidad de formas y presentan rangos de tamaño que van desde diminutas formas intersticiales y planctónicas hasta cangrejos con patas de 4 metros de envergadura y langostas que llegan a pesar 17 libras. Los crustáceos se encuentran en un amplio rango de profundidades y en todos los ecosistemas marino-costeros, aunque son pocos los exitosos en forma terrestre. Los crustáceos son el grupo de invertebrados más disperso y diverso que

Cuadro 5. Precios de carne de caracol reina en el año 2006 para Belice y Guatemala

Presentación de la carne	Precio en Belice (US$)	Precio en Guatemala (US$)
Carne parcialmente limpia	3.00/libra	2.00/libra
Carne completamente limpia	5.00/libra	3.00/libra

Fuente: Giró (2006)

Cuadro 6. Especies amenazadas de moluscos marinos de Guatemala

Familia	Especie	Apéndice de CONAP	Apéndice de CITES
Areidae	*Anadara grandis* *Anadara perlabiata*	2 2	- -
Strombidae	*Strombus gigas*	3	II

Fuente: Elaboración propia

habita los océanos del mundo (Brusca y Brusca, 1990).

Dentro de las características que los distinguen están tener cinco pares de apéndices en seis segmentos de la cabeza: dos pares de antenas, un par de mandíbulas y dos pares de partes bucales que utilizan para manipular (birramios). Son de amplia distribución y ocupan hábitats tan diversos como arrecifes de coral, praderas de pastos marinos, planicies arenosas y manglares.

Los escasos estudios que se han llevado a cabo en el país (Arrivillaga y Baltz, 1999; Hidalgo, Villagrán e Ixquiac, 2005; y Gutiérrez, 2007) describen alrededor de 20 especies de crustáceos en el Atlántico, entre ellas: *Callinectes arcuatus, C. toxotes, Cardisoma crassum, Litopenaeus stylirostris, L. californiensis, L. schmitti, Macrobrachium tenellum, Farfantepenaeus notialis, Xiphopenaeus kroyeri, Pagurus critinicornis, Periclimenes longicaudatus y Panulirus argus*.

El grupo del que se encuentra disponible mayor información es el de los camarones, que han sido parte importante de la pesca y acuicultura de Guatemala desde la década de los cincuenta, cuando inició la actividad pesquera con dos embarcaciones comerciales que operaban en el océano Pacífico. De acuerdo con Salaverría (2002), la flota aumentó a 50 para 1985. En la actualidad, operan 25 embarcaciones en el Atlántico y 67 en el Pacífico. Los registros de UNIPESCA (2006) indican que el promedio de las capturas solía ser de 225 TM y en los últimos cuatro años ha disminuido a 162 TM.

Son 14 las especies de crustáceos de importancia comercial en el país (Cuadro 7).

El cultivo de camarones constituye una de las actividades de acuicultura más intensas en Guatemala. Inició en la década de los ochenta, cuando las granjas empezaron a sembrar larvas obtenidas del medio silvestre. Debido al éxito inicial de la actividad, muchas comunidades de pescadores se volcaron a la captura de "pulguilla" (nombre local de la larva), actividad que llevaban a cabo desde la orilla de las playas con pequeñas redes manuales. La facilidad de captura de estas larvas, y los elevados precios que pagaban los acuicultores por volumen, fueron las principales razones por las que podía verse a familias enteras de la costa guatemalteca, desde los niños pequeños hasta los ancianos, capturando larvas entre las olas más someras en las playas.

Durante el auge del cultivo de larvas silvestres, los registros nacionales sumaban 41 granjas en operaciones. Sin embargo, esta bonanza terminó cuando ingresó al país el virus que provoca el Síndrome de Taura, que acabó con la producción en poco tiempo y obligó a la mayoría de granjas de cultivo a cerrar (Azurdia, 2004). La industria se recuperó de este golpe a finales de la década de los noventa, cuando se introdujeron larvas importadas principalmente de Estados Unidos. En la actualidad se estima que existen 740.91 hectáreas dedicadas al cultivo de camarón, las cuales producen 11,513,803 libras anuales (UNIPESCA, 2006).

Las exportaciones de productos hidrobiológicos generan ingresos promedio arriba de US$ 30 millones anuales, de los cuales el 56% constituyen exportaciones de camarón (en su mayoría provenientes de cultivos) (UNIPESCA, 2006).

El Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE) incluye dos géneros de jaibas (*Callinectes y Portunus*) y una especie de camarón (*Macrobrachium tenellum*).

3.3. Corales

Los arrecifes de coral son ecosistemas altamente productivos y de gran importancia, ya

que en ellos se aglomeran o refugian cientos de especies marinas, como peces, cangrejos, camarones, langostas, caracoles, babosas de mar, moluscos, algas, medusas, tiburones, manta rayas, morenas, tortugas y esponjas, por mencionar algunos (Figura 4). También son hábitat de reproducción, crianza y alimentación de gran número de especies de vertebrados e invertebrados. Estos ecosistemas cumplen con funciones ecológicas importantes, como filtración de nutrientes y reducción de la contaminación de las aguas. También amortiguan la fuerza de las olas, lo que evita el asolvamiento de las playas y en ocasiones mitiga el impacto de desastres naturales.

Guatemala forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), la segunda barrera de arrecifes más grande del mundo, que abarca aguas someras marinas desde la península de Yucatán, pasando por Belice y Guatemala, hasta el extremo oeste de Honduras. La porción guatemalteca que corresponde a este sistema es pequeña (en comparación con las extensas formaciones coralinas de Belice) y se caracteriza por tener formaciones de coral dispersas y fragmentadas que crecen en bancos carbonatados. Ha sido descrita como un sitio de moderada riqueza de especies y baja cobertura coralina (Fonseca y Arrivillaga, 2003). Los mismos autores reportan 29 especies de corales para cuatro puntos de estudio en el Atlántico de Guatemala. Las siguientes cuatro son las más comunes y probablemente las más resistentes a la alta sedimentación que existe: *Montastraea cavernosa* (Figura 5), *Siderastrea siderea, Stephanocoenia michelinii y Porites astreoides*. Otras seis especies han sido añadidas a las listas a partir de investigaciones más recientes (A3K-CONAP, 2006; Gutiérrez, 2007).

Cuadro 7. Crustáceos de importancia comercial para Guatemala

Clase	Nombre común	Nombre científico
Crustáceos	Camarón blanco	*Penaeus vannamei*
	Camarón	*Penaeus brevirostris*
	Camarón	*Penaeus californiensis*
	Camarón	*Xipnopenaeus riveti*
	Camarón blanco	*Penaeus stylirostris*
	Camarón moteado	*Penaeus occidentalis*
	Camarón rayado	*Trachypenaeus sp.*
	Camarón de agua dulce	*Macrobrachium sp.*
	Langosta	*Panulirus gracilis*
	Langostino	*Solenostera gatesi*
	Langostino	*Solenostera mutator*
	Langostino	*Solenostera florea*
	Langostino	*Sicyomia disdorsalis*
	Jaiba	*Menippe frontalis*

Fuente: UNIPESCA (2006) y com. pers. Jolón[2]



Figura 4. Langosta espinuda (*Panulirus argus*) en arrecifes del mar Caribe de Guatemala
Crédito: Giró, A.

No hay evidencias de que existan arrecifes de coral en el Pacífico de Guatemala, solamente hay reportes de corales aislados que crecen en sustratos sólidos (Cortés y Hatziolos, 1998; Fonseca y Arrivillaga, 2003).

El ecosistema de arrecifes de coral tiene, además de la importancia ecológica mencionada en los párrafos anteriores, dos razones por las que su protección es conveniente desde el punto de vista económico:

1. Es uno de los principales sitios de pesca utilizados por las comunidades de Punta de Manabique debido a su alta diversidad.

2. Tiene un alto potencial para desarrollarse como atractivo turístico, ya que es de fácil acceso y se encuentra situado frente a las playas del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, un área protegida que puede beneficiarse del turismo de bajo impacto.

Las 35 especies de corales que se reportan en Guatemala se encuentran en el Apéndice II de CITES, el cual incluye especies que no necesariamente están amenazadas de extinción pero que están bajo protección para evitar que el mal uso las ponga en riesgo de desaparecer (Cuadro 8). Los corales que se encuentran en Guatemala no se cosechan para ningún uso (a diferencia de lo que sucede en otros países de la región). Su principal amenaza es la sedimentación que proviene fundamentalmente del río Motagua, cuyas aguas desembocan en el Atlántico arrastrando grandes descargas de partículas en suspensión, basura y agroquímicos. Otra amenaza es constituida por las anclas que se dejan caer en los bajos y que rompen el coral. En la actualidad se lleva a cabo un proyecto de delimitación de zonas de anclaje para reducir la pérdida de corales[3].

3.4. Peces de aguas continentales, de esteros y marinos

Los peces son vertebrados adaptados para la vida en el agua. Su respiración se lleva a cabo mediante branquias y sus extremidades, llamadas aletas, les permiten la locomoción dentro del medio líquido. La ictiología es la



Figura 5. Coral (*Montastraea cavernosa*) con pólipos cerrados en el Atlántico guatemalteco
Crédito: Giró, A.

rama de la zoología que se encarga de su estudio.

Los peces se originaron a partir de otros cordados hacia el comienzo del Cámbrico y constituyen en la actualidad el grupo de vertebrados más diversificado en el mundo con un estimado de 28,500 especies (Kihn *et al.*, 2006b). Pueden clasificarse ecológicamente, por su tolerancia a distintas salinidades, en eurihalinos o estenohalinos, así como por otros aspectos de su adaptación, como su distribución vertical en la columna de agua, a partir de la cual pueden ser bentónicos o demersales.

La gran mayoría de las especies hoy existentes pertenecen a dos grupos: los condrictios o peces cartilaginosos *(Chondrictyes)*, que incluyen a tiburones, rayas y quimeras, caracterizados por poseer hendiduras branquiales externamente visibles y un esqueleto compuesto sólo de cartílago; y los osteictios *(Osteichtyes)*, con esqueleto óseo y branquias protegidas mediante un opérculo. Muchas diferencias morfológicas, anatómicas y fisiológicas distinguen a ambos grupos. Los condrictios son vertebrados primitivos, pero muy exitosos evolutivamente; un ejemplo de esto son los tiburones, animales antiquísimos que no han cambiado mucho desde su origen.

Los elasmobranquios (*Elasmobranchii*) conforman un grupo dentro de los peces condrictios o cartilaginosos (clase *Chondrichthyes*). Comprende, entre otros, los tiburones, los batoideos y las quimeras. El esqueleto de estos peces está formado por cartílago y el cuerpo se halla recubierto de dentículos dérmicos que le dan un tacto muy áspero.

Los *Actinopterygii* son el clado dominante de los vertebrados, con más de 27,000 especies de peces actuales, distribuidas en casi todos los ambientes marinos, dulceacuícolas y salobres. Han desarrollado estrategias adaptativas que los capacitan para colonizar toda clase de ambientes acuáticos. Las especies más conocidas de peces pertenecen a este grupo: truchas, salmones, sardinas, lucios, percas, arenques, atunes, peces planos, carpas, anguilas, etc.

3.4.1. Ensamble de especies ícticas en el país

La ictiofauna del país ha sido objeto de diversos estudios desde hace muchos años (para detalles ver Kihn, Cano y Morales, 2006b), pero pocos de éstos presentan una integración completa de las especies presentes en Guatemala, desde el área continental hasta la Zona Económica Exclusiva. Parte de este problema es que las bases de datos con in-

Cuadro 8. Corales del Atlántico de Guatemala y su estatus en CITES

Familia	Especie	CITES
Milleporidae	*Millepora complanata*	II
Poritidae	*Porites astreoides* *Porites porites* forma *divariacata*	II II
Siderastreidae	*Siderastrea siderea* *Siderastrea radians*	II II
Agariciidae	*Leptoseris cucullata* *Agaricia undata* *Agaricia agaricites* *Agaricia tenuifolia* *Agaricia grahamae*	II II II II II
Oculinidae	*Oculina diffusa*	II
Faviidae	*Manicina areolata* *Montastraea franksi* *Montastraea annularis* *Montastraea faveolata* *Montastraea cavernosa* *Solenastrea hyades* *Colpophyllia natans* *Diploria labyrinthiformis* *Diploria strigosa*	II II II II II II II II II
Meandriniidae	*Meandrina maeandrites* *Dichocoenia stokesii*	II II
Mussidae	*Scolymia cubensis* *Mycetophyllia lamarckiana* *Mycetophyllia ferox* *Mycetophyllia aliciae* *Mycetophyllia daniana* *Mussa angulosa*	II II II II II II
Caryophyllidae	*Eusmilia fastigiata* *Phyllangia americana*	II II
Pocilloporidae	*Madracis decactis* *Madracis mirabilis*	II II
Acropridae	*Acropora cervicornis*	II
Astrocoeniidae	*Stephanocoenia michelinii*	II

Fuente: Elaboración propia con datos de Fonseca y Arrivillaga (2003); Giró (2006b); Gutiérrez en prep. (2007); CITES

formación sobre peces usualmente se encuentran solamente en formato impreso y no en electrónico, y no se ubican fácilmente.

El único dato que se aproxima a la diversidad de peces del país es la cita de 651 especies que se presenta en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB) (CONAP, CONAMA, MAGA, 1999), la cual hace referencia a dos estudios: Villar (1998) y Dix & Dix (1999), pero desafortunadamente el documento no presenta bibliografía, lo que hace difícil comprender cómo se ha obtenido dicho dato. Ese mismo valor ha sido repetido en diferentes compilaciones y sólo se ha actualizado recientemente el de especies continentales (Kinh *et al.*, 2006a).

La presente descripción busca actualizar dichos datos por medio de la revisión y búsqueda de información en fuentes secundarias que de alguna manera integran esfuerzos intensivos de recopilación, tales como los cruceros de investigación realizados por FAO en el Pacífico de Guatemala (Strømme y Sætersdal 1988, 1988a), estudios realizados por USAC-UNIPESCA-AGEXPRONT (Salaverría, 1998, 2002), la reciente compilación de peces continentales (Kihn *et al.*, 2006) y la base de datos Fish Base (Froese y Pauly, 2007) que contiene información muy completa de las especies reportadas para el país, así como una revisión de otras publicaciones recientes de especies reportadas en otras áreas del país (Sigüenza de Micheo y Ruiz, 1999; Barrientos, 1999; PRADEPESCA/UNIPESCA-MAGA/FENAPESCA/MDN, 1999; Willink *et al.*, 2000; UNIPESCA, 2002; Jolón *et al.*, 2005; Kinh *et al.*, 2006).

Por facilidad y con fines comparativos con la ENB, la información se agrupa en tres grandes grupos: especies continentales de agua dulce o dulce acuícolas (ECAD, baja o nula salinidad), especies continentales de agua salobre o esteros (ECE, oscilaciones de salinidad entre 15-29 ppm) y especies marinas (EMA, con rangos de salinidad entre 30-35 ppm). La definición del segundo grupo es controversial, tal como lo indica Kihn *et al.* (2006a) y, sin ánimo de entrar en una discusión técnica, el Cuadro 9 resume la comparación de cantidades de especies de acuerdo con la clasificación anterior.

La ictiofauna de Guatemala se encuentra compuesta por un aproximado de 1,033 especies, 459 géneros pertenecientes a 155 familias, agrupadas en 43 órdenes y dos clases (resumen en el Cuadro 10).

De este total de especies, solamente 32 (es decir, el 3.1%) cuentan con algún grado de protección en listados nacionales e internacionales, tal como se muestra en el Cuadro 11 a y b.

Cuadro 9. Número de especies de peces de Guatemala agrupadas de acuerdo con su tolerancia a la salinidad[4]

Grupo Funcional	Strømme y Sætersdal 1988	Salaverría 1998	ENB 1999	Jolón *et al.* 2006	Kinh *et al.* 2006	Froese y Pauly 2007	Esta Revisión
ECAD	-	-	112	-	241	119	178
ECE	31	38	185	40	-	104	125
EMA	138	159	354	64	-	667	730
TOTAL	169	197	651	104	241	890	1033

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10. Detalle del número de especies por clase y orden de la ictiofauna guatemalteca

No.	Orden	Clase (No. Sps)		Total general
		Actinopterygii	Elasmobranchii	
1	Perciformes	521		521
2	Clupeiformes	53		53
3	Pleuronectiformes	48		48
4	Cyprinodontiformes	48		48
5	Anguilliformes	39		39
6	Beloniformes	36		36
7	Tetraodontiformes	32		32
8	Siluriformes	29		29
9	Carcharhiniformes		27	27
10	Scorpaeniformes	23		23
11	Rajiformes		21	21
12	Myctophiformes	17		17
13	Ophidiiformes	12		12
14	Syngnathiformes	12		12
15	Aulopiformes	10		10
16	Godiformes	10		10
17	Characiformes	10		10
18	Atheriniformes	9		9
19	Lophiiformes	8		8
20	Beryciformes	6		6
21	Gadiformes	6		6
22	Osmeriformes	6		6
23	Batrachoidiformes	5		5
24	Lampriformes	5		5
25	Cypriniformes	4		4
26	Elopiformes	3		3
27	Gobiesociformes	3		3
28	Pristiformes		3	3
29	Saccopharyngiformes	3		3
30	Torpediniformes		3	3
31	Gymnotiformes	3		3

No.	Orden	Clase (No. Sps)		Total general
		Actinopterygii	Elasmobranchii	
32	Albuliformes	2	2	4
33	Heterodontiformes		2	2
34	Lamniformes			2
35	Orectolobiformes		2	2
36	Stephanoberyciformes	2		2
37	Synbranchiformes	2		2
38	Gonorynchiformes	1		1
39	Squatiniformes		1	1
40	Stomiiformes	1		1
41	Actinopterygii	1		1
42	Lepisosteiformes	1		1
43	Salmoniformes	1		1
	Total general	972	61	1033

Fuente: Elaboración propia

El Listado de Especies Amenazadas de Extinción (LEAE) elaborada por CONAP sufrió pocos cambios entre la publicación de 1999 y la de 2006, incrementándose únicamente tres especies, dos en el Índice 1 y una en el Índice 3. Los anteriores cambios fueron similares a los observados en la Lista Roja de UICN para un período de tres años (Cuadro 12).

De acuerdo con las interpretaciones que se hacen de los índices de CONAP[6], se han extinguido en el país tres especies de peces de agua salada: *Hippocampus erectus, Hippocampus ingens* y *Scolichthys greenwayi* (ver Cuadro 11, Jolón *et al.* 2005, detalles al respecto pueden verse en Jolón y Sánchez, 2006). A pesar de la reciente actualización que se hizo del listado nacional, se evidencia que no hay revisiones profundas en el mismo, ya que al menos siete nombres científicos de los 17 incluidos en la publicación del Diario Oficial estaban desactualizados.

Se calcula que hay 18 especies endémicas de peces en el país (Cuadro 13), 12 reportadas en la Fish Base, FB (Froese & Pauly, 2007), y 17 reportadas por Kinh *et al.*, (2006 a). Dos de las especies reportadas por Kinh *et al.* (2007a) aparecen en el FB con reporte para otros países, a saber: *X. mayae* aparece reportada para Honduras y *C. stuarti* para Belice; sin embargo, dicha información debe ser analizada por los especialistas en taxonomía de este grupo.

3.4.2. Usos y amenazas de la ictiofauna

Se estima que la pesca y acuicultura en Guatemala generaron en 2004 un valor bruto cercano a los US$ 45.6 millones. En los últimos cinco años, la acuicultura se ha convertido en el sector de la producción que crece más rápidamente. La población nacional que se beneficia directamente de la actividad pesquera se cuantifica en 155,000 familias, las

cuales se distribuyen dentro de los primeros cien (100) kilómetros distantes de la costa. De este gran número de familias, cerca de 38,320 habitantes constituyen los actores directos de la actividad y alrededor de 9,500 se incorporan eventualmente en actividades colaterales (Cuadro 14) (FAO, 2005).

En el país existen diferentes tipos de pesquerías a nivel artesanal e industrial. Las principales son las dedicadas a la extracción de peces de escama (continental y marina), tiburones, dorados, pargos, meros chernas; y la de crustáceos (camarones, camaroncillos y langostinos). El efecto sinérgico de las pesquerías en las aguas dulces y marinas del país indica que el recurso va en franco deterioro y que las capturas han disminuido notablemente.

La totalidad de la flota pesquera en las aguas jurisdiccionales de la Zona Económica Exclusiva (grande, mediana y pequeña escala) es de bandera nacional, esto quiere decir que no existe ninguna embarcación operando con bandera extranjera. No obstante, para la pesquería de atún, están autorizadas cuatro embarcaciones de capital extranjero con abanderamiento guatemalteco, dentro del marco de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, en donde Guatemala posee una cuota de extracción.

Las categorías de la actividad pesquera en el océano Pacífico comprenden:

- Pesca industrial de camarón costero y fauna asociada (grande y mediana escala) con 65 embarcaciones.
- Pesca artesanal de camarón costero y fauna asociada con alrededor de 4,500 embarcaciones.
- Pesca de atún (gran escala) con cinco embarcaciones.
- Pesca de peces pelágicos y demersales, tiburón, dorado, pargo, etc. (grande y mediana escala), con 22 embarcaciones.
- Pesca de sardina (mediana escala) con una embarcación.

Cuadro 11. El LEAE de la ictiofauna guatemalteca y su estatus en los listados nacionales e internacionales

(a)

Nombre científico	UICN[5]	CITES	CONAP
Atractosteus tropicus (Lepisosteus tropicus)			3
Amphilophus (=Astatheros) longimanus			3
Archocentrus nigrofasciatus			3
Astyanax fasciatus		I	3
Balistes vetula	(A2d)		
Carcharhinus longimanus	(A2ad+3d+4ad)		
Cichlasoma trimaculatum			3
Dermatolepis inermis	(A2d)		
Diplobatis ommata	(A2bd+3bd+4bd)		
Epinephelus itajara	(A2d)		

Nombre científico	UICN[5]	CITES	CONAP
Epinephelus niveatus	(A1d+2d, B1+2e)		
Epinephelus striatus	(A2ad)		
Hippocampus erectus	(A4cd)	II	1
Hippocampus ingens	(A4cd)	II	1
Lachnolaimus maximus	(A2d)		
Lutjanus analis	(A2d, B1+2e)		
Lutjanus cyanopterus	(A2d)		
Megalops atlanticus		I	3
Pagrus pagrus	(A1bd+2d)		
Parachromis motaguensis (Cichlasoma motaguense)			3
Petenia splendida			2
Poeciliopsis gracilis			2
Pristis perotteti	(A1abc+2cd)		
Pristis pristis	(A1abc+2cd)		
Rhamdia laticauda (=cabrerae)		I	2
Rhincodon typus	(A1bd+2d)		
Scarus guacamaia	(A1d+2d)		
Scolichthys greenwayi			1
Scolichthys iota			2
Theraps lentiginosus (Cichlasoma lentiginosum)			3
Thorichthys affinis (Cichlasoma affine)			2
Thorichthys aureus (Cichlasoma aureum)			3
Total especies	17	5	17

Fuente: Elaboración propia con información de CONAP (2000 a y b), Froese & Pauly (2007)

(b)

Taxa	íNDICE CONAP			Sin categorizar	Total especies amenazadas	Total especies reportadas	% amenazado
	1	2	3				
				1999			
Peces	1	4	9	0	14	178	8
				2006			
Peces agua dulce	1	4	10	0	15	178	8.43
Peces agua salada	2	0	0	0	2	855	0.23

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Extractos de la Lista Roja de UICN (2004 y 2006). Especies amenazadas en Guatemala (categorías en peligro, en peligro crítico y vulnerables), totales por grupo taxonómico

Grupo	Años	
	2004	2006
Plantas	85	86
Anfibios	74	79
Peces	14	16
Reptiles	10	11
Aves	10	11
Mamíferos	7	9
Otros	6	5
Moluscos	2	2
Total	208	219

Fuente: http://www.iucnredlist.org/info/tables

- Pesca de langostino chileno (grande y mediana escala) con dos embarcaciones.
- Pesca deportiva con presencia de 250 embarcaciones.

Las categorías de la actividad pesquera en el océano Atlántico comprenden:

- Pesca deportiva con presencia de 350 embarcaciones.
- Pesca de camarón (pequeña escala), 35 embarcaciones.
- Pesca de peces (pequeña escala y artesanal) con 3,250 lanchas.
- Pesca de manjúa (pesca artesanal) con 150 lanchas.
- Pesca de langosta (pequeña escala) con 22 lanchas.
- Pesca de camarón (pequeña escala o artesanal especializada) con 52 embarcaciones.

Las categorías de la actividad pesquera en las aguas interiores comprenden:

- Pesca de especies en general (sector artesanal 95% y pequeña escala 5%) en 1,151 cuerpos de agua con un aproximado de 29,500 pescadores.
- Pesca de especies en general (sector subsistencia 100%) en 3,000 km de ríos con un aproximado de 7,500 pescadores con y sin embarcaciones.
- Pesca deportiva. Aunque no se tiene un registro de este tipo de pesca en aguas continentales, se estiman 550 individuos que llevan a cabo pesca deportiva en los siete lagos más grandes del país y algunos ríos de alto caudal.

Según los reportes más recientes sobre la pesca artesanal que se lleva a cabo en ambos litorales del país (Jolón *et al.*, 2005) se estima que actualmente se están capturando cerca de 176 especies (108 identificadas con especímenes colectados[7]), lo que equivale al 20.6% de la ictiofauna.

Si sumamos al dato anterior el impacto sinérgico[8] de las pesquerías en su conjunto, podemos predecir que el número puede ser todavía mayor. La pesquería de arrastre de camarón a escala industrial en el océano Pacífico afecta a cerca de 197 especies diferentes de peces (Salaverría, 1998; Ixquiac, 1998) las cuales raramente son aprovechadas. Estas especies se conocen como la Fauna de Acompañamiento (FAC) y constituyen entre un 99% y un 78% de la captura total de las redes de arrastre (Strømme y Sætersdal, 1988, 1988a; Salaverria, 1998; Ixquiac, 1998).

La pesca continental ejerce presión sobre un total de 99 especies distribuidas en 28 familias (Cuadro 15).

Sin embargo, todos los registros de estadística pesquera sobre la utilización de las especies marinas, de agua dulce y de estero, son parciales, lo cual no permite dimensionar adecuadamente cuál es la intensidad y magnitud de la presión que actualmente se ejerce sobre dichos recursos.

Cuadro 13. Especies endémicas de peces para Guatemala

No.	Familia	Nombre científico	Fuente
1	Cichlidae	*Amphilophus margaritifer*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
2	Cichlidae	*Archocentrus spinosissimus*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
3	Poeciliidae	*Heterandria attenuata*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
4	Poeciliidae	*Heterandria cataractae*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
5	Poeciliidae	*Heterandria dirempta*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
6	Poeciliidae	*Heterandria litoperas*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
7	Poeciliidae	*Heterandria obliqua*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
8	Poeciliidae	*Scolichthys greenwayi*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
9	Poeciliidae	*Scolichthys iota*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
10	Cichlidae	*Vieja melanura*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
11	Poeciliidae	*Xenodexia ctenolepis*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
12	Poeciliidae	*Xiphophorus signum*	Froese & Pauly 2007, Kinh *et al.*, 2006a
13	Poeciliidae	*Xiphophorus mayae*	Kinh *et al.*, 2006a
14	Characidae	*Bramocharax baileyi*	Kinh *et al.*, 2006a
15	Characidae	*Bramocharax dorioni*	Kinh *et al.*, 2006a
16	Poeciliidae	*Carlhubbsia stuarti*	Kinh *et al.*, 2006a
17	Arridae	*Potomarius izabalensis*	Kinh *et al.*, 2006a
18	Poeciliidae	*Poecilia rositae*	Kinh *et al.*, 2006a

Fuente: Elaboración propia

La extracción comercial de crustáceos también tiene un impacto directo sobre la ictiofauna. Entre 2002 y 2006, se estima que se han extraído del medio silvestre cerca de 4,111 TM de camarón de acuerdo con los registros estadísticos de UNIPESCA (Cuadro 16). Como se mencionó anteriormente, esto significa que la Fauna de Acompañamiento (FAC) puede corresponder a un rango de entre 78 y 99% de la captura total realizada por las redes de arrastre (Salaverría, 1998; Ixquiac, 1998; Salaverría, 2002), lo que se traduce en una extracción de 18,687 a 1,868,797 TM de FAC, que no son aprovechadas en su totalidad. Esta extracción afecta a un aproximado de más de 200 especies diferentes de peces (Strømme y Sætersdal, 1988a; Salaverría, 1998; Ixquiac, 1998).

Además, esta actividad afecta a otro tipo de fauna, como las tortugas marinas. Tal como se indica en el acápite correspondiente, los barcos de arrastre de camarón deben estar equipados con un Dispositivo Excluidor de Tortugas Marinas (DET's) en cada red con el fin de reducir la captura y mortalidad de tortugas que queden atrapadas en este tipo de pesca.

La pesca de escama entre 2002 y 2006 ha reportado un total de desembarques equivalentes a casi 2,300 toneladas métricas, con rangos que oscilan desde las 123 TM hasta las 680 TM (Cuadro 17). Estas variaciones pueden explicarse por cambios anuales en las capturas y por el precio de mercado que hace más apetecible la captura de una especie u otra. Cabe destacar que para algunas de estas pesquerías se están tomando medidas de ordenamiento como el Plan de Acción de Tiburones o el empleo de anzuelos circulares para reducir las capturas de especies no objetivo (mamíferos marinos y tortugas).

Los tiburones y el dorado constituyen cerca del 99% de los desembarques reportados de escama durante el período indicado (Figura 6). Este grupo de especies presenta poca captura incidental y se considera que las artes de pesca son mucho más selectivas que la técnica de arrastre. Uno de los principales problemas de esta pesquería es la recuperación de poblaciones de peces que ocupan los lugares altos en las cadenas tróficas, ya que algunas poblaciones de tiburones tardan hasta 14 años en duplicar sus poblaciones en condiciones naturales.

Cuadro 14. Información general sobre los beneficios generados por el aprovechamiento de recursos hidrobiológicos en el país

Descriptor	Cantidad
Empleo estimado (2004)	
i) Sector primario (incluida la acuicultura)	38,320 empleos
ii) Sector secundario	9,500 empleos
Valor bruto de la producción pesquera	US$ 45.6 millones
Valor bruto de la producción pesquera industrial (2004)	US$ 19.8 millones
Comercio	
Valor de las importaciones pesqueras (2004)	US$ 12.5 millones
Valor de las exportaciones pesqueras (2004)	US$ 39.4 millones

Fuente: FAO, (2005)

Cuadro 15. Detalle del número de especies por familia que se usan con fines alimenticios y de comercialización, ordenadas por grupo funcional

No.	Familia	Grupo funcional[9]			Total
		EMA	ECAD	ECE	
1	Cichlidae	3	32		35
2	Carangidae	23	3		26
3	Haemulidae	13	7		20
4	Scianidae	17			17
5	Ariidae	13		2	15
6	Lutjanidae	11	2	2	15
7	Poeciliidae		12		12
8	Gerreidae	2	7	2	11
9	Serranidae	9		1	10
10	Centropomidae	4	1	2	7
11	Carcharhinidae	6			6
12	Scombridae	6			6
13	Stromateidae	5			5
14	Atherinopsidae		4		4
15	Centrarchidae		4		4
16	Characidae		4		4
17	Mugilidae		2	2	4
18	Polynemidae	3		1	4
19	Sphyrnidae	4			4
20	Paralichthyidae		3		3
21	Priacanthidae	3			3
22	Sphyranidae	3			3
23	Achiridae		2		2
24	Belonidae	1	1		2
25	Ephipidae	2			2
26	Exocoetidae	2			2
27	Labridae	1	1		2
28	Lobotidae	2			2
29	Ni (No identificado)		1		1
30	Paralichthydae	2			2

No.	Familia	Grupo funcional[9]			Total
		EMA	ECAD	ECE	
31	Profundulidae		2		2
32	Synbranchidae	1	1		2
33	Triakidae	2			2
34	Albulidae	1			1
35	Alopidae	1			1
36	Anablepidae		1		1
37	Balistidae	1		2	1
38	Batrachoididae		1	2	1
39	Bothidae	1			1
40	Clupeidae	1	1	2	2
41	Cyprinidae		1	1	1
42	Eleotridae		1	2	1
43	Elopidae	1			1
44	Hemiramphidae		1		1
45	Heptapteridae		1		1
46	Khyphosidae	1			1
47	Lepisosteidae		1		1
48	Megaloidae		1		1
49	Rajidae	1			1
50	Salmonidae		1		1
51	Sparidae	1			1
52	Xiphiidae	1			1
	Total	148	99	12	259

Fuente: Elaboración propia

Un aspecto importante y que llama la atención es que la revisión de las principales bases de datos internacionales sobre pesca y acuicultura muestra diferencias significativas en los números que presentan, como los observados en las bases de FAO (Fishstat) y CEPAL (CEPAL Stat). En esta última, la información acerca de camarón extraído es superior a lo reportado en FAO o en UNIPESCA. Se asume que los datos reportados por CEPAL incluyen datos de pesca artesanal y que la diferencia se explica con base en ello.

El contexto mundial indica que cerca del 75% de las principales poblaciones de peces marinos comerciales supervisadas, y la mayoría de peces de aguas tierra adentro, requieren de sistemas mejorados o nuevos de ordenación, lo que refleja la necesidad de un mecanismo acertado de gestión ante la sobre-

Cuadro 16. Detalle de capturas anuales de camarón, esfuerzo de captura y estimado de la FAC en el Pacífico guatemalteco

Mes	Descriptor	Año					Total (Lbs.)
		2002	2003	2004	2005	2006	
Enero	Esfuerzo/pesca (mes)	633.00	955.00	690.00	98.00	121.00	2,497.00
	Desembarque camarón	64,510.50	141,786.00	68,853.60	31,022.00	15,770.00	321,942.10
Febrero	Esfuerzo/pesca (mes)	506.00	1,087.00	687.00	141.00	159.00	2,580.00
	Desembarque camarón	38,172.00	147,549.00	77,367.82	127,189.50	35,685.00	425,963.32
Marzo	Esfuerzo/pesca (mes)	1,056.00	1,115.00	560.00	127.00	212.00	3,070.00
	Desembarque camarón	89,069.00	207,685.00	54,011.09	109,769.00	39,434.50	499,968.59
Abril	Esfuerzo/pesca (mes)	537.00	856.00	665.00	151.00	159.00	2,368.00
	Desembarque camarón	60,556.00	161,908.00	133,839.20	54,528.50	39,416.50	450,248.20
Mayo	Esfuerzo/pesca (mes)	960.00	994.00	121.00	140.00	0.00	2,215.00
	Desembarque camarón	105,272.00	305,624.00	27,717.00	82,183.00	0.00	520,796.00
Junio	Esfuerzo/pesca (mes)	729.00	1,072.00	818.00	579.00	364.00	3,562.00
	Desembarque camarón	73,404.00	358,627.00	287,162.06	124,157.00	75,942.00	919,292.06
Julio	Esfuerzo/pesca (mes)	915.00	1,024.00	740.00	884.00	473.00	4,036.00
	Desembarque camarón	101,624.00	349,770.00	214,810.36	213,816.00	190,757.00	1,070,777.36
Agosto	Esfuerzo/pesca (mes)	840.00	1,008.00	926.00	764.00	191.00	3,729.00
	Desembarque camarón	95,565.00	294,504.05	45,016.00	162,309.00	308,042.00	905,436.05
Septiembre	Esfuerzo/pesca (mes)	665.00	1,103.00	954.00	516.00	628.00	3,866.00
	Desembarque camarón	83,402.00	448,070.14	149,614.41	125,856.00	180,108.00	987,050.55
Octubre	Esfuerzo/pesca (mes)	1,021.00	1,138.00	1,018.00	557.00	565.00	4,299.00
	Desembarque camarón	315,987.00	357,830.44	177,812.02	293,714.00	139,014.00	1,284,357.46
Noviembre	Esfuerzo/pesca (mes)	1,051.00	990.00	1,115.00	633.00	481.00	4,270.00
	Desembarque camarón	202,799.00	318,661.91	197,612.48	286,423.00	124,753.00	1,130,249.39
Diciembre	Esfuerzo/pesca (mes)	1,014.00	1,166.00	969.00	135.00	354.00	3,638.00
	Desembarque camarón	143,643.00	228,452.34	84,464.59	27,405.00	63,940.50	547,905.43
Esfuerzo pesca anual		9,927.00	12,508.00	9,263.00	4,725.00	3,707.00	40,130.00
Desembarque camarón anual (lbs)		1,374,003.50	3,320,467.88	1,518,280.63	1,638,372.00	1,212,862.50	9,063,986.51
Desembarque camarón anual (TM)		623.24	1,506.14	688.68	743.15	550.15	4,111.36
FAC (78%) TM		2,209.66	5,339.95	2,441.69	2,634.82	1,950.51	14,576.62
FAC (99%) TM		61,700.76	149,107.86	68,179.32	73,571.85	54,464.85	407,024.64

Fuente: Elaboración propia con datos de la Unidad de Registro y Estadística de UNIPESCA (2007)

pesca. Lo anterior implica la implementación de medidas de conducta responsable para el manejo de los recursos pesqueros del país y la implementación de medidas técnicas, económicamente viables y socialmente aceptadas por parte de los grupos interesados.

El compromiso descrito en el párrafo anterior debe articular las diferentes iniciativas nacionales de ordenamiento y uso de los recursos naturales vinculados a humedales y pesquerías. Es decir que la Política Nacional de Recursos Hidrobiológicos, la Política Nacional

Cuadro 17. Detalle por año de las capturas de las principales especies de peces en Guatemala

Especie	Año						Total (Lbs.)	Total TM
	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
Tiburón grande	430,703.00	755,878.00	600,349.00	496,508.00	332,455.00	180,080.00	2,795,973.00	1,268.23
Dorado grande	833,531.00	534,061.00	33,349.00	33,909.00	15,867.00	21,178.00	1,471,895.00	667.64
Tiburón mediano	92,470.00	32,155.00	7,250.00	14,159.00	58,047.00	19,789.00	223,870.00	101.55
Tiburón pequeño	24,527.00	32,083.00	14,962.00	16,050.00	21,147.00	6,089.00	114,858.00	52.10
Tiburón mico	22,719.00	12,151.00	3,699.00	4,316.00	33,008.00	18,789.00	94,682.00	42.95
Sardina	-	-	93,000.00	-	-	-	93,000.00	42.18
Marlin	15,488.00	19,677.00	2,635.00	560.00	9,594.00	7,770.00	55,724.00	25.28
Tiburón troncho	14,499.00	25,799.00	-	-	-	-	40,298.00	18.28
Atún A. amarilla	-	26,137.00	10,952.00	112.00	-	-	37,201.00	16.87
Tiburón cornuda	8,321.00	8,167.00	615.00	2,481.00	4,213.00	3,895.00	27,692.00	12.56
Pargo rojo	6,254.00	3,057.00	-	-	-	5,845.00	15,156.00	6.87
Aleta de tiburón	1,126.00	9,645.00	10.00	2,139.00	370.00	-	13,290.00	6.03
Pez espada	6,644.00	3,353.00	492.00	135.00	889.00	1,570.00	13,083.00	5.93
Dorado mediano	536.00	9,479.00	-	22.00	548.00	2,374.00	12,959.00	5.88
Atún barrilete	8,542.00	3,950.00	-	-	-	-	12,492.00	5.67
Tiburón punta	10,139.00	162.00	-	-	-	-	10,301.00	4.67
Pargo lunarejo	8,745.00	604.00	-	-	-	-	9,349.00	4.24
Pargo dentón	6,181.00	1,093.00	-	-	-	189.00	7,463.00	3.39
Dorado pequeño	2,962.00	2,164.00	-	408.00	737.00	989.00	7,260.00	3.29
Calamar gigante	-	4,906.00	-	-	-	-	4,906.00	2.23
Tiburón blanco	-	-	164.00	2,199.00	-	-	2,363.00	1.07
Manta raya	-	241.00	-	-	825.00	1,137.00	2,203.00	1.00
Pargo amarillo	566.00	1,148.00	-	-	-	-	1,714.00	0.78
Tiburón gelatina	663.00	-	-	-	-	-	663.00	0.30

Especie	Año						Total (Lbs.)	Total TM
	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
Tiburón volador	175.00	32.00	-	231.00	-	-	438.00	0.20
Tiburón tintorera	265.00	88.00	-	-	-	-	353.00	0.16
Quinoa	-	252.00	-	-	-	-	252.00	0.11
Marlin rosado	-	-	233.00	-	-	-	233.00	0.11
Guacamallo	-	169.00	-	-	-	-	169.00	0.08
Cazón	-	-	128.00	-	-	-	128.00	0.06
Barracuda	-	30.00	-	-	-	-	30.00	0.01
Total (lbs)	1,497,057.00	1,488,453.00	769,841.00	575,233.00	479,705.00	271,700.00	5,069,998.00	
Total (TM)	679.05	675.15	349.19	260.92	217.59	123.24		2,299.71

Fuente: Elaboración propia con datos de la Unidad de Registro y Estadística de UNIPESCA (2007)

de Humedales y los diferentes planes de ordenamiento de las pesquerías deben implementarse y armonizarse a nivel práctico, con el fin de potenciar los esfuerzos que todos los guatemaltecos estamos realizando para proteger nuestros valiosos recursos naturales.

3.5. Reptiles marinos

3.5.1. Tortugas marinas

Las playas del mar Caribe y el océano Pacífico de Guatemala son sitio de anidación de cinco especies de tortugas marinas. Este número es excepcionalmente alto considerando que únicamente existen siete especies en todo el mundo. Las cinco que anidan en Guatemala son *Lepidochelys olivacea* (parlama), *Chelonia mydas* (verde), *Caretta caretta* (cabezona), *Dermochelys coriacea* (baule) *y Eretmochelys imbricata* (carey).

De acuerdo con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y la lista roja de UICN, las cinco especies se encuentran en peligro de extinción. Dos de ellas, las tortugas baules *(Dermochelys coriacea)* y las carey *(Eretmochelys imbricata)* se encuentran en peligro crítico (afrontan riesgo de extinción extremadamente alto en el futuro inmediato) y las tres restantes están en la categoría de en peligro, lo que se traduce en un riesgo alto de que las poblaciones silvestres desaparezcan.

CITES ubica las cinco especies dentro del Apéndice I, que incluye a las especies en peligro de extinción cuyo comercio se autoriza únicamente bajo condiciones excepcionales. La anidación de tortugas en Guatemala ocurre en ambas costas. En las playas del mar Caribe se reporta la anidación de *C. mydas, C. caretta, E. imbricata* y *D. coriacea*. En el Pacífico anidan *L. olivacea, C. mydas, D. coriacea* y hay avistamientos esporádicos de *E. imbricata* (Cuadro 18).

Guatemala es uno de los pocos países en donde pueden observarse tortugas marinas en aguas de esteros. La Posa del Nance, un ensanchamiento del Canal de Chiquimulilla localizado en la aldea Sipacate, Naranjo, es visitada por tortugas marinas durante todo el año. La posa se conecta con el océano Pacífico por una boca barra, que se cree es

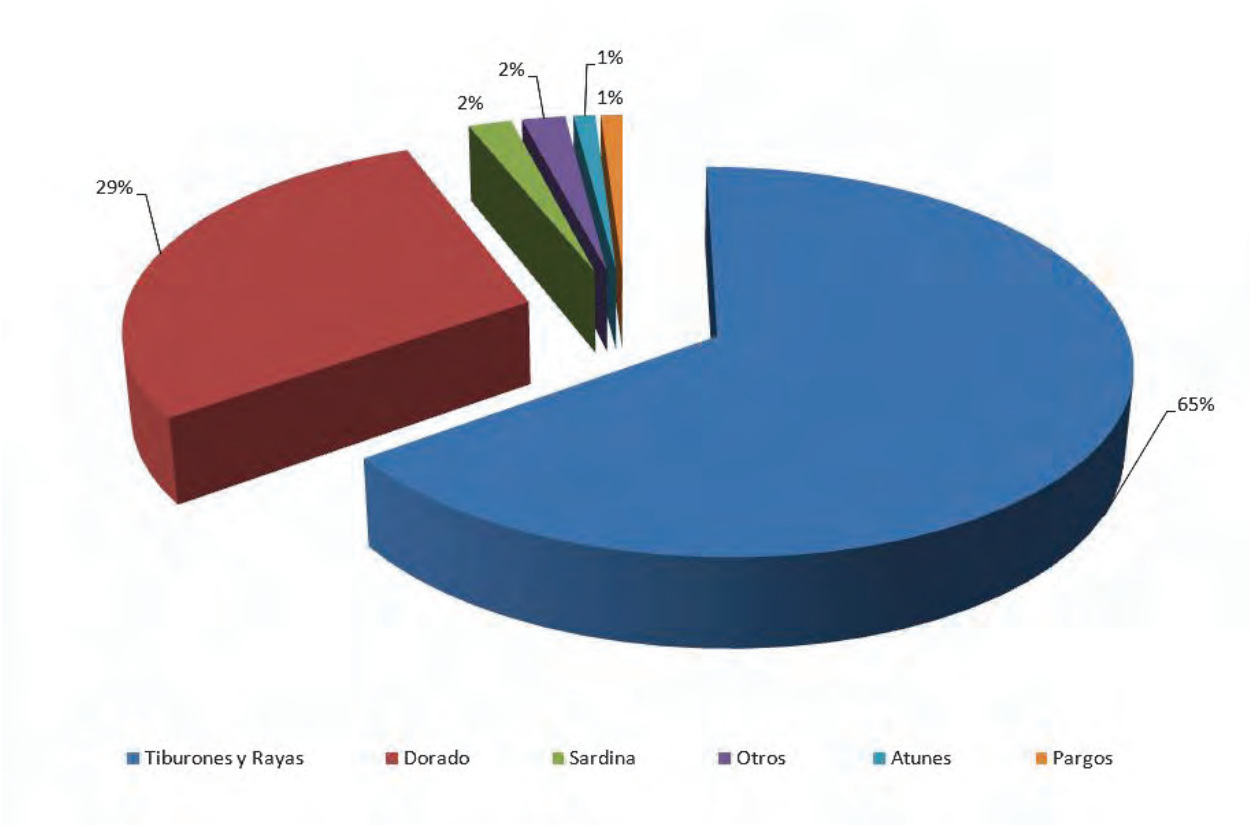


Figura 6. Importancia relativa por grupo de especies de pesca de escama
Fuente: UNIPESCA (2007)

la puerta de entrada y salida de las tortugas hacia el mar.

3.5.2. Usos de las tortugas marinas

El uso que los guatemaltecos hemos hecho de las tortugas marinas se ha concentrado en el consumo de huevos con fines culturales más que con fines nutricionales. Los huevos se consumen por los falsos poderes afrodisíacos que se les confieren, acompañados de limón, jugo de tomate y licor. Esta costumbre guatemalteca ha contribuido, junto con otras, a poner en riesgo las poblaciones de tortugas marinas que anidan en el país. Tan amplio es el mercado de los huevos de tortuga que, cuando las anidaciones que ocurren en el país no satisfacen la demanda, entran ilegalmente huevos de tortuga provenientes de las playas de nuestros vecinos México y El Salvador. A diferencia de otros países de la región, en Guatemala no se acostumbra consumir carne de tortuga marina.

De acuerdo con estudios realizados por Jolón (2004) y Sánchez *et al*. (2005), se estima que cada año se comercializa legalmente cerca del 90% de los huevos que se recolectan, lo que para el período comprendido entre 1999 y 2005 representó alrededor de 261,232 docenas de huevos.

El Cuadro 19 muestra los ingresos económicos que generó el comercio de huevos de

tortuga en el mismo período (1999-2005). Con la tasa de cambio del dólar a Q7.75 y un valor estimado de Q22.50 por docena de huevos, se estima un ingreso monetario para los colectores de Q5,877,716.26 o USD$ 758,415.00 (Sánchez *et al.*, 2005).

El Cuadro 19 considera las siguientes variables para el establecimiento del cálculo: HS = huevos sembrados; NN = número de nidos (obtenido a partir de dividir el total estimado (TE)/110 huevos); NH = número de hembras (obtenido del NN/2.5, en donde 2.5 es el promedio de reanidación por temporada); CL = cantidad de huevos comercializados legalmente.

Este dato se considera una subestimación partiendo de que la cobertura de los tortugarios presentes en las costas del país es menor al 60% del litoral, tanto en intensidad como en extensión, así como que la docena de huevos de tortuga ha sufrido un incremento de precio para el año 2005, llegando a costar cerca de Q26.00 (Sánchez *et al.*, 2005).

3.5.3. Amenazas

Otras amenazas que afrontan las poblaciones de estos reptiles en Guatemala, además de la presión del comercio de huevos, son las muertes por captura incidental que solían ocurrir antes de que se impusiera el uso de

Cuadro 18. Sitio de anidación de las especies de tortugas marinas en Guatemala

Nombre científico	Nombre común	Costa de anidación en Guatemala
Lepidochelys olivacea	Parlama	Pacífico
Chelonia mydas	Verde, negra	Pacífico y Caribe
Caretta caretta	Cabezona	Caribe
Eretmochelys coriacea	Carey	Caribe (avistamientos esporádicos en el Pacífico)
Dermochelys coriacea	Baule	Pacífico y Caribe

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19. Estimación de ingresos generados de la comercialización de huevos de tortugas marinas del colector al primer comercializador

Temporada	HS (10%)	TE (100 %)	NN	NH	CL (90%)	Docenas	Ingreso (US$)	Ingreso (Q)
1999-2000	52,879	528,790	4,807	1,923	475,911.00	39,659.25	115,139.76	892,333.13
2000-2001	83,910	839,100	7,628	3,051	755,190.00	62,932.50	182,707.26	1,415,981.25
2001-2002	51,910	519,100	4,719	1,888	467,190.00	38,932.50	113,029.84	875,981.25
2002-2003	59,338	535,700	4,870	1,948	476,362.00	39,696.83	115,248.86	893,178.75
2003-2004	46,048	460,048	4,182	1,673	414,000.00	34,500.00	100,161.29	776,250.00
2004-2005	60,681	606,810	5,516	2,206	546,129.00	45,510.75	132,127.98	1,023,991.88
Total	354,766	3,489,548	31,722	12,689	3,134,782	261,232	758,415.00	5,877,716.26

Fuente: Base de datos PROBIOMA; Gonzáles-Lorenzana *et al.* (2002); Jolón (2004); Sánchez *et al.* (2005)

los Dispositivos Excluidores de Tortugas (DET) a la flota de arrastre de camarón. Estos dispositivos se colocan en la parte inferior de las redes y su diseño les permite a las tortugas salir ilesas de éstas. Las redes de arrastre pasan largas horas bajo el mar y las tortugas que caían accidentalmente en ellas se ahogaban al no poder salir a la superficie a respirar. El dispositivo es obligatorio desde que el gobierno de los Estados Unidos de América impuso una moratoria a las importaciones de camarón de los países que no cumplieran con este requisito. A pesar de que hay varios mecanismos establecidos para asegurar el cumplimiento de esta medida, todos los años aparecen tortugas ahogadas en las playas. Se cree que también son víctimas de la captura incidental de los extensos palangres que utilizan los pescadores, que capturan a las tortugas en sus anzuelos con carnadas.

3.5.4. Medidas de protección

Las tortugas marinas son uno de los grupos de fauna que más se han beneficiado de los recursos y esfuerzos que el país ha invertido en protección de especies. Desde la década de los años setenta han sido objeto de manejo a través de tortugarios, sitios de incubación en donde existen cuotas (de huevos) que han sido establecidas por el gobierno como condición para legalizar la venta de los mismos. En la actualidad funcionan alrededor de 21 tortugarios en la costa del Pacífico y uno en las playas de Punta de Manabique, en el Caribe.

3.6. Mamíferos marinos

Los mamíferos marinos se dividen en dos órdenes que están presentes en Guatemala:

1. El de los Sirénidos, compuesto por alrededor de 33 especies en el mundo, representado en el Atlántico guatemalteco por una especie, el manatí del Caribe, *Trichechus manatus manatus*.

2. El de los Cetáceos, conformado por aproximadamente 75 especies alrededor del mundo, 27 de ellas reportadas para aguas de Centroamérica (Reid, 1997).

Los sirénidos son mamíferos de narices bulbosas y recubiertas de vellosidades, patas delanteras modificadas en aletas y cola aplanada en dirección horizontal. Son herbívoros pacíficos que se alimentan de la vegetación acuática de ríos, estuarios y costas. El manatí del Caribe es una especie migratoria cuya distribución en Guatemala se limita del lago de Izabal a la Punta de Manabique. El conteo más reciente de la especie se llevó a cabo durante el 2005 y fue de 49 individuos. Se calcula una abundancia relativa de 0.33 manatíes por km^2 (Quintana, 2005).

En el grupo de los cetáceos se encuentran mamíferos que tienen forma de peces como resultado de las modificaciones asociadas a la vida en el agua. A diferencia de los peces, respiran aire y amamantan a sus crías. El grupo incluye a marsopas, delfines y ballenas. Las especies que se reportan para Guatemala son nueve delfines (Figura 7) y dieciocho ballenas (Figura 8) (Cuadro 20).

El Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), en conjunto con el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y organizaciones no gubernamentales, ha llevado a cabo talleres para el ordenamiento de actividades relacionadas con el turismo de avistamiento de ballenas. Esta actividad es popular desde hace muy pocos años, cuando se descubrió el paso de ballenas jorobadas por aguas del Pacífico guatemalteco, a distancias tan cercanas de la costa que es posible observarlas desde la misma[10].

De los mamíferos marinos presentes en Guatemala, el único que reporta un aprovechamiento histórico es el manatí. Su caza está prohibida por el Decreto 4-89 y sus reformas, pero a pesar de ello aún se escuchan denuncias sobre casos de caza. La población de manatíes en Guatemala ha disminuido drásticamente y, como respuesta, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas desarrolló en 2004 la Estrategia Nacional para la Conservación del Manatí y su Hábitat con el fin de implementar acciones de conservación y protección.

Todas las especies de cetáceos presentes en Guatemala se encuentran en el LEAE; y dos decretos, la Ley de Áreas Protegidas y la Ley General de Pesca, contienen artículos que prohíben su caza.

4. FLORA ACUÁTICA

4.1. Algas marinas

Las algas son organismos de diferentes grupos filogenéticos que varían desde organismos unicelulares hasta plantas que superan 30 m. de altura. Se encuentran en todos los océanos del mundo.

Es difícil estimar el número total de especies de algas marinas que existen. Para hacerse una idea de cuántas hay basta con mencionar que las especies de fitoplancton constituyen el 95% de la vegetación marina. Los tres grupos principales de algas tienen nombres que corresponden al pigmento de clorofila que predomina en ellas. Las Chlorophyta son algas verdes que únicamente tienen presente la clorofila verde. Las Phaeophyta son algas pardas que contienen más pigmentos que las hacen parecer de color café y tonos similares. Las Rhodophyta son las algas rojas y también contienen diferentes pigmentos que les dan apariencia de color rosado que puede adquirir tonos rojizos.

Los estudios de algas marinas que se han llevado a cabo en Guatemala son muy escasos; se conoce poco sobre su distribución, ecología y la riqueza que existe en las costas. Las pocas que se han identificado (Cuadro 21) son de la región de Punta de Manabique, Izabal, y sus reportes se derivan de proyectos destinados a estudiar otros grupos marinos y no específicamente algas.

En estudios relacionados con los arrecifes de coral de Punta de Manabique, Fonseca



Figura 7. Delfín hocico de botella *(Tursiops truncatus)*. Crédito: López, J. L.

Cuadro 20. Especies de mamíferos marinos reportados para las costas de Centroamérica

Nombre científico	Nombre común
Steno bredanensis	Esteno
Stenella attenuata	Estenela moteada
Stenella clymene	Delfín clymene
Stenella longirostris	Estenela giradora
Stenella frontalis	Delfín pintado
Stenella coeruleoalba	Estenela listada
Lagenodelphinus hosei	Delfín de Fraser
Delphinus delphinus	Delfín común
Tursiops truncatus	Delfín hocico de botella
Grampus griseus	Delfín de Risso
Peponocephala electra	Ballena melón
Feresa attenuata	Orca pigmea
Pseudorca crassidens	Orca falsa
Orcinus orca	Orca
Globicephala macrorhynchus	Ballena piloto
Physeter catodon	Cachalote
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo
Kogia simus	Cachalote enano
Ziphius cavirostris	Zifio de Cuvier
Mesoplodon europaeus	Zifio de Gervais
Mesoplodon densirostris	Zifio de Blainville
Balaenoptera acutorostrata	Rorcual enano
Balaenoptera edeni	Rorcual tropical
Balaenoptera borealis	Rorcual del norte
Balaenoptera physalus	Rorcual común
Balaenoptera musculus	Ballena azul
Megaptera novaeangliae	Rorcual jorobado
Eubalaena glacialis	Ballena franca
Trichechus manatus	Manatí

Fuente: Elaboración propia con datos tomados de Reid (1997), y com. pers. Herrera (2007)

y Arrivillaga (2003) mencionan que del 30 al 80% de los bancos coralinos se encuentran cubiertos por macroalgas debido a las condiciones favorables para el crecimiento de éstas. La herbivoría que existe en el lugar es insuficiente para que se mantenga equilibrada esta cobertura, de manera que los corales son afectados por el exceso de algas marinas.

Las algas marinas en diferentes partes del mundo se utilizan como alimento, en la elaboración de productos medicinales y para tratamientos de belleza. En Guatemala no se aprovecha este recurso y tampoco han existido proyectos exitosos para el cultivo de algas.

Ninguna alga marina se encuentra en las listas de especies amenazadas de Guatemala.

4.2. Pastos marinos

Los pastos marinos son plantas florecientes que crecen en aguas de baja profundidad y forman extensas praderas sobre sustratos fangosos poco compactos. Estos pastos marinos influyen sobre procesos costeros y son de gran importancia ya que modifican significativamente las propiedades físicas, químicas y sedimentarias de las áreas costeras y a la vez son hábitat de larvas y crías de muchas especies de peces, reptiles e invertebrados (Arrivillaga y Baltz, 1999).

Los pastos marinos que están presentes en el Atlántico de Guatemala se localizan principalmente en la bahía de Amatique, dentro del área protegida Refugio de Vida Silvestre de Punta de Manabique. Las especies más abundantes son *Thalassia testudinum* (pasto de tortuga) y *Syringodium filiforme* (pasto de manatí). Otras especies que se mencionan en los escasos estudios que se han llevado a cabo en el mismo sitio son *Halophila baillonis, Halophila decipiens, Halodule wrightii* y *Ruppia maritima* (Cazali, 1988; Arrivillaga y Baltz, 1999; Maldonado, com. per.[11]; Galán, 2006).

La bahía de Amatique es un área de importancia para la conservación de estos pastos, que son hábitat de crianza y alimentación para peces, macroinvertebrados y vertebrados en peligro de extinción como el manatí y las tortugas marinas. Es un hecho que las praderas de pastos marinos albergan muchas más especies de peces y macroinvertebrados que las áreas sin cobertura vegetal (Arrivillaga y Baltz, 1999).

Los pastos marinos de la bahía La Graciosa constituyen un ecosistema importante debido a que favorecen la sedimentación de partículas en suspensión por medio de un denso sistema de rizomas y raíces que mitiga el impacto negativo que las partículas ejercen sobre los arrecifes de coral de Punta de Manabique (Galán, 2006).

4.3. Plantas acuáticas que habitan el lago de Izabal

El lago de Izabal es el sistema lacustre más grande de Guatemala con 590 km^2. Tiene origen tectónico y su principal afluente es el río Polochic, el cual desemboca en el extremo oriental del lago, hasta drenar en el río Dulce en el extremo noreste del lago, el cual a su vez desemboca en el mar Caribe. La superficie se encuentra a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar (msnm) y el promedio de su profundidad es de 12 metros (Arrivillaga *et al.*, 2003).

El área litoral del lago presenta una vegetación de tipo bosque tropical húmedo y bosque tropical muy húmedo. Las tierras circundantes, a excepción de los humedales, se utilizan para actividades agrícolas y ganaderas.

En el lago existen numerosas comunidades de plantas acuáticas sumergidas que juegan un papel vital en la protección de crías y ale-

vines de especies de importancia. Pöll (1983) reporta 24 especies de plantas acuáticas. Actualmente se llevan a cabo estudios para completar dicha lista. Las plantas acuáticas que aquí se distribuyen son alimento de peces, aves y mamíferos (Cuadro 22).

Dentro de los usos que se le ha dado a la vegetación del lago puede mencionarse el aprovechamiento del tul *(Typha dominguensis)* que era utilizado por artesanos del área para la elaboración de canastas y otros artículos. Sin embargo, las poblaciones de esta especie se han reducido drásticamente y en la actualidad sólo puede observársele en potreros[12].

Las acciones de conservación y protección de la cuenca del lago de Izabal están a cargo de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Río Dulce y el Lago de Izabal (AMASURLI).

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La información existente sobre la biodiversidad acuática de Guatemala se encuentra dispersa entre las instituciones, organizaciones,

Cuadro 21. Especies de algas marinas reportadas para Punta de Manabique, Izabal

Filo	Familia	Especie
Chlorophyta	Polyphysaceae	*Acetabularia calyculus*
	Valoniaceae	*Dictyosphaeria ocellata*
	Udoteaceae	*Udotea sp.*
		Halimeda discoidea
		Penicillus pyriformis
		Penicillus dumetosus
	Caulerpaceae	*Caulerpa racemosa*
	Anadyomenaceae	*Ventricaria ventricosa*
Rhodophyta	Squamariaceae	*Peyssonnelia spp.*
	Galaxauraceae	*Galaxaura spp.*
	Corallinaceae	*Jania adherens*
		Amphiroa tribulus
		Mesophyllum mesomorphum
		Titanoderma sp.
		Porolithon pachydermum
Phaeophyta	Sargassaceae	*Turbinaria turbinata*
		Sargassum fluitans
	Dictyotaceae	*Dictyota ciliolata*
		Padina sanctae-crucis
		Lobophora variegata

Fuente: Fonseca y Arrivillaga (2003); com. pers. Maldonado (2007)



Figura 8: Observación turística de cetáceos en el Pacífico de Guatemala. Crédito: López, J. L

Cuadro 22. Especies de plantas acuáticas más abundantes del lago de Izabal

Familia	Especie	Nombre común
Hydrocharitaceae	*Chara phoetida*	Hierba de ajo
	Najas guadalupensis	Najas
Cabombaceae	*Cabomba caroliniana*	Cabomba
Pontederiaceae	*Eichhornia crassipes*	Lirio de agua
Araceae	*Pistia stratiotes*	Lechuga de agua
Potomogonaceae	*Potamogeton illinoensis*	Potamogeton
Typhaceae	*Typha dominguensis*	Tul
Zosteraceae	*Vallisneria americana*	Valisneria
Ceratophyllaceae	*Ceratophyllum demersum*	
Azollaceae	*Azolla caroliniana*	
Lentibulariaceae	*Utricularia foliosa*	
Nymphaeaceae	*Nymphaea ampla*	Ninfa

Fuente: Arrivillaga *et al.* (2003); Pöll (1983)

dependencias gubernamentales y entidades académicas que llevan a cabo investigaciones, monitoreos y administración de recursos naturales en el país. Mucha de esta información nunca se comparte o llega a los interesados, debido primordialmente a que no existe una entidad que administre la información biológica que se genera en el país. En general, puede decirse que a la fecha las fuentes más accesibles para obtener la información son los investigadores que llevan a cabo los estudios de campo, quienes comparten sus archivos personales. Sin embargo, esta carencia de un sistema nacional que recopile y administre la información biológica que se genera es cada vez más evidente e inaceptable, tomando en cuenta que la tecnología necesaria para facilitar tales procesos ya tiene años de estar a nuestra disposición.

Los conocimientos sobre la fauna de invertebrados acuáticos de Guatemala, sus usos y estatus biológico reflejan una abundancia de 390 especies de moluscos, de las cuales 42 se utilizan frecuentemente para fines alimenticios o de confección de artesanías, y tres de ellas forman parte de el LEAE. El grupo de los crustáceos se describe con 20 especies, 14 especies utilizadas para consumo humano, y dos géneros y una especie dentro de el LEAE. Dentro del grupo de los corales se cuentan 35 especies, ninguna de ellas se utiliza y ninguna se encuentra enlistada en el LEAE. Sin embargo, las 35 forman parte del Apéndice II de CITES.

Los vertebrados acuáticos (excluyendo anfibios, reptiles y mamíferos de agua dulce) que se distribuyen en Guatemala son: 1,033 especies de peces de agua dulce, salobre y marina, de los cuales se capturan 176 especies para consumo y 17 se encuentran en el LEAE. Los reptiles marinos con distribución en Guatemala están constituidos por cinco especies de tortugas marinas, todas ellas bajo presión de uso y todas enlistadas en el LEAE. Los mamíferos marinos que se distribuyen en aguas guatemaltecas son 28, todos ellos protegidos por convenios internacionales y el LEAE. Solamente un mamífero, el manatí, es utilizado ocasional e ilegalmente para consumo.

La flora de los ambientes marinos y del lago de Izabal de Guatemala (el cuerpo de agua dulce que se eligió para la presente descripción) está representada por 20 especies de algas marinas, 6 especies de pastos y 24 especies de plantas acuáticas. El tul es la única planta acuática que ha sufrido consecuencias por la presión extractiva ocasionada para la confección de canastos; no se reportan usos para algas o pastos. Ninguna de las especies se encuentra dentro de el LEAE.

En relación con el uso e importancia económica de la biodiversidad acuática es evidente que el grupo de los peces y el de los crustáceos son los que juegan un papel principal. Entre los dos son responsables de generar alrededor de USD$ 45.6 millones anuales que benefician directamente a 155,000 familias guatemaltecas. Otro grupo importante desde este punto de vista es el de las tortugas marinas, cuya venta de huevos en un período de seis años generó ingresos de USD$ 758,415.00.

A partir de los datos reportados en párrafos anteriores, es evidente que algunos grupos han sido más estudiados que otros. Esto coincide generalmente con el uso que se hace de los mismos. Los peces, por ejemplo, que forman parte importante de la economía de pueblos costeros y pueblos aledaños a los cuerpos de agua dulce, han sido objeto de mayor número de investigaciones y estudios relacionados con su uso, abundancia e importancia dentro de la economía del país.

El LEAE no refleja un trabajo exhaustivo de revisión de especies ni de su grado de vulnerabilidad. Esto se evidencia en el hecho de que muchos nombres que se reportan están desactualizados (debido a los cambios de

nomenclatura científica) y además en que hay muchas especies que se omiten a pesar de aparecer en las listas internacionales (por ejemplo, 35 especies de corales).

El trabajo que se lleva a cabo en Guatemala en relación con la protección de especies en peligro de extinción requiere de esfuerzos coordinados que logren un impacto positivo en la reducción de amenazas, así como de monitoreos que reflejen el grado del impacto de dichos esfuerzos. Esta reflexión se deriva de varios casos concretos, como el de la protección de tortugas marinas y del manatí, por mencionar algunos. En ambos casos observamos que el país tiene ya varias décadas de llevar a cabo acciones dirigidas a su conservación, sin que pueda medirse si las poblaciones de ambos grupos se han beneficiado o no de los esfuerzos. El LEAE debería de servir como un instrumento sobre el cual se basen las acciones dirigidas a conservar ciertas especies, con la finalidad de que las mismas puedan sacarse de la lista en tiempos establecidos. Sin embargo, el trabajo que se hace alrededor de la actualización de la lista se basa principalmente en la inclusión de nuevas especies y no en analizar el estado de las que ya se encuentran dentro de la misma.

6. NOTAS

1. PALOMO, G. (2007). Trabajos de moluscos en Guatemala (Comunicación personal). Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala.

2. JOLÓN, M. (2007). Crustáceos de importancia comercial en Guatemala (entrevista). Guatemala. PROBIOMA.

3. GUTIÉRREZ, L. (2007). Estudios de Biología Marina en el Atlántico (entrevista). Guatemala, Asociación de Biología Marina de Guatemala.

4. El estudio de Kinh *et al.* (2006) incluye especies de esteros.

5. Para nomenclatura de UICN ver www.iucnredlist.org.

6. Categoría 1 Significado: Casi extintas. No existen reportes durante los últimos 50 años. Categoría 2 Significado En grave peligro. Estas incluyen a las que se encuentran en peligro de extinción por pérdida de hábitat, comercio, tener poblaciones muy pequeñas, endemismo nacional o regional con distribución limitada. Categoría 3. Significado Manejo especial/ Uso Controlado. Incluye las especies que se encuentran amenazadas por explotación o pérdida de hábitat, pero el estado de sus poblaciones permite su uso y explotación regulada, endémicas regionales (Fuente CONAP 2000).

7. Pertenecientes a 26 familias en el litoral del Pacífico y a 20 familias en el Caribe. El total de 108 especies pertenece a 33 familias; 36 especies se encuentran reportadas para el Caribe y 72 para el Pacífico (Jolón *et al.*, 2005).

8. Impacto sinérgico: entendido como los efectos negativos continuados (en escala temporal) sobre especies no objetivos y la coincidencia de diferentes pesquerías en la Zona Económica Exclusiva del país (escala geográfica).

9. EMA = Especie marina, ECAP = Especie continental de agua dulce, ECE = Especie continental de estero.

10. HERRERA, F. (2007). Situación actual de cetáceos en Guatemala (entrevista). Guatemala. Departamento de Vida Silvestre, Consejo Nacional de Áreas Protegidas.

11. MALDONADO, M. (2007). Flora acuática. Guatemala. Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala.

12. MALDONADO, M. (2007). Flora acuática. Guatemala. Departamento de Biología, Universidad del Valle de Guatemala.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ARRIVILLAGA, A. (1994). Los pastos marinos, un hábitat lleno de vida en la costa Atlántica. Guatemala: Prensa Libre, 2 julio 1994.

2. ARRIVILLAGA, A. and BALTZ, D.M. (1999). Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic coast. Bulletin of Marine Science 65: 301-319.

3. ARRIVILLAGA, A.; GUZMÁN, S. y DUARTE, C. (2003). Estudio de impacto ambiental para la aplicación de medidas de control y mitigación de la especie invasora *Hydrilla verticillata* en Izabal. MARN-CONAP-FIPA/AID-USAID. 124 p.

4. A3K – CONAP (Asociación Tercer Milenio – Consejo Nacional de Áreas Protegidas). (2006). Plan de uso sostenible del caracol gigante *Strombus gigas* Linnaeus de la costa Atlántica de Guatemala. Guatemala: A3K. 23 p.

5. AZURDIA, C. (2004). Priorización de la diversidad biológica de Guatemala en riesgo potencial por la introducción y manipulación de organismos vivos modificados. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 108 p.

6. BARRIENTOS CONTRERAS, C. A. (1999). Caracterización de la ictiofauna de importancia alimenticia de los ríos San Pedro y Sacluc, en el área de influencia de la Estación Biológica "Las Guacamayas", Departamento de Petén e Izabal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala: USAC. 34 p. + Anexos.

7. BRUSCA, R. and BRUSCA, G. (1990). Invertebrates. Sinauer Associates, Inc. EE.UU.: Massachusetts. 922 p.

8. CAZALI, G.M. (1988). Inventario de los Pelecípodos de la costa Atlántica de Guatemala con énfasis en especies comestibles. Tesis de Licenciatura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 135 p.

9. CONAP (2000). Listado de especies de fauna silvestre amenazadas de extinción (Lista Roja de Fauna). Resolución Secretaría Ejecutiva CONAP ALC/032-99. Guatemala: CONAP/ IDEADS / PROARCA-CAPAS. 21 p.

10. _____ , CONAMA, MAGA. (1999). Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción, Guatemala. Guatemala: CONAMA/ CONAP/ MAGA/ FMAM-GEF/ PNUD/ USAID/ CONADIBIO. 129 p.

11. CORTÉS, J. and HATZIOLOS, M.E. (1998). Status of Coral Reefs of Central America: Pacific and Caribbean coasts. 32-37. En: WILKINSON (ed.), Status of Coral Reefs of the World: 1998. GCRMN, Australian Institute of Marine Science.

12. FAO (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y Alimentación). 2005. Resumen informativo de la pesca por países: Perfil de la República de Guatemala. Documento consultado en línea Julio de 2007. www.fao.org.

13. FONSECA, A.C. and ARRIVILLAGA, A. (2003). Coral reefs of Guatemala. En: CORTÉS, J. (ed.) Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V. Amsterdam. 508 p.

14. FROESE, R. y PAULY, D. (Eds.) (2007). FishBase. World Wide Web Electronic publication. www.fishbase.org, Versión (04/2007).

15. GALÁN, X. (2006). Pastos marinos: composición comunitaria, biomasa de pastos marinos y morfometría de *Thalassia testudinum*, en dos sitios de Bahía La Graciosa, Izabal, Guatemala. Tesis de BS. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala. 60 p.

16. GIRÓ, A. (2006). Estudio de la dinámica de la población del caracol gigante *Strombus gigas* en el caribe guatemalteco: Diagnóstico de pesca y comercio de la especie. Informe Preparado para la Asociación Tercer Milenio-Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala. 37 p.

17. GONZÁLEZ-LORENZANA, C.; JOLON MORALES, M. R. y SÁNCHEZ CASTAÑEDA, R. (2002). Diagnóstico del manejo y conservación de tortugas marinas en las costas de Guatemala. En: SÁNCHEZ CASTAÑEDA R.; JOLON MORALES, M. R.; GONZÁLEZ LORENZANA, C.; VILLAGRÁN COLÓN, J. C.; BOIX MORÁN, J. L, DIESELDORFF MONZÓN, H. (eds). Estrategia Nacional de Manejo y Conservación de Tortugas Marinas. Guatemala: CONAP/FONACON/CBM/EPQ/UNIPESCA. p. 35-81.

18. GUTIÉRREZ, L. en prep. (2007). Informe de avances sobre monitoreos de reclutamiento de corales, peces y langosta. Target Research. UVG-FUNDARY-ABIMA.

19. HIDALGO, H.; VILLAGRÁN, M. e IXQUIAC, J. (2005). Evaluación de la sostenibilidad de la captura del camarón en la bahía de Amatique y propuestas para su adecuado manejo y recuperación. Informe final, Proyecto No. 024-2002 AGROCYT. FUNDAECO-MAGA. 69 p.

20. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar y Asociación Instituto de Incidencia Ambiental. (2006). Perfil Ambiental de Guatemala. Tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Guatemala: IARNA/URL-IIA. 249 p.

21. IXQUIAC, M. de J. (1998). Análisis de la composición y distribución de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el océano Pacífico guatemalteco dentro de las Isobatas 10 a 100 m durante los cruceros de investigación enero 1996 a febrero 1998. Tesis de Licenciatura. Guatemala: CEMA-USAC. 104 p. + anexos.

22. IXQUIAC, M. de J. (2007). Informe nacional sobre la pesquerías del *Caracol Strombus gigas* en la República de Guatemala. Presentación realizada en Panamá, enero 2007.

23. JOLON MORALES, M. R. (ed.) (2004). Avances en la Protección y Conservación de Tortugas Marinas en Guatemala. Guatemala: PROBIOMA-FONACON-CONAP-ICADS-FOGUAMA- UNIPESCA-EPQ. 46 p.

24. _____ y SÁNCHEZ-CASTAÑEDA, R. (2006). Actualización de la Lista de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres de Guatemala. Fase I. Informe de Consultoría. Guatemala: CONAP-Países Bajos-PROBIOMA. 77 p.

25. _____; SÁNCHEZ-CASTAÑEDA, R.; VILLAGRÁN-COLÓN, J.C.; MECHEL, C.; KINH, H.A.; (2005). Estudio sobre los Recursos Pesqueros (de escama) en el Litoral Pacífico y mar Caribe de Guatemala. Guatemala: UNIPESCA-AECI. 128 p.

26. KIHN PINEDA, P. H.; CANO E. B.; MORALES A. (2006). Peces de las aguas interiores de Guatemala. En: CANO E. B. (ed). (2006). Biodiversidad de Guatemala, Volumen I. Guatemala: UVG-FONACON-MARN-CONCYT-SENACYT. P. 457-485.

27. KIHN PINEDA, P. H.; MORALES, A.; QUINTANA, Y.; LÓPEZ, A.; RAMÍREZ, S. (2006 a). Peces de las áreas protegidas guatemaltecas (Zonas Costeras y Humedales de la Vertiente del Pacífico). Guatemala: FONACON-ONCA-USAC-MUSHNAT-UVG. 62 p.

28. PÖLL, E. (1983). Contribución al estudio de la flora de Guatemala: plantas acuáticas de la región de El Estor, Izabal. Fitopublicaciones No. 2. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. 130 p.

29. PRADO, L. (2006). Las conchas y caracoles marinos de Guatemala. En: CANO, E. (ed.). Biodiversidad de Guatemala: 2006. Volumen 1. Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 283-298 p.

30. PRADEPESCA/UNIPESCA-MAGA/FENAPESCA/MDN. (1999). Censo de Embarcaciones Pesqueras Artesanales y de Pequeña Escala. Informe Nacional Guatemala 1998-1999. Guatemala: PRADEPESCA. Documento Electrónico. 1 DC. 53 p.

31. PREPAC (Plan Regional de Pesca y Acuicultura Regional). (2005). Inventario de cuerpos de agua de Guatemala con énfasis en la pesca y acuicultura. Guatemala: OSPESCA-MAGA-OIRSA. 878 p.

32. QUINTANA R., E. (2005). Distribución y número de manatíes *(Trichechus manatus)* utilizando la costa Atlántica de las aguas de Guatemala. Estudio Sinóptico. Reporte Técnico, Universidad de Florida del Sur. Abril 2005. 18 p.

33. REID, F.A. (1997). A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico. EE.UU: New York, Oxford University Press. 334 pp.

34. RUANO, S.R. (2000). Identificación taxonómica de moluscos bivalvos y gasterópodos presentes en el rompeolas de la dársena de Puerto Quetzal, Escuintla. Tesis de Licenciatura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 50 p.

35. SALAVERRÍA REYES, A. (1998). Base de Datos. Cruceros de Investigación para los recursos de pargo y camarones de la costa Pacífica de Guatemala (1996-1998). Guatemala: USAC-CEMA. 160 p.

36. _____. (2002). Pargos y camarones de la costa del Pacífico guatemalteco –crucero de investigación. Guatemala: USAC-DIGI. 47 p.

37. SÁNCHEZ-CASTAÑEDA, R.; RUIZ-FUMAGALLI, J.R.; JOLON MORALES, M. R. (2005). Guatemala en la protección y conservación de tortugas marinas. Guatemala: PROBIOMA-CECON — FONACON — CONCYT. 65 p.

38. SIGÜENZA DE MICHEO, R. R. y RUIZ-ORDOÑEZ, J. A. (comps). (1999). Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Centro de Estudios Conservacionistas, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Proyecto "Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Asociados a los Manglares del Pacífico de Guatemala" (INAB-UICN-UE). 202 p.

39. STRØMME, T. and SÆTERSDAL, G. (1988). Final Report: Surveys of the Fish Resources on the Pacific Shelf From Colombia to Southern Mexico, 1987. Italia: NORAD/UNDP/FAO PROGRAMME. Documento electrónico.

40. STRØMME, T. y SÆTERSDAL, G. (1988a). Archivo de Datos - Prospecciones de los Recursos Pesqueros de la Plataforma Pacífica entre el sur de México y Colombia 1987. Italia: NORAD/UNDP/FAO PROGRAMME. Documento electrónico.

41. UNIPESCA (Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura). (2002). Boletín de Estadística Pesquera. Guatemala: UNIPESCA. Documento electrónico.

42. . (2006). Caracterización del sector pesquero y acuícola de la República de Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos, Guatemala. 32 p.

43. _____. (2007). Unidad de Registro y Estadística: datos sobre pesca y acuicultura. Base de Datos.

44. VÁSQUEZ, D. y MUÑOZ, J. (2000). Identificación de peces, moluscos y crustáceos en las zonas estuarinas del Chapetón-Santa Rosa, Sipacate-Escuintla, y Laguna la Colorada-Retalhuleu, Guatemala. Seminario para Técnico Universitario en Acuicultura. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala

45. WILLINK, P. W.; BARRIENTOS, C.; KHIN, H. A.; CHERNOFF, B. (2000). Un estudio ictiológico del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala. En: Bestelmeyer, B. T.; Alonso L. E. (Eds). Evaluación Biológica de los Sistemas Acuáticos del Parque Nacional Laguna del Tigre, Petén, Guatemala. Boletín RAP de Evaluación Biológica 16. Washington (USA): CI. p. 134-142 + Anexo 7.

Agentes subcelulares y microorganismos



Capítulo 8

Margarita Palmieri*
Liliana Acevedo*
Gustavo Álvarez**
Jack Schuster*

RESUMEN

La biodiversidad de microorganismos y la de entidades subcelulares han sido muy poco estudiadas, especialmente si se toman en cuenta los estudios que se han realizado en otros grupos. Ciertamente, en este último siglo se ha dado más énfasis al estudio del micromundo, debido a los avances tecnológicos que han facilitado su estudio. Los problemas encontrados al clasificar organismos únicamente a partir de características morfológicas han conducido al uso de herramientas nuevas para estudios de genotipo, convirtiendo al gen en la unidad más importante para el estudio de la biodiversidad.

Además, el surgimiento de nuevas enfermedades en muchos tipos de organismos ha contribuido para que la atención del mundo macro fuera desviada también hacia el mundo micro. Conocer al enemigo y aprender a combatirlo es un estímulo para llegar al fondo de los problemas, en este caso de enfermedades.

Sin embargo, la biodiversidad de microorganismos no se refiere sólo a especies dañinas, hay muchas especies no conocidas que pueden tener papeles importantes y positivos en la naturaleza.

En este capítulo se podrá apreciar que los estudios de entidades subcelulares son casi inexistentes en nuestro país. Son escasos también los de microorganismos mayores, como nematodos y hongos.

Aunque muchos extranjeros han realizado estudios sobre este tópico, son pocos los que han sido desarrollados por las universidades del país. Cabe resaltar la necesidad de conocer lo que tenemos y lo que nos rodea para actuar de manera racional con la naturaleza, es decir, tratando de no dañarla, para evitar cambios ambientales drásticos que puedan llevar a la desaparición de especies.

Con la revisión de los pocos estudios locales se evidencia el hecho de que Guatemala posee muchas especies de microorganismos. Sin embargo, estos estudios no son suficientes para comparar la diversidad de Guatemala con la de otros países. Además, un aspecto importante de la biodiversidad es el endemismo. Los microorganismos más estudiados y por ello más conocidos son los que causan enfermedades. Parece que no hay enfermedades sólo de Guatemala; sin embargo, la posibilidad no es remota. La enfermedad mancha de chocolate en tomate, recién descubierta, es una candidata. También, hay varios geminivirus recientemente descubiertos conocidos sólo en Guatemala, aunque podría ocurrir que también estén presentes en otro país, pero nadie los haya buscado.

En resumen, hay tan pocos estudios sobre la biodiversidad microbiótica en sí, de cualquier país, que no se puede concluir nada en términos comparativos. Hace falta todavía mucha exploración taxonómica para tener una idea acerca de los microorganismos que nos

* Universidad del Valle de Guatemala (UVG), Guatemala.
** Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

rodean y cómo se comparan con los del resto del mundo. Esperamos que este capítulo pueda servir como base y estímulo para desarrollar más estudios y reforzar nuestro conocimiento sobre la variedad de microbiota que tiene Guatemala.

Palabras clave: *biodiversidad, microorganismos, viroides, virusoides, virus satélites, ARN satélites, virus, bacterias, hongos, nematodos.*

SUMMARY

Microorganismal biodiversity has been little studied and subcelular entities even less, especially if we compare it with studies made in other groups. Certainly, during this last century a stronger emphasis has been given to the study of the microworld because technological advances have facilitated their study and the problems found in organismal classification just using morphological characteristics have stimulated the study of genes as a basic taxonomic tool.

Also, the emergence of new diseases in many types of organisms has driven attention towards the microworld in order to comprehend what is happening. To know the enemy to eliminate it is a stimulus to resolve problems, in this case diseases. Yet, microorganismal biodiversity not only refers to species that are prejudicial to other organisms; many unknown species have important roles in nature that we have not discovered.

In this chapter you can appreciate that studies about subcelular entities are almost inexistent in our country and even those of bigger microorganisms, such as nematodes and fungi, are scarce. This is like living without knowing our neighbors. Many studies have been done by people of other countries and few by the universities of Guatemala. This is not enough. It is important to emphasize the importance of knowing what surrounds us in order to be able to act appropriately to avoid extinctions of species

Even with few local studies we note that Guatemala possesses many species of microorganism. Nevertheless, there are insufficient studies to compare Guatemalan microorganismal biodiversity with that of other countries. An important aspect of biodiversity is endemism. The best-known microorganisms are those that cause diseases. It seems that there are no diseases only from Guatemala; nevertheless, there might be. Chocolate spot of tomato, recently discovered, is a candidate. Also, various geminiviruses recently discovered are known only from Guatemala, but easily could exist in other countries, but no one has searched for them.

To recapitulate, because few studies of microbiota biodiversity exist from any country, nothing can be concluded comparatively. Much taxonomic exploration is lacking in order to have an idea of the microorganisms that surround us and how they compare to those of the rest of the world. We hope that this chapter will serve as a basis and stimulus to undertake more studies to illuminate our knowledge of the variety of microbiota of Guatemala.

Key words: *biodiversity, microorganisms, viroids, virusoids, satellite virus, satellite ARN, virus, bacterias, fungi, nematods.*

UWAJXAQ UQ'AT WUJ

EQA'LENELAB' ALA'J TAQ K'AJK'AS RACHI'L K'ASNAK' JASTAQ

CH'UTI'SANEM

Ri jalajoj uwach k'aslemalil rech kasnak' jastaq, ma no'jim ta kiwach xuquje' ri ala'j taq k'ajk'as, we kajunumax uwach ruk' nik'aj taq tzukno'jchak b'anom puwi taq nik'aj chik. Wakamik ya'om uq'ij uno'jixik uwach ronojel k'ajk'as rachi'l k'asnak' jastaq e

k'o chuwachulew, xa rumal k'o k'axlan taq ch'ich' ilob'al kik'aslemal, are taq wa uya'om ub'e uriqik ub'anik jun nimalaj chololem pa kiwi', xa jun ch'aqap kik'aslemal kuya' uq'alajisaxik ucholaj ronojel kiwach ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwach ulew.

Xuquje' rumal uk'iyanirem taq yab'il pa taq k'aslemal ri uno'jixik k'asnak'jastaq tob'aninaq che uq'alajisaxik kiwach ri nimaq taq k'asnak' jastaq, are wa' uya'om ub'e reta'maxik uwach ronojel tajin kab'anik pa kiwi'. Uch'ob'ik uwach ri k'axk'olil kiriqom kuya' ub'e usuk'maxik kiwach rech katarne'x rij ja qas k'o wi uxe' ri yab'il kikiya'. Ma rumal ta k'uwa' kachomaxik chi jalajoj uwach k'aslemalil chuwach ulew xu itzel taq yab'il kikiya' pa qak'aslemal, e k'i jalajoj k'aslemalil maj eta'mam ta kiwach xuquje' ke'tob'an che uto'ik uchuq'ab' ronojel k'o uwach ulew.

Pa wa jun uq'at wuj, xya' ub'e reta'maxik chi xa jub'iq' tzukno'j chak b'anom pa kiwi' ri alaj taq k'ajk'aslemalil pa qamaq' xuquje' pa kiwi' ri k'asnak' jastaq, jas ri nemátodos rachi'l ch'ak taq yab'il. Je k'o kel uwach wa' ma qeta'man ta uwach jachin qak'ujal k'o pa qak'aslemal. K'i tzukno'jchak kisolim uwach ajchaqap taq winaq pa taq nimatijob'al rech amaq'. Ma xu ta k'u wa' kab'anik. Rawajaxik ya'ik uq'ij uch'ob'ik-reta'maxik jastaq k'o chuwach ulew rech ma kaqab'an ta k'ax che, ma kasach ta uwach ronojel jalajoj k'aslemalil chuwach ulew.

Ruk' jub'iq' no'jchak terne'm ub'anik pa Paxil Kayala', xuq'alajisaj uwach chi e k'o k'i k'asnak jastaq chi'. Ri jub'iq' no'jchak b'anom ma kuya' ta ub'e uch'ob'ik uwach ronojel jalajoj k'aslemalil rech Paxil Kayala' xuquje' ma kuya' ta ub'e kajunumax no'j chak ruk' nik'aj taq amaqib' chik. Ri endemismo are k'i unimal jalajoj uwach k'aslemalil. Chuwachulew are qas ya'om uchuq'ab' uch'ob'ik uno'jixik kiwach uchikopil yab'il. Kaj ma xu ta pa rulewal Paxil Kayala' k'o wi yab'il. K'o chi nik'aj k'ak' taq uchikopil yab'il k'ate' xeta'max uwach chi' Paxil Kayala'. We ne e poq'inaq uloq wa' pa taq nik'aj amaqib' xa maja' kach'ob kiwach waral.

Xk'is utzijoxik wa jun no'jchak ruk' ub'ixik chi maja' nima uwach ri tzukno'j chak puwi' ri jalajoj uwach k'aslemalil rech k'asnak' jastaq pa taq ronojel amaqib' are wa kab'anowik ma kuya' ta reta'maxik saqas ucholaj kik'aslemalil. Karaj na uterne'xik uchakuxik uwach ri taxonómica, rech qas kach'ob'ik uwach ronojel k'asnak' jastaq e k'o quk' xuquje' jas ucholaj ujunamixik kuk' ri e poq'inaq uloq chuwach ulew. Kaqaye'j chi wa jun uq'at wuj kato'ban che uterne'xik che ujeqik unimarisaxik no'jchak rech kuya' uchuq'ab' ri no'jib'alil pa kiwi' ronojel ri k'asnak' jastaq e k'o pa rulewal Paxil Kayala'.

UCHOLAJ TZIJ: *jalajoj uwach k'aslemalil, k'asnak' jastaq, viroides, k'ajnak' virusoides, k'ajnak' kaj, ARN kaj, uchikopil yab'il, uchikopil jastaq, ikox - ch'ak, K'asnak' ixjut.*

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad tiende a aumentar de manera inversamente proporcional al tamaño del organismo. Por su parte, la relación entre el conocimiento de la biodiversidad y el tamaño de los organismos es directa.

¿Qué significa biodiversidad? Este término se refiere a la diversidad de vida y contempla la variación en todos los niveles de organización biológica (Gaston & Spicer, 2004). Se consideran, principalmente, tres niveles de biodiversidad: la genética, la organismal y la ecológica, y se consideran como pertenecientes a una jerarquía anidada.

Consideramos la biodiversidad organismal como la representada por especies. Si se analiza un gramo de suelo de un bosque de Noruega, es posible encontrar unas cuatro mil especies de bacterias, la mayoría desconocidas por la ciencia. Otro gramo del fango del fondo del mar fuera de la costa de Noruega presenta otras cuatro mil especies de bacterias diferentes. No se sabe cuántas ni cuáles especies se encontrarán en ambientes parecidos o diferentes en otras partes del mundo (Wilson, 1992). Es decir, el conocimiento mundial acerca de la biodiversidad de bacterias es insignificante. Es análogo al tamaño de una bacteria comparado con el de un ratón que representa nuestro conocimiento total sobre la biodiversidad. Asimismo, comparar nuestro conocimiento total de la biodiversidad con la biodiversidad real es similar a comparar a un ratón con un saurópodo. ¡Ni mencionamos los virus, virusoides, viroides ni priones! Según Wilson (1992), el número total de especies que deben estar presentes en el mundo es entre 10 y 100 millones, pero hasta la fecha se conocen de todos los grupos cantidades muy pequeñas de éstas. Hasta el momento, la diversidad de plantas e insectos domina lo que se conoce de los seres vivos. Asimismo, Wilson (1992) establece que el total de especies conocidas en la actualidad es alrededor de un millón cuatrocientas trece mil y están repartidas según lo muestra la Figura 1.

A pesar de las 1,000 especies que Wilson (1992) menciona en su gráfica, la Comisión Intermacional para la Taxonomía de Virus (ICTV por sus siglas en inglés) reporta como conocidas a 80 familias de virus y 4,000 especies. Puede observarse en esta gráfica cómo la biodiversidad de microorganismos ha sido relegada, ya que el conocimiento acerca de éstos es muy escaso y quizá se tiene referencia de ellos porque causan algún problema al ser humano o a otros organismos superiores. Se sabe muy poco acerca del potencial, benéfico o dañino, que estos

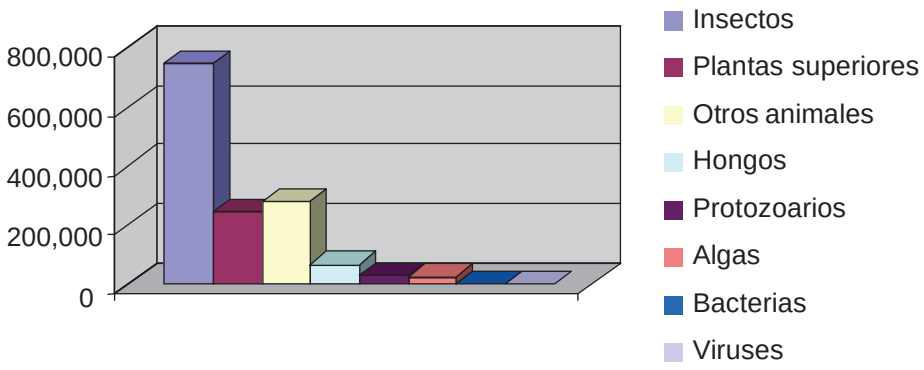


Figura 1. Número de especies conocidas de los diferentes organismos conocidos
Fuente: Wilson (1992)

microorganismos poseen, a pesar de estar en todas partes.

Los microorganismos involucran a entidades microscópicas vivas, formadas por una célula o, en algunos casos, por más, como bacterias, hongos, protozoarios y nematodos. Sin embargo, en este acápite también se considerará a los agentes subcelulares como entidades que están en el límite de la línea divisoria entre la vida y la muerte, pero que causan algún efecto en un organismo. Entre éstos se incluye a virus, viroides, virusoides, satélites y priones.

Generalmente, estos agentes subcelulares y microorganismos tienen genomas bastante más pequeños que los organismos multicelulares. Las entidades subcelulares son más pequeñas que las bacterias, pues éstas son las entidades celulares y los seres vivos más pequeños. Para diferenciar entre algunas de estas entidades véase el Cuadro 1.

Los virus y otras entidades no vivas tienen solamente un tipo de ácido nucleico como parte de su estructura. No poseen organelos ni tampoco una membrana celular que separe sus componentes del medio o de los componentes de la célula hospedera que están infectando. No se reproducen porque no poseen la maquinaria para hacerlo, deben apropiarse de la maquinaria de su célula hospedera para poder replicarse. Esto no excluye que en el genoma de estas entidades, en algunos casos, existan genes que codifiquen compuestos exclusivamente de estas entidades, esto en el caso de los virus más complejos.

Los casos más sencillos únicamente involucran síntesis de su ácido nucleico o de su ácido nucleico y proteínas, pero utilizan las enzimas y todos los compuestos de las células hospederas. Todos son parásitos obligados de algún hospedero; esto nos indica que son dependientes de su hospedero y que, sin éste, no pueden sobrevivir. Son entidades infecciosas que no se pueden pasar fácilmente de un hospedero a otro, o encontrar fácilmente otro hospedero, por lo que les conviene mantener su hospedero vivo. Así es que muchas veces las infecciones de estas entidades, aunque al principio pueden ser severas, tienden a evolucionar hacia tipos de infecciones menos severas con el tiempo, preservando así a sus hospederos, lo cual les asegura su propia sobrevivencia.

De acuerdo con su presencia en el planeta, las entidades subcelulares pueden dividirse en cinco categorías:

Cuadro 1. Comparación entre propiedades de micoorganismos y virus

	Crecimiento en medios simples	División binaria	ADN y ARN	Ribosomas	Susceptibilidad a los antibióticos	Susceptibilidad al interferón
Bacteria	+	+	+	+	+	–
Micoplasmas	+	+	+	+	+	–
Rickettsiae	–	+	+	+	+	–
Chlamydiae	–	+	+	+	+	+
Virus	–	–	–	–	–	+

Fuente: Matthews (1991)

a. Nuevos: detectados en los últimos cinco años.

b. Emergentes: su incidencia ha aumentado en los últimos 20 años.

c. Re-emergentes: son patógenos asociados con resistencia química o cambios en su manejo (antes se controlaban pero ahora ya no).

d. Amenazadores: patógenos no reportados o limitados en distribución.

e. Crónicos: patógenos conocidos por más de 20 años y que todavía causan problemas (Matthews, 1991).

A continuación se describen brevemente algunos microorganismos, como agentes subvirales, virus, bacterias, bacterias fastidiosas, hongos, protozoarios y nematodos. Se analizan algunos estudios realizados en Guatemala y se resalta el hecho de que este campo ha sido poco explorado en nuestro medio.

2. ENTIDADES O AGENTES SUBVIRALES

Iniciaremos con una de las entidades más pequeñas conocidas, llamadas viroides, y reportadas por Diener (1971) hace más de 30 años. Son agentes infecciosos que causan enfermedades en plantas superiores. Se trata de pequeñas moléculas circulares de ARN de una sola banda que pueden cambiar su forma según su actividad y que causan enfermedades por sí mismos. Su tamaño varía entre 246-401 nucleótidos. Poseen alta complementaridad y un alto porcentaje (> del 50%) de las bases citosina-guanina (C-G) en su estructura, razón por la cual pueden plegarse aparentando ser partículas de ARN de doble banda, con algunas regiones no complementarias (Matthews, 1991). Esta composición hace de los viroides moléculas muy estables y mucho más resistentes que los virus a luz ultravioleta y altas temperaturas. Estas entidades no tienen la capacidad de codificar ni siquiera un polipéptido y no programan su propia polimerasa debido a su reducido genoma. Son totalmente dependientes de la célula hospedera para replicarse. Su replicación no depende de la presencia de un virus ayudador. Se transmiten mecánicamente y a menudo por semilla. Existen más de 40 especies de viroides y se les han caracterizado muchas variantes.

En Guatemala se han estudiado y detectado aproximadamente el 4% de las especies de viroides reportadas mundialmente. En cuanto a cultivos, los viroides más estudiados son los encontrados en cítricos. La Figura 2 muestra resultados encontrados en plantaciones de Guatemala.

Estas gráficas muestran la presencia de tres viroides en Guatemala, viroides del grupo III que son poco estudiados porque no han provocado epidemias y, al parecer, el daño que causan al árbol, aparte de enanismo, es mínimo. Además, hay presencia de exocortis, que es un viroide que se ha encontrado en Guatemala desde hace muchos años; éste causa achaparramiento en los árboles, frutos pequeños y, cuando su cantidad es considerable, rajaduras en el patrón y rajaduras en las ramas; además, manchas amarillas en las hojas. Finalmente, están presentes viroides del grupo II, dentro de los cuales está el que produce cachexia o Xiloporosis. Este viroide produce enanismo y amarillamiento de las hojas. A nivel del injerto en el tallo de los cítricos, provoca hendiduras con dientes inversos a los que se originan por el virus de la tristeza de los cítricos (CTV) y posee goma debajo de la corteza. El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) ha iniciado recientemente la producción de material de cítricos libre de patógenos.

Otro pequeño estudio piloto para la detección y caracterización de viroides se realizó

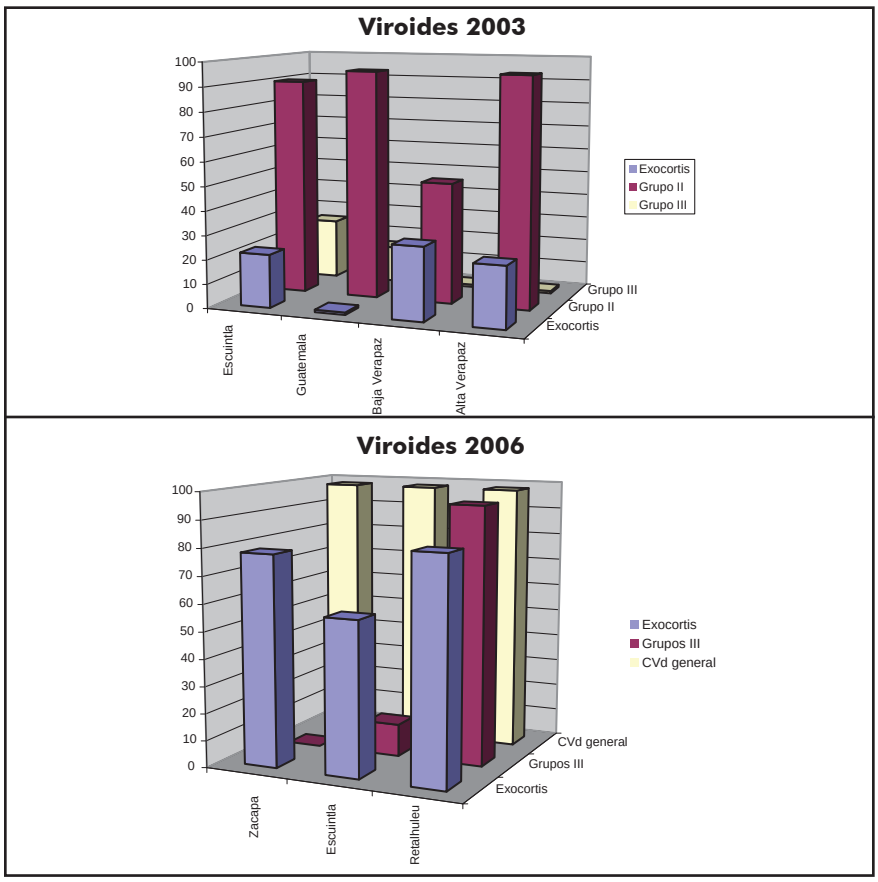


Figura 2. Resumen de los resultados de viroides presentes en plantaciones de cítricos en Guatemala (2003-2006)
Fuente: Palmieri *et al.* (2007)

en 1999 cuando, en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala, se hizo una evaluación en papa para determinar la presencia del viroide Potato Spindle Tuber Viroid (PSTV). Esto se hizo mediante hibridización de ácidos nucleicos en la modalidad no radioactiva con sondas proporcionadas por el Centro Internacional de la Papa (CIP). No se obtuvo ningún resultado positivo, por lo que no se publicó el estudio. Finalmente, en los textos sobre enfermedades causadas por viroides, solamente se encontró un resumen realizado por la Asociación Nacional del Café – ANACAFÉ– (2004) de enfermedades en mandarina.

Otras entidades muy poco estudiadas pero importantes para los organismos vivos son los ARN satélites y, entre ellos, los virusoides. Los ARN satélites son agentes subvirales que, a diferencia de los viroides, no se replican de forma autónoma; ésta dependerá de la coinfección de la célula hospedera por un virus auxiliador. Se han encontrado asociados a virus de plantas, insectos, protozoarios, hongos, animales y humanos. Los satélites no forman una unidad taxonómica ya que constituyen un grupo mucho más heterogéneo que los viroides: los que codifican y expresan proteínas *in vivo* y los satélites que no son codificantes (Eiras *et al.*, 2006).

En Guatemala no se han llevado a cabo o no se han reportado estudios sobre virusoides y/o satélites, por lo que no se ha establecido si hay presencia de alguna de estas entidades

en cualquier organismo vivo. Sin embargo, se enfatiza en el hecho de que el estudio de estos virusoides o ARN satélites debe estimularse, ya que pueden representar en muchos casos una forma de controlar los síntomas inducidos por sus virus ayudadores, convirtiéndose en una forma de control biológico. Esto ya se ha iniciado en algunos países con el virus del mosaico del pepino (CMV) y se han obtenido niveles variables de protección contra el virus y otros ARN satélites patógenos en el campo, tanto que se le llama la vacuna de CMV más satélites. En otro caso se han elaborado plantas de tabaco transgénicas que contienen dos satélites para el CMV y comprobaron que estos satélites, sin importar cómo los aplicaran, funcionan como agentes de biocontrol de sus virus ayudadores (Roossinck *et al.*, 1992). Además, se han considerado como modelos apropiados para estudios de aspectos fundamentales de la virología como procesos de replicación, encapsidación, patogénesis, recombinación y variabilidad genética (Eiras *et al.*, 2006).

El último grupo de las entidades subcelulares son los priones, que únicamente se dividen en priones de hongos y priones de mamíferos. Son muy importantes para la salud humana y animal. Las enfermedades causadas por los priones son conocidas como "encefalopatías espongiformes transmisibles" y hasta ahora son fatales. Son agentes patógenos cuyo nombre proviene de la recombinación de las primeras letras de "partícula proteínica infecciosa (prion)", abreviado como PrP^{sc}. PrP proviene de proteína relacionada con el prión y SC proviene de "scrapie", una enfermedad causada por priones que ocurre en ovejas. Los priones son los agentes infecciosos más pequeños hasta ahora conocidos, son resistentes al calor y a las altas temperaturas (100 °C); y no les pasa nada con la esterilización común, los rayos ultravioleta, la radiación ionizante ni con los desinfectantes comunes que habitualmente inactivan virus o ácidos nucleicos. Sin embargo, son degradados por hidróxido de sodio o álcalis (pH10), por tratamiento con enzimas, por urea 3-8 molar, por fenol saturado y por otros compuestos que degradan proteínas. Por esto, se sospechó que era una proteína la responsable de la enfermedad y no un ácido nucleico.

La estructura de los priones es muy particular, es la primera entidad que está compuesta casi exclusivamente por proteínas y a la cual no se le ha aislado un ácido nucleico como parte de su estructura. Lo más sorprendente es que la proteína que lo constituye posee la misma secuencia de aminoácidos que una proteína normal de los hospederos. El gen de esta proteína ha sido altamente conservado en la evolución del genoma de mamíferos, lo cual indica su importancia para el organismo. Para diferenciarla de la proteína anormal se le ha designado como PRP^{c} de proteína celular. Esta proteína normal tiene como función proteger a las neuronas de la muerte y, como consecuencia, de la demencia y problemas degenerativos a edades avanzadas, entre otras cosas (Prusiner, 1998).

La importancia económica de los priones es crítica ya que representa pérdidas de ganado significativas para un país, pero lo más importante es que representa pérdida de vidas humanas, ya que hasta el momento no hay mecanismos para neutralizarlos. Esto debería ser un estímulo para que se realicen investigaciones más profundas y así encontrar mecanismos para evitar la infección o frenar el daño progresivo.

En Guatemala no se han practicado estudios en este campo; sin embargo, un estudio realizado en Nicaragua sobre priones en carne de res reporta que las pruebas para poder decidir si la carne vacuna estaba infectada con priones o no fueron hechas en un laboratorio de Guatemala, el cual no pudo ser identificado (Meléndez, 2001). Es primordial que en Guatemala se inicien estudios de esta naturaleza para poder detectar este tipo de

enfermedades, lo cual permitirá implementar medidas preventivas y sobre todo evitar la pérdida de vidas y recursos a largo plazo.

3. VIRUS

Los virus son entidades más conocidas que los agentes subvirales. Existen cuatro criterios que parecen distinguir a los virus de todas las células:

a. Primero, la falta de una membrana continua que separe al parásito viral y al hospedero durante la replicación intracelular. Los parásitos hechos de células que se replican dentro de una célula de su hospedero parecen estar siempre separados del citoplasma del hospedero por una membrana de dos capas.

b. Segundo, debido a la ausencia de un sistema de síntesis proteica, usan el del hospedero.

c. Tercero, la replicación de los virus es por síntesis de un conglomerado de componentes, seguida del ensamblaje de muchas partículas virales a partir de este conglomerado.

d. Cuarto, solamente posee un tipo de ácido nucleico que puede ser ácido desoxirribonucleico (ADN) o ácido ribonucleico (ARN).

Un virus fuera de su hospedero está siempre compuesto por una o más moléculas de ácidos nucleicos, protegidos por una o más cubiertas de proteína o lipoproteínas. Es capaz de organizar su propia replicación dentro de los hospederos adecuados. Se aprovecha de las reservas del hospedero, no posee fisión binaria y no presenta compartimentación por membranas.

La virología es la ciencia que estudia los virus y agentes subvirales. Es importante estudiarla porque los virus pueden causar pérdidas enormes por infecciones, epidemias y pandemias. Al conocérseles, pueden manejarse a partir de la selección de métodos de prevención adecuados y métodos de control dirigidos a sus vectores. No hay que olvidar que también se han encontrado usos benéficos para los virus, como el caso del virus de la polihedrosis nuclear, que se usa para el control de lepidópteros en el campo. Estos virus son muy específicos y, por esto, representan métodos muy eficientes de manejo de plagas para cultivos. Además, recientemente se ha encontrado que los virus son excelentes modelos para el estudio de la biología celular.

En Guatemala, se han llevado a cabo estudios enfocados tanto a virus patógenos como a virus benéficos. En esta última división se incluyen los estudios que se han efectuado en casas que producen productos agrícolas, como Agrícola El Sol, para utilizarlos en el control de plagas en agricultura. Un ejemplo es el virus de la polihedrosis nuclear, que es específico para lepidópteros y no ataca otros insectos. Un virus de la polihedrosis nuclear es específico para una o a veces más especies de lepidópteros. Para control de lepidópteros en el campo se infectan larvas en el laboratorio. Luego, se hace un macerado de éstas, en algunos casos se deshidratan, y después se rocían en el campo para que larvas de esas mismas especies coman el preparado y mueran. Algunas pruebas hechas con larvas de *Spodoptera spp.* mostraron que el porcentaje de control que se ejerce en campos de maíz ha sido muy eficiente.

Los estudios llevados a cabo para conocer los virus que están afectando cultivos en Guatemala han sido diversos. En la Universidad del Valle de Guatemala se han realizado análisis principalmente en cultivos como tomate, chile, cítricos, ornamentales, papa, hortalizas en general, tabaco, papaya, cucúrbitas, malezas en general y otros. En estos cultivos se ha determinado la presencia de varios virus. En

la Figura 4 se presentan algunos resultados generales de cultivos y virus encontrados en muestras que llegan al laboratorio de Protección Vegetal. Los grupos de virus a los cuales se les ha dedicado más esfuerzo y han sido estudiados con proyectos de investigación y trabajos de graduación de estudiantes de licenciaturas en Biología, Agronomía, Bioquímica y Microbiología, son los potyvirus, los begomovirus, los tospovirus y los closterovirus. También se han estudiado varios cucumovirus y tobamovirus. La mayoría de muestras están infectadas por el virus del mosaico del tabaco (TMV). Éste es muy estable. Si las personas que están en contacto con las plantas fuman, fácilmente pueden contaminarlas mecánicamente. Los potyvirus son muy comunes en Guatemala, son transmitidos por áfidos y tienen un amplio rango de hospederos. Algunos datos sobre los cultivos que infectan, y otros sobre la incidencia de virus en Guatemala, se encuentran en Palmieri *et al.* (1999). Los geminivirus son muy importantes porque son transmitidos por *B. tabaci*. Estos virus han causado muchos problemas en la producción de tomate y chile, principalmente. El virus de la tristeza de cítricos (CTV), junto con leprosis, ha contribuido a que el cultivo de la naranja haya disminuido grandemente. La incidencia del virus de la leprosis (CiLV) en Guatemala es alta, especialmente en la región sur (Palmieri *et al.* 2007). Dardón (2006) implementó una metodología relativamente fácil para detectar leprosis en cítricos con muestras provenientes del campo, y encontró esta enfermedad tanto en mandarinas como en naranjas. Estos últimos datos no se tomaron en cuenta en la Figura 3.

La Figura 3 muestra la frecuencia, expresada en porcentajes, de los virus que representan más problema para los agricultores, razón por la cual solicitan servicios de identificación de la enfermedad. Esto es importante porque en realidad hay una alta coincidencia entre lo que se envía al laboratorio y lo que está afectando en el campo.

El virus del crisantemo B (CVB), hasta el año pasado, se empezó a identificar como uno de los problemas más grandes que tienen los crisantemos en San Juan Sacatepéquez. Este virus, en algunos de los viajes de colecta, ha tenido una incidencia del 100%.

Ejemplos de estudios realizados para la identificación de virus, de vectores y de malezas son los llevados a cabo en *Bemisia tabaci* y su relación con begomovirus, principalmente en tomate y chile. Antes de éste se hicieron dos estudios a nivel nacional en diferentes hospederos de *B. tabaci* (Palmieri *et al.*, 1999 y Schuster *et al.*, 2007). En dichos análisis se aislaron y secuenciaron varios begomovirus y se encontró que en Guatemala hay una variedad grande de éstos. En la Figura 4 se muestra la primera filogenia llevada a cabo con estas muestras y se nota que hay varios virus que son similares a los ya descritos, pero que hay grupos de virus que se separan suficientemente (cuadro rosado en la figura), como para ser considerados especies nuevas. En la actualidad se están realizando más secuenciaciones e identificaciones de begomovirus para tratar de comprobar si las especies de éstos son nuevas o son variantes de las ya conocidas. Es importante mencionar que los begomovirus encontrados en Guatemala hasta 2004, aproximadamente, tenían dos anillos fusionados en el centro de ADN, pero a partir de 2007 se encontraron ejemplares con un solo anillo, el llamado *tomato yellow leaf curl virus* (TYCLV), que es considerado originario de Europa. Actualmente se están llevando a cabo dos estudios: el primero involucra el análisis de malezas como hospederas de begomovirus, financiado por el Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (AGROCYT), y el segundo se está realizando con ayuda del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) a través de la Federación de Asociaciones Agrícolas de Guatemala (FASAGUA), del AGROCYT, y de los fondos de IPMCRSP (Integrated Pest Ma-

nagement Collaborative Research Support Project) a través de la Universidad de California, Davis, sobre el monitoreo de *B. tabaci* en cultivos de tomate y chile en Salamá y otros valles de Guatemala. En este estudio se está logrando, en varios valles, la concientización de los agricultores para que no dejen sus cosechas abandonadas en el campo, eliminen rastrojos y malezas, implementen una veda de cultivos hospederos de *B. tabaci* y se guíen por el porcentaje de infección que ocurre en el campo para iniciar sus siembras.

Otros tipos de estudios se han iniciado para colaborar en la implementación de programas de certificación de cultivos que van a ser exportados. Un ejemplo es el estudio de virus y viroides en cítricos en diferentes regio-

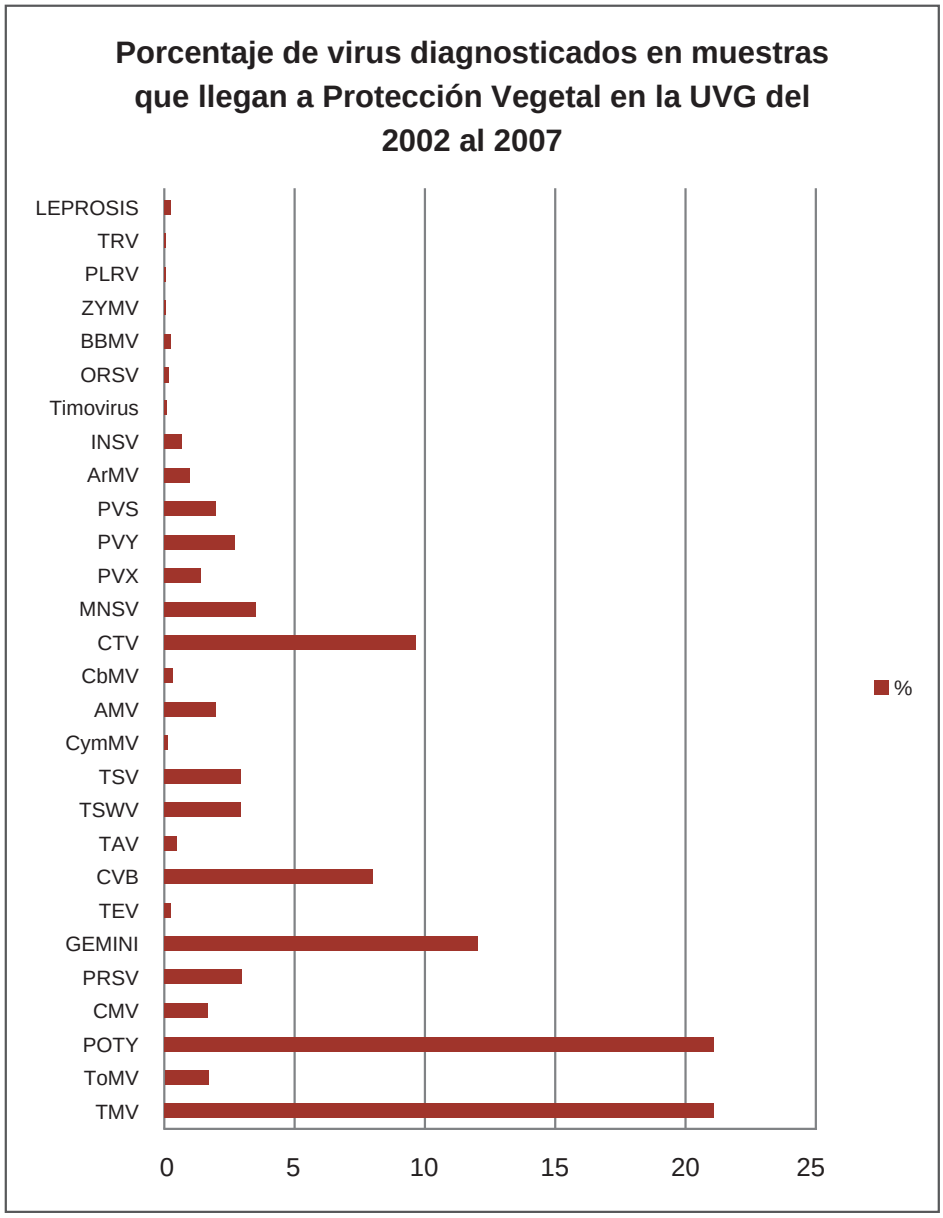


Figura 3. Virus diagnosticados con más frecuencia en muestras que llegaron al Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala entre 2002 y 2007; no se incluyen las muestras que se han analizado para proyectos de investigación

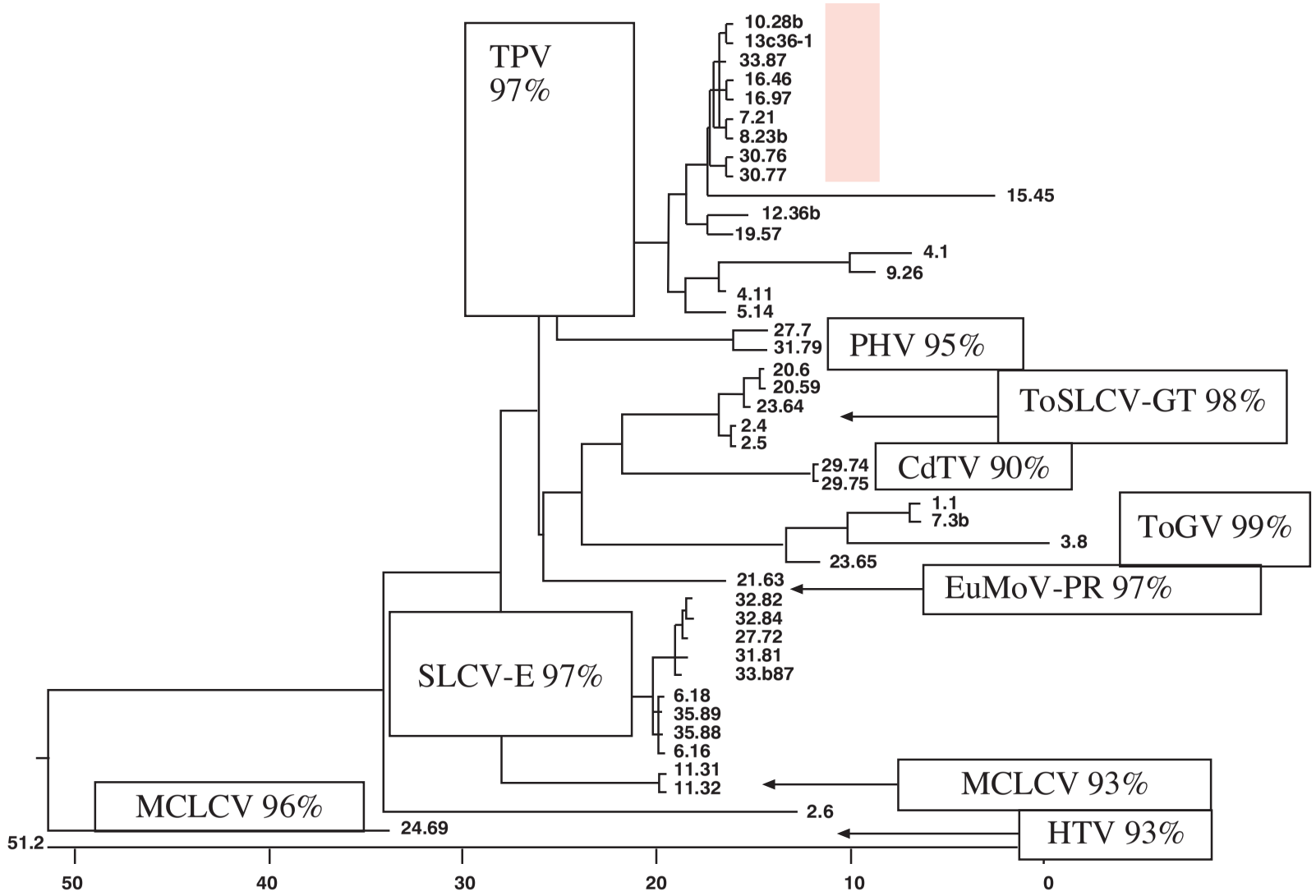


Figura 4. Filogenia de begomovirus utilizando primers Pr AC 1154 y Pr AV 2644 (Palmieri et al. 1999), llevado a cabo en el laboratorio de la Universidad de Arizona

nes de Guatemala. Éste involucra la detección de varios viroides y virus, como el de la tristeza de cítricos (CTV), leprosis y otros. Para tal fin se implementaron técnicas adecuadas para detección en el laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala; además, se elaboraron fichas con información básica de los virus más importantes, viroides y bacterias. Se redactó un manual sobre las enfermedades más importantes y, sobre todo, con información que ayude al agricultor y al técnico a saber qué enfermedades tiene en su campo y qué medidas preventivas debe aplicar. Este estudio se hizo también gracias a los recursos del AGROCYT y a la ayuda técnica que brindó el Proyecto Desarrollo de la Fruticultura y Agricultura (PROFRUTA) y el MAGA a través de su Unidad de Normas y Regulaciones.

También se están llevando a cabo estudios de eliminación de virus por termoterapia y microinjertos, en la Universidad del Valle, con crisantemos y cítricos y, en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), con cítricos, papa, ajo y otros cultivos.

Otro estudio que se lleva a cabo actualmente es la identificación de un virus muy parecido al virus del torrado reportado en España pero que, a la hora de hacer pruebas, posee ciertas diferencias fundamentales. Este virus es conocido en Guatemala como el virus de la mancha de chocolate, ya que causa síntomas de clorosis en regiones cercanas al pedúnculo y luego aparecen manchas necróticas que, conforme crece la hoja, van ocupando más su lámina foliar. Finalmente hace que la hoja se caiga. No causa manchas en el fruto del tomate, aunque sí reduce el tamaño del fruto. Hasta el momento hemos determinado que ciertas variedades de tomate son muy susceptibles y otras son más tolerantes. Por ejemplo: la variedad Santa Fe y la Llanero son muy susceptibles al virus; otras, como el Silverado o el Natalie, son un poco más tolerantes porque aparecen manchas necróticas, pero los efectos son mucho menores, tanto que en algún momento los síntomas desaparecen. Sabemos que puede tener como hospederos a *Datura stramonium* y a *Nicotiana benthamiana*, pero no sabemos qué síntomas causa en cultivos como chile o papa. También hemos observado que en las plantaciones en que hay mancha de chocolate, generalmente hay alta presencia de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum*. Este estudio sigue tratando de determinar su secuencia de ADN (para ser comparada con la de otros virus y saber si es un virus nuevo o una variante de alguno ya conocido), sus hospederos, su vector (si es que tiene uno) y el hábitat particular en donde afecta, para poder implementar medidas de control y prevención. Este estudio se está llevando a cabo gracias a fondos de AGROCYT y a la colaboración de la Universidad de California, Davis.

Además, se está trabajando en la identificación de tospovirus en diferentes especies de trips. Se están haciendo muestreos de hospederos de trips y de trips en toda Guatemala. Los trips se están identificando y los virus se están detectando tanto en los trips como en los hospederos. Hasta el momento existen identificados alrededor de 600 de trips de las regiones central, occidental y sur. Se estandarizó la técnica de RT-PCR para detectar tospovirus en los trips y en las plantas. Este estudio está siendo financiado con fondos de un proyecto de AGROCYT, del MAGA y de PIPAA (Proyecto de Protección Integral, Agrícola y Ambiental).

En el área de virus en animales invertebrados, se conocen estudios hechos en camarón. Hace algunos años se inció, en el Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala, el diagnóstico de virus presentes en camarón. Se encontraron virus de necrosis infecciosa hipodérmica y hemapoyética (IHHNV), virus del taura y síndrome de mancha blanca[1]. Hasta el momento, se cree que hay presencia en Guatemala

de cinco genotipos, pero dichos estudios no están finalizados.

En el área de salud humana y animal, se han hecho estudios en el Centro de Estudios en Salud de la Universidad del Valle de Guatemala en algunas enfermedades de índole viral. Se ha trabajado con el Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH) y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA). En Guatemala, hasta diciembre de 2005, se han reportado 9,199 casos de SIDA, para una prevalencia acumulada de 87.8 casos por cada 100,000 habitantes. Los casos de SIDA reportados anualmente muestran tendencia hacia un aumento sostenido, reportándose un 62% del total de casos en los últimos cinco años (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2005). Estos datos deben considerarse dentro del contexto de los sistemas nacionales de vigilancia, que presentan debilidades importantes en la detección, diagnóstico, notificación, registro y seguimiento de casos[2].

Otro virus al que se le ha dado énfasis es al del papiloma humano (HPV). En su estudio están involucrados profesionales de la Universidad Rafael Landívar, la Universidad del Valle de Guatemala, la Unidad de Entrenamiento e Investigación en Entomología Médica de Guatemala - Centro de Control de Enfermedades (MERTU/G-CDC), y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. De un total de 380 casos evaluados, hubo 49 positivos, lo que representa una prevalencia global de 13%. En el grupo de no trabajadores comerciales del sexo (NTCS), el porcentaje de positividad fue de 7% (18 positivos de 257 evaluados), mientras que en el de trabajadoras comerciales del sexo (TCS) fue de 25% (31 de 123).

Con el fin de saber si el virus del oeste del Nilo, VON, está circulando en aves de Guatemala, el Centro de Estudios en Salud del Centro de Control de Enfermedades de Centroamérica y Panamá (CES/CDC-CAP) de la Universidad del Valle de Guatemala, en colaboración con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) y la División de Enfermedades Transmitidas por Vectores de los Centros de Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos (DVBID, CDC), inició un esfuerzo de investigación sobre este tema en los departamentos de Izabal y Santa Rosa. Morales (2006) muestra la distribución de los caballos con infecciones previas del virus del oeste del Nilo (VON) en Guatemala. Otro estudio efectuado por este grupo es la detección del VON en mosquitos. Uno de sus objetivos es determinar los posibles vectores del virus en Guatemala.

En la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han diagnosticado enfermedades virales como la encefalitis equina venezolana. El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) ha hecho estudios sobre enterovirus, entre los cuales se encuentran los rotavirus.

4. BACTERIAS

Las bacterias son organismos simples que se componen generalmente de células individuales procariotas, es decir que contienen un cromosoma circular, pero no membranas nucleares u organelos internos membranosos; por ejemplo, las mitocondrias y cloroplastos (Castaño, 1994). Son organismos microscópicos muy pequeños con tamaños de 0.2 μm hasta 4.0 μm de diámetro, lo cual varía si son alargadas o redondas (Davis *et al.*, 1980). Casi todas las especies bacterianas existen en forma unicelular, aunque algunas se encuentran en colonias o como filamentos de células laxamente unidas entre sí (Solomon, Berg y Martin, 2002). Pueden tener forma de varilla, esférica, elipsoidal, filamentosa o de espiral. El medio de locomoción de algunas es por flagelos (Castaño, 1994). Las bacterias se multiplican con rapidez sorprendente y su significancia como patógenos se atribuye principalmente al hecho de que producen

enormes cantidades de células en períodos muy cortos de tiempo (Castaño, 1994).

Los estudios de bacterias en Guatemala están enfocados principalmente en enfermedades. A pesar de que hay muchas bacterias de vida libre o asociadas con organismos tales como nematodos o insectos, hay pocos estudios sobre ellas. Tampoco hay estudios sobre bacterias benéficas para el hombre, como las involucradas en fermentación, relaciones simbióticas en el tracto digestivo, etc. Esto es muy interesante porque, según Salas (2004), solamente el 1% produce enfermedades, las cuales cada vez son más difíciles de combatir por el mal uso de compuestos químicos, como antibióticos. Esta sección enfatiza más que todo en bacterias fitopatógenas.

Aunque la mayoría de las enfermedades vegetales son ocasionadas por hongos y no por bacterias, se conocen unas 200 afecciones de origen bacteriano en las plantas (Solomon, Berg y Martin, 2002) y alrededor de 1,600 especies. Las especies de bacterias fitopatógenas son responsables de fuertes pérdidas económicas en la agricultura, como consecuencia de su ataque a las plantas cultivadas (Álvarez, Vanegas y Victoria, 1979).

Los estudios que se han llevado a cabo en Guatemala sobre bacterias están dirigidos a bacterias patógenas. Los estudios de bacterias de vida libre o de bacterias que contribuyen a algún proceso de beneficio para el hombre son escasos. Si hay alguno, su difusión ha sido muy reducida, se lleva a cabo en la actualidad o no se conoce. Algunos análisis de *Bacillus thuringiensis* se están realizando en la Universidad del Valle de Guatemala[3] en donde se estudia la toxina de diferentes cepas de *B. thuringiensis* asociadas con diferentes taxa de insectos.

En al área agrícola, hay estudios sobre identificación de bacterias fitopatógenas que se hacen en la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), en la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) y en algunos laboratorios privados, como Soluciones Analíticas. En el Laboratorio de Protección Vegetal de la UVG, se han encontrado bacterias en muchos cultivos. En el Cuadro 2 aparece una lista de algunas de las bacterias identificadas en muestras que llegaron al laboratorio, seleccionadas por su alta frecuencia o su importancia.

Uno de los pocos estudios sobre cepas de bacterias en el área agrícola es el que está llevando a cabo por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), sobre *Ralstonia solanacerarum* (Swanson *et al.*, 2007). En el mencionado análisis se están desarrollando métodos de identificación de las diferentes razas de esta bacteria con el fin de aplicar métodos de control más eficientes y específicos. Uno de los aspectos en que se está trabajando es en la introducción de resistencia en plantas de tomate para esta bacteria.

Además, hay otros trabajos en el área de bacteriología; uno de ellos es de Arias (1995) sobre *Streptomyces scabies* y *S. acidiscabies* (producen roña de la papa), para implementar pruebas de diagnóstico específicas, como la producción de anticuerpos monoclonales; y el de Ralda (1998) sobre enfermedades bacterianas de melón y sandía en el valle del Motagua.

En el área de salud, tanto humana como animal, algunos estudios incluyen los de Ridelman (1978), que hizo un inventario de las bacterias que presentaba el pescado que se vende en la ciudad de Guatemala, y los de Ubico (1980), que evaluó la calidad de mariscos destinados al consumo humano en la ciudad de Guatemala. Otro estudio, muy interesante y pionero en Guatemala, fue el que realizó Carbonell (2006) sobre la detección de anticuerpos contra *Erlichia canis* en perros de San Cristóbal, ciudad de Guatemala. Esta

Cuadro 2. Algunas bacterias patógenas encontradas en diversos cultivos de Guatemala

Nombre de la bacteria	Cultivos
Pseudomonas solanacearum	Banano
Pseudomonas marginalis	Pera, papa, arándano, ejote, ornamentales, alcachofa
Pseudomonas syringae	Papa, cisus, melón, vainilla
Pseudomonas avenae	Semillas de arveja, chile pimiento, semillas de brócoli
Burkholderia glumae	Ornamentales
Erwinia carotovora	Lechuga, ornamentales, banano, pilones de tomate, planta de tomate, maíz, ciso, sandía, piña, vainilla, melón, semillas de arveja, semillas de habas, semillas de ejote, aguacate
Erwinia amylovora	Ornamentales, arveja china, papaya, melón, alfalfa, rosa, semillas de tomate, semillas de melón, semillas de chile pimiento, semillas de pepino, muestra de polen
Xanthomonas xanthomonas	Ornamentales
Xanthomonas citrí	Ornamentales
Pseudomonas chichorri	Ornamentales, papa, semillas de tomate
Xanthomonas sp.	Ornamentales, aguacate, papa
Agrobacterium sp.	Ornamentales
Pseudomonas cepacia	Ornamentales
Pseudomonas sp.	Ornamentales, repollo, zanahoria, naranja
Pseudomona corrugate	Naranja, banano, ornamentales
Burkholderia gladioli	Ornamentales, semillas de melón, semillas de tomate, semillas de chile
Pseudomonas aeruginosa	Champiñón blanco, tomate
Pseudomonas viridiflava	Tomate

Fuente: Laboratorio de Protección Vegetal, Universidad del Valle de Guatemala

bacteria es transmitida por la garrapata café del perro, *Rhipicephalus sanguineus*, y puede transmitir esta enfermedad a los seres humanos también.

Otros estudios que lleva a cabo el grupo de CDC-CAP se realizan con enterobacterias. La investigación se está efectuando por bacteriología tradicional, coprocultivos[4]. Otro estudio es el análisis bacteriológico de agua por medio del método del número más probable, colilert, para evaluar la presencia de bacterias indicadoras, como las coliformes totales y *E. coli*.

El grupo del Proyecto Acción SIDA de Centroamérica, de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos (PASCA/USAID), formado por los Ministerios de Salud de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá, así como por varias organizaciones no gubernamentales (ONG) locales, el Centro para SIDA y enfermedades de transmsión sexual (ETS) de la Universidad de Washington, la Organización de las Naciones Unidas/Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (ONU/SIDA), la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), los Centros para

Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos (Center for Disease Control-CDC) y Roche Diagnostics están llevando a cabo un estudio multicéntrico en Centroamérica sobre prevalencia de VIH e infecciones de transmisión sexual (ITS) y comportamientos. Dicho estudio determinó la prevalencia del VIH, de ETS (*Treponema pallidum, Neisseria gonorroheae, Chlamydia trachomatis)*, en hombres y mujeres, así como de *Trichomonas vaginalis* y vaginosis bacteriana en mujeres[5].

Por otro lado, Asturias *et al*. (2003) hicieron un estudio cuyo objetivo fue determinar la epidemiología de infecciones invasivas de *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib) y *Streptococcus pneumoniae*, en niños hospitalizados en Guatemala. La importancia de este estudio radica en que hasta 1995 se reportaba que estos dos patógenos tenían muy baja incidencia en Guatemala como causantes de meningitis e infecciones invasivas en niños hospitalizados en Guatemala. Sin embargo, al perfeccionar los métodos de detección, se han manifestado como causas importantes de enfermedades graves en niños guatemaltecos. Esto puede justificar la inclusión de la vacuna contra Hib en los programas de inmunización establecidos en Guatemala.

Actualmente se está llevando a cabo una investigación en colaboración con la Universidad de Arizona sobre la bacteria NHP (necrotic hepato pancreatitis bacteria). El estudio consta de la secuenciación del gen gryB para determinar la diversidad que existe de esta bacteria en varios países de América Latina, Estados Unidos y Gran Bretaña. La Figura 5 muestra la filogenia hasta ahora obtenida[6].

Finalmente, otro aspecto que se está investigando es el desarrollo y descubrimiento de propiedades antimicrobianas de plantas de Guatemala para uso popular. Los estudios están siendo efectuados por el laboratorio farmacológico FARMAYA.

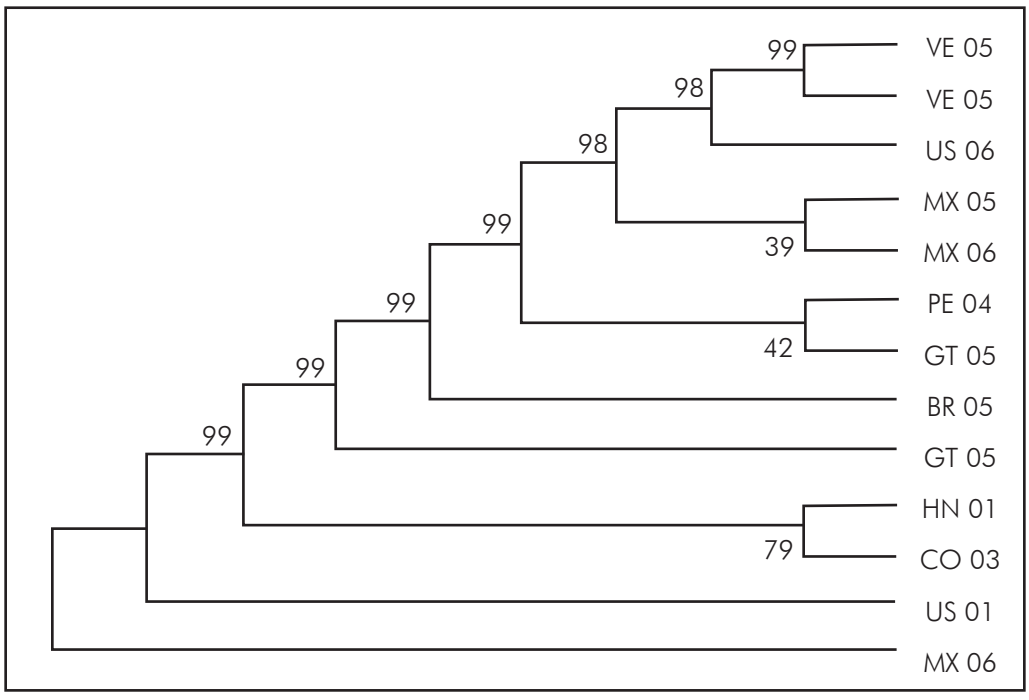


Figura 5. Aislados de NHP de diferentes localidades, ¿son todos una cepa? Matheu, comunicación personal (2007)

5. BACTERIAS FASTIDIOSAS

Las bacterias fastidiosas se llaman así porque son muy difíciles de cultivar en medios *in vitro*. Necesitan medios muy complejos que contengan compuestos especiales como hemina, muchos micronutrientes, indicadores para detectar el crecimiento y otros. Además, hay algunas como los fitoplasmas que no crecen ni siquiera en estos medios. Entre las bacterias fastidiosas encontramos los grupos de fitoplasmas, mycoplasmas, xyllelas, espiroplasmas y rickettsias. El tamaño de estos organismos varía mucho, pero siempre son microscópicos.

La mayor parte de estos patógenos en plantas (espiroplasmas, fitoplasmas y xylellas) son transmitidos por insectos chupadores, vectores de la familia Cicadellidae o, a veces, Fulgoroidea, Coccidae y Psyllidae.

Los fitoplasmas son bacterias muy pequeñas pertenecientes a la clase Mollicutes, cuya característica más notoria es la falta de una pared celular. Estas bacterias fueron reportadas por Doi (1967); se encontraron organismos similares a micoplasmas (MLOs, por sus siglas en inglés) en células cribosas de plantas con síntomas de amarillamiento. Este grupo de investigadores japoneses concluyó que podrían ser la causa de varias enfermedades vegetales con síntomas de amarillamiento. Desde su descubrimiento, se ha asociado a los fitoplasmas como los causantes de enfermedades en más de 300 especies vegetales en todo el mundo.

En las plantas enfermas, los fitoplasmas habitan los elementos cribosos del floema. A pesar de su similitud con otras micobacterias humanas y animales, los fitoplasmas no pueden ser cultivados *in vitro* en un medio libre de células. Ésta es la razón por la que la clasificación tradicional de estos organismos se ha basado en propiedades biológicas, como los síntomas que provocan en las plantas que afectan, rango de huéspedes y relaciones con los insectos vectores. Recientemente se han realizado estudios basados en pruebas moleculares que han ayudado a identificar y clasificar a los fitoplasmas, así como a desarrollar pruebas de diagnóstico más sensibles y específicas. Los resultados de estos estudios han facilitado la investigación de la ecología y diversidad genética de los fitoplasmas y de la epidemiología y fisiología de las enfermedades que provocan.

Los estudios con vectores sugieren que el rango de huéspedes de los fitoplasmas depende más de los hábitos alimentarios de los vectores que de las diferencias en la patogenicidad de los fitoplasmas. Las relaciones entre los fitoplasmas y sus vectores, así como las preferencias de alimentación de vectores, podrían ser la llave para abrir nuevos nichos ecológicos, dándole así a los fitoplasmas la oportunidad de evolucionar.

Los fitoplasmas pueden ser transmitidos también por injertos, por cúscutas (angiosperma parasítica) y por propagación vegetativa a través de cortes, tubérculos, rizomas o bulbos. Hasta ahora no hay evidencia sustancial de que los fitoplasmas se puedan transmitir por semillas; además de que no existe una conexión vascular directa entre el embrión y los tejidos de la planta madre. Se ha visto que, cuando se producen semillas de plantas enfermas, suelen ser estériles.

En Guatemala se han estudiado principalmente los fitoplasmas que causan el amarillamiento letal del cocotero (ALC). Los síntomas de esta enfermedad en palmas son la caída de los frutos en cualquier estadio de desarrollo, necrosis de las inflorescencias, amarillamiento de las hojas inferiores, amarillamiento de las hojas superiores en etapa posterior, caída de las hojas y muerte de la palma (Palmieri *et al.*, 2007a). Estos estudios iniciaron en 1999 junto con la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA y con

financiamento de AGROCYT. Comprobaron que efectivamente el ALC ya estaba en Guatemala en el área de la costa atlántica y afectaba a muchas palmeras. Se llevaron a cabo varios talleres y se sustituyeron muchas de las palmeras altas del Atlántico por variedades enanas que son más tolerantes a la enfermedad. En la costa sur se hicieron estudios para diagnosticar la enfermedad pero no se encontraron casos positivos. En la Figura 6 se muestra un mapa de los puntos en donde se ha diagnosticado ALC.

La caracterización molecular de los fitoplasmas encontrados se logró por medio de polimorfismo de largo de fragmentos de restricción (RFLP, por sus siglas en inglés). Para este análisis se usaron ocho muestras de palmeras que amplificaron con PCR general (P1/P7) y nPCR. Las muestras provenían de varios lugares de Izabal. En el análisis se usaron cuatro enzimas reportadas como las que mayor información brindan para distinguir grupos e individuos entre los fitoplasmas: *Taq* I, *Rsa* I, *Hinf* I y *Alu* I. Al utilizar las primeras

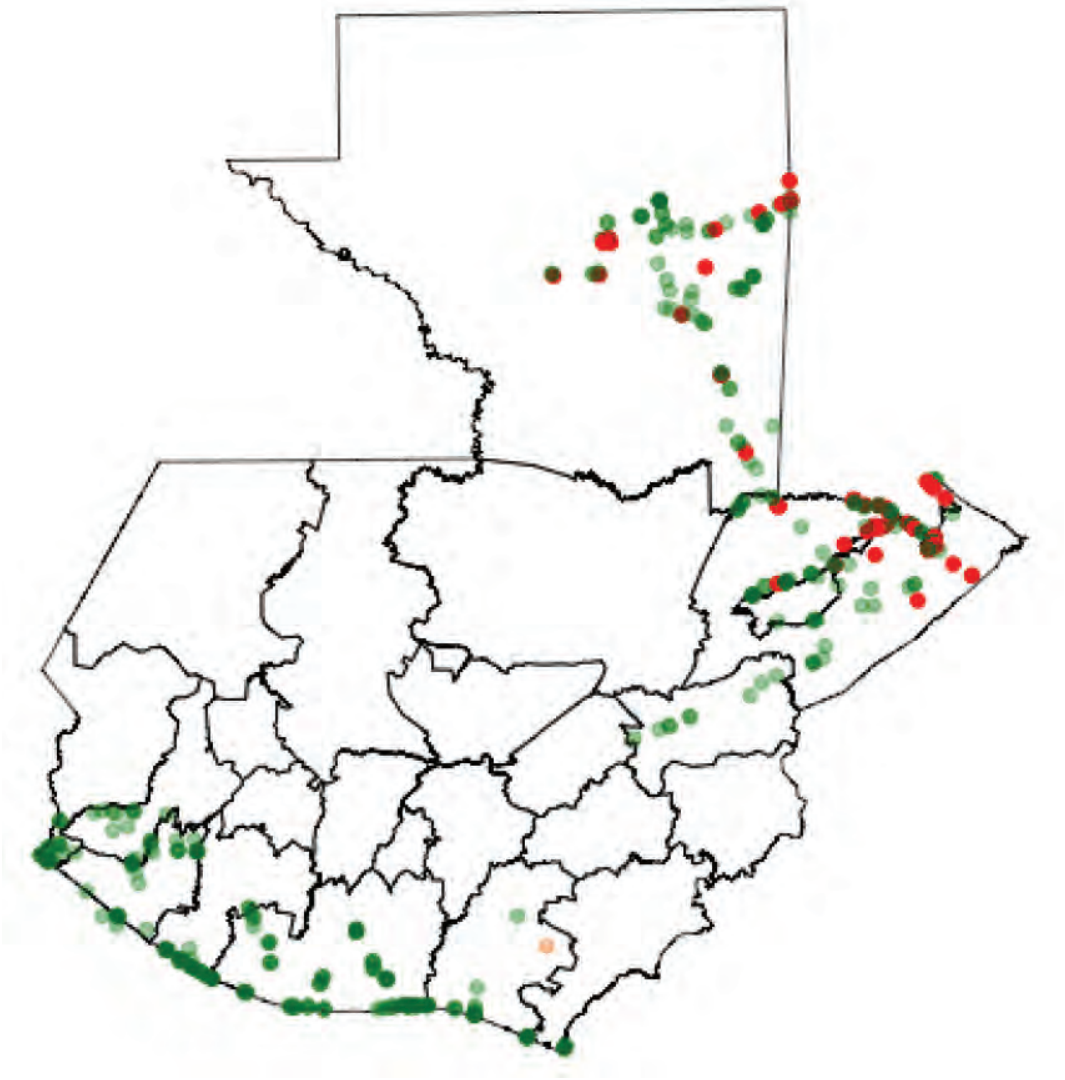


Figura 6. Puntos en donde se ha diagnosticado al fitoplasma causante del ALC por pruebas moleculares en Guatemala. Los puntos verdes indican dónde no se detectó el fitoplasma causante del ALC. Los puntos rojos señalan dónde se confirmó la presencia del fitoplasma por medio del PCR anidado. Fuente: Palmieri *et al.* (2007a)

tres enzimas se obtuvo un patrón de bandas indistinguible entre todas las muestras. Solamente con *Alu* I se obtuvo lo que parecía ser un patrón distinto. El dendrograma obtenido se presenta en la Figura 7.

En el dendrograma es posible apreciar claramente dos subgrupos; el primero lo constituyen las muestras A (Livingston) y E (Sarstún); el segundo está formado por la muestra C (Estero Lagarto) y las muestras B (Estero Lagarto), D (Cabo Tres Puntas), F (Sarstún), G (Siete Altares) y H (Castillo San Felipe). El hecho de que las dos muestras tomadas en Estero Lagarto sean ligeramente distintas, así como las tomadas en Sarstún, sugiere que en estas dos localidades ha habido variaciones genéticas (al menos a nivel del gen 16S ARNr) en los fitoplasmas causantes del ALC. Las muestras que no amplificaron con el PCR específico fueron la D y la E. El hecho de que la muestra D haya sido agrupada dentro del resto de las muestras parece indicar que la región detectada por los iniciadores LYF1/LYR1 no refleja necesariamente cambios dentro del gen 16S ARNr. Aunque las diferencias entre los fitoplasmas observados son mínimas, parece ser que en Guatemala los fitoplasmas causantes del ALC están mutando. Es posible que la extinción de las variedades susceptibles (altos del Atlántico o criollos) esté forzando a los fitoplasmas a adaptarse a otras variedades de cocos o incluso a otras especies vegetales. El número de muestras analizado es muy bajo para comprobar esta hipótesis, y sería aconsejable repetir el análisis usando un mayor número de enzimas de restricción, pero la inquietud queda latente. También podría ser útil enviar a secuenciar los fragmentos amplificados para obtener una información más exacta sobre las posibles diferencias genéticas entre las muestras (Schuster *et al.*, 2007; Swanson *et al.*, 2007).

El fitoplasma también se identificó en los posibles vectores, entre ellos Cicadellidae; pero sólo los cicadélidos se alimentan del floema. Schuster *et al.* (2007) y Catalán (2007) encontraron una serie de posibles vectores del ALC. Por último, se acaba de finalizar una investigación sobre microsatélites para poder encontrar palmeras resistentes o tolerantes al amarillamiento letal del cocotero en la costa sur (Palmieri *et al.* 2007). Stephenson (2006) reporta diferentes patrones de microsatélites y la distribución de las líneas de palmeras que presentan cierta tolerancia/resistencia al fitoplasma que causa el ALC. Catalán (2007) describe también un fitoplasma que se cree está involucrado en la enfermedad denominada papa rayada en Guatemala. Se han hecho identificaciones del fitoplasma pero no es constante su aparición en las muestras con la enfermedad.

La *Xylella fastidiosa* es una bacteria gramnegativa limitada al xilema. Causa varias enfermedades en un rango relativamente amplio de hospederos. Provoca clorosis variegada de los cítricos (CVC) que afecta semillas de variedades de naranjas (*Citrus sinensis*). En naranja causa puntos amarillos cloróticos en las hojas y en la parte inferior causa lesiones con goma. Reduce el tamaño de los frutos y los vuelve muy duros; el crecimiento del árbol y de las ramas se vuelve muy lento. Se mueren las ramas más jóvenes, se reduce la copa del árbol aunque no muere. Esta enfermedad también afecta a duraznos, causando enanismo general de las hojas, ramas y frutos; además, las hojas se oscurecen y se aplanan (*phony peach disease*). En café, se llama acorchamiento de la hoja del café (*bacterial leaf scorch*) y causa un retardo pequeño en el crecimiento, pero principalmente la necrosis de la punta y márgenes de la hoja, muerte de hojas y ramitas, ramas laterales sin hojas y sin frutos, excepto por un grupo de hojas en la punta (Purcell, 2001). Los vectores de esta bacteria son miembros de la familia Cicadellidae, que se alimentan del xilema.

En Guatemala se ha detectado *Xylella fastidiosa* en muestras de café en el Laboratorio

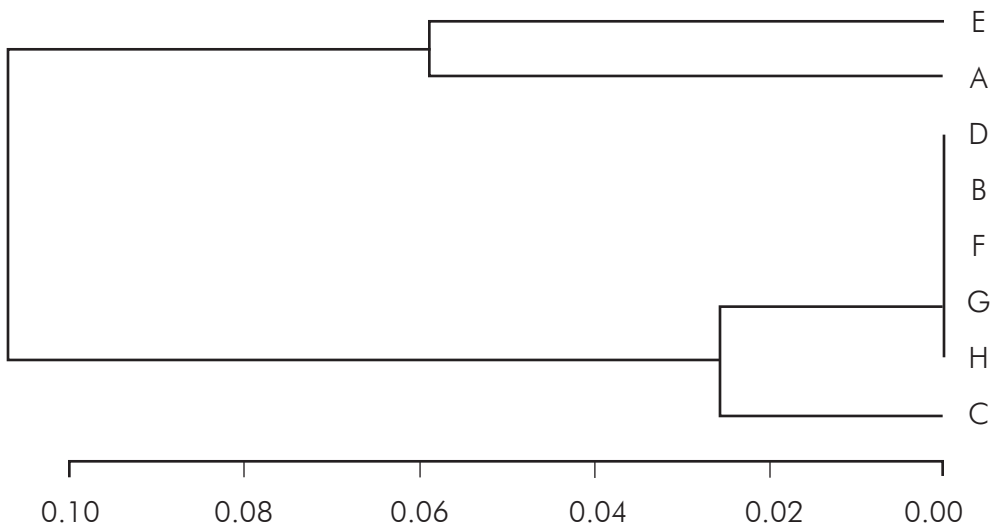


Figura 7. Dendrograma construido a partir de los largos de los fragmentos obtenidos después de digerir los productos de PCR con cuatro enzimas de restricción. Fuente: Palmieri *et al.* (2007a)

de Protección Vegetal, también en muestras de cítricos y de papa, la mayoría con síntomas de papa rayada. ANACAFÉ también está llevando a cabo pruebas para la detección de esta bacteria en café. Aún no se han realizado estudios en malezas, sin embargo está por iniciar el primero. En la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar se estudió en 2006 la presencia de *Xylella fastidiosa* en posibles vectores colectados en plantaciones de café, con ayuda de ANACAFÉ y de la Universidad del Valle de Guatemala.

Otro tipo de bacteria fastidiosa que se ha estudiado en Guatemala son las rickettsias, causante del *Papaya Bunchytop*. Estas bacterias son cocoides gramnegativas con un tamaño que varía entre 0.3 y 0.7 um de ancho y 1-2 um de largo. Son parásitos intracelulares estrictos y no son cultivables fuera del hospedero. Tienen pared celular de ácido murámico y ácido diaminopimélico (Madigan, Martinco y Parker, 2004).

6. HONGOS

Guatemala posee 24 idiomas nativos y se sabe que, dentro de la cultura indígena, los hongos han sido recolectados y consumidos localmente desde tiempos inmemoriales, tal como lo demuestran las "piedras hongo" del período precolombino. Fueron talladas por los mayas aproximadamente del año 1500 A.C. al 900 D.C., y encontradas casi exclusivamente en Guatemala en la región del altiplano, ruinas de Kaminaljuyú y costa sur (Sommerkamp, 1984).

En cuanto a la etnomicología, podemos destacar que el mayor conocimiento de los hongos tenía que ver con sus propiedades alimenticias. Los mayas, quizá desde el Preclásico, utilizaron los siguientes hongos psicotrópicos como alucinógenos: *Amanita muscaria* y *Psilocybe*. Estudios de Lowy (1977) demuestran las características lingüísticas que todavía perduran entre los k'iche's del altiplano de Guatemala, que usan el vocablo *kakuljá*,

tanto para designar al trueno, como a *Amanita muscaria*, porque ellos creen que "donde cae el trueno nace el hongo".

Se tienen informes relacionados con la micolatría (adoración de hongos) de las distintas tribus de Mesoamérica desde el siglo XVI, y se han hecho estudios que demuestran la relación de los hongos con el ser humano en los diferentes aspectos de su existencia. Casi todos los hongos enteógenos[7] crecen en Centroamérica, aunque su uso está extendido por todo el mundo.

Las micorrizas se pueden definir como la simbiosis mutualista que se establece entre las raíces de las plantas y los hongos. Hay varios tipos pero las más comunes son:

En las ectomicorrizas, el hongo penetra en la corteza de la raíz, una o dos capas celulares entre las células corticales, formando la *red de Hartig* (espesor de 20-100 μm); se forma un manto compacto de hifas alrededor de la raíz, la cual tiene aspecto hinchado y herniado. Algunos hongos tienen un pequeño número de hospederos (*Boletus betulicola con Betula spp.*), otros tienen un amplio rango de hospederos, como *Pisolithus tinctorius* con más de 46 especies de ocho géneros de árboles.

Las endomicorrizas son hongos que penetran las células hospederas sin alteración celular, y forman enrollamientos. Son hongos saprófitos muy eficientes. Generalmente, son los que se encuentran en orquídeas (micorrizógeno: promueve formación de raicillas). Algunos son patógenos, como *Armillaria, Marasmius* y *Rhizoctonia solani*.

Dentro de las endomicorrizas se encuentra el subgrupo de las micorrizas vesículo arbusculares: en este caso las hifas penetran la planta creciendo a través de las células corticales de la raíz; forman vesículas hinchadas y arbúsculos muy ramificados, el micelio externo es relativamente escaso y no se forma manto externo. Coloniza raíces jóvenes y la hifa penetra sin atravesar el plasmalema, el cual se invagina para acoplarse a la hifa invasora. Estos tipos de micorrizas son los más abundantes y comunes en plantas herbáceas y algunos árboles. Los géneros de hongos de este grupo son, entre otros: *Glomus, Gigaspora, Sclerocystis* y *Acaulospora*.

Los estudios de micromicetos mutualísticos son aislados y escasos en Guatemala. La participación íntima de los hongos en el desarrollo normal de las orquídeas fue descubierta y estudiada por el botánico francés Noel Bernard, durante la primera década del siglo pasado. Los hongos que forman esta micorriza se caracterizan por presentar una maraña intracelular o agregaciones de hifas irregulares dentro del tejido de la raíz de la orquídea, llamadas "pelotones". Una característica extraordinaria de algunos hongos que forman la micorriza es que son conocidos como parásitos destructivos de otras plantas. Lo que puede determinar el cambio de simbionte mutualista a parásito en la relación orquídea-hongo son las fuentes de carbono; en estos casos no se forman cuerpos fructíferos en los hongos y permanecen en estado hifal microscópico. Los hongos más comunes de este tipo son *Armillaria mellea, Rhizoctonia solani* y *Tulasnella calospora*.

Los estudios formales que se han hecho en Guatemala sobre macromicetos mutualísticos fueron conducidos por Sommerkamp (1984), quien encontró 18 especies micorrícicas pertenecientes a *Amanita, Bolbitius, Boletus, Cantharellus, Laccaria, Lactarius, Licoperdon, Ramaria* y *Russula*.

En estudios realizados en bosques de Petén, Sacatepéquez y occidente del país, se identificó la existencia de por lo menos 11 tipos de hongos micorrícicos de *Amanita, Boletus, Cantharellus, Laccaria, Pisolithus, Suillus, Scleroderma, Tylopilus* y *Russula*. Algunos de

éstos no se aprovechan como alimento en algunas comunidades, pero pueden emplearse para la conservación de áreas en reforestación de especies de coníferas (*Abies spp.* y *Pinus spp.*) y de encinos (*Quercus spp.*). Además, en este estudio se determinó que, en la microflora guatemalteca, existe endemismo de ciertas especies de hongos ectomicorrícicos que deberían ser estudiados con más detalle, como especies de *Pisolithus, Scleroderma* y *Laccaria*, los cuales son excelentes micorrícicos forestales y producen inóculos fácilmente (Flores, 2002).

Un liquen es la simbiosis mutualística que ocurre entre un hongo (micobionte) y un alga o cianobacterium (fotobionte). En Guatemala, en el bosque nuboso del Biotopo del Quetzal, Purulhá, Baja Verapaz, se encuentran aproximadamente 90 especies de líquenes folícolos (líquenes que crecen exclusivamente sobre hojas de plantas vivas). Este número es sumamente elevado si se compara con el número de especies reportadas para otros bosques nubosos y quizás se deba a la cercanía de un clima cálido como el del bosque espinoso del valle del Motagua (Barillas, 1992).

Dentro de la diversidad guatemalteca de hongos espectaculares por su tamaño, tenemos el *Meritillus tropicalis*, del departamento de Escuintla, presentado en la primera exposición de hongos realizada en Guatemala en 1985 por Sommerkamp. El diámetro del pileo era 1.20 m. Otro hongo que llama la atención es el *Tricholoma cistidiosa*, encontrado recientemente en San Cristóbal de las Casas, México, y que pertenece a los especímenes gigantes (70 cm de diámetro del pileo) que también pueden encontrarse en Guatemala, Costa Rica y Brasil. No hay información acerca de si la especie encontrada sea comestible o nociva.

El primer muestreo de los macromicetos del país fue publicado por Sharp (1948). Este autor citó diversas especies silvestres disponibles en mercados populares. A partir de 1983 se intensificaron los estudios y ha sido posible identificar 21 especies a la venta en los mercados de las 22 cabeceras departamentales del país (Sommerkamp, 1992).

Se han registrado al menos 45 nombres populares o vernáculos, los cuales se relacionan con caracteres de la morfología macroscópica o con aspectos relevantes de la vida del guatemalteco; esto permite describirlos en forma sencilla. Dentro de los ascomicetos se identificaron tres especies de dos órdenes: *Hipomyces lactifluorum, Hervella crispa* y *H. lacunosa*. De los basidiomicetos se identificaron 18 especies pertenecientes a tres órdenes, que integran 12 familias distintas; las especies son *Agaricus campestris, Amanita caesarea* (hongo de San Juan), *Armillariella polymyces, Auricularia aurícula, Boletus edulis* (pancitas), *Cantharellus cibarius* (rebozuelo o anacate), *C. odoratus, Favolus brasiliensis, Helvella crispa* (señorita), *Hydnum repandum* (lengua de venado o rak mazat y yorcella yuin), *Lactarius deliciosus* (nízcalos), *L. indigo* (hongo de Xara o Jolom Xara en kakchiquel), *Morchella, Yorcella, Pseudofistulina radicata, Ramaria botrytis* (cachos de venado o cresta de gallo), *R. flava, Russula lepida, Schizophyllum commune* y *Tricholoma flavoviren* (Sommerkamp, 1992) (Figura 8).

Se ha determinado que el consumo de hongos entre la población de las zonas del centro, norte y occidente del país es bastante alto, mientras que en la zona sur existe micofobia, indiferencia o desconocimiento hacia su consumo. En el altiplano se encuentran los bosques de coníferas (*Pinus maximinoi*) y robles (*Quercus peduncularis*), árboles ectomicorrícicos en los que se encuentran la mayoría de hongos que las comunidades indígenas utilizan para su sustento (tanto nutricional como económico). Son recolectados especialmente al principio de la época lluviosa, en mayo, junio y julio.

Es de particular interés el caso de los mames ixchigüenses de San Cristóbal, San Marcos, población ubicada a 3,100 msnm, quienes han descubierto el valor nutritivo y económico de los hongos comestibles y su relación con los pinos, de tal manera que, para obtener estos hongos, se dedicaron a la tarea de reforestar el área que ellos mismos deforestaron, con la ayuda de la Asociación Ecomicológica del Altiplano Marquense, desde 1994 (Hurtado, 2000).

Con la ingesta de hongos tóxicos se presenta una sintomatología que va desde diarrea hasta fallo hepático fatal. Se le conoce como micetismo. Según los libros de fray Bernardino de Sahagún y el *Popol Vuh*; es decir, tanto en la cultura náhuatl como en la maya, se menciona el uso de los hongos alucinógenos en los antiguos rituales y ceremonias más sagradas. Sólo los hombres elegidos o "chamanes" (especialistas del éxtasis) podían consumir estos hongos, lo cual les permitía una comunicación entre el cielo y la tribu, para alcanzar trances visionarios y entrar en contacto con los dioses, o bien, descender al infierno para contactarse con los demonios y así predecir los buenos tiempos de lluvia y cosecha (Sommerkamp, 1984).

Wasson (1957) reporta haber participado en una experiencia alucinatoria realizada por la curandera mazateca María Sabina, quien usó hongos en sus rituales. Se hicieron varias colectas de estos hongos y fueron clasificados como *Psilocybe caerulescens, P. cubensis* y *Panaeolus sphintrinus* (Sommerkamp, 1984). Desde la década de los setenta se han identificado varias especies de hongos alucinógenos; muchas de ellas se encuentran



Morchella morchella



Boletus edulis



Cantharellus cibarius



Amanita caesarea

Figura 8. Algunos ejemplares de ascomicetos y basidiomicetos encontrados en Guatemala. Crédito: Sommerkamp, Y.

en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Entre éstas se hallan los siguientes macromicetos tóxicos y alucinógenos: *Amanita gemmata, A. magniveralis, A. muscaria, A. verna, Agaricus xanthodermus, Chlorophyllum molibdites, Leucoagaricus naucinus, Panaeolus sphintricus, Psilocybe cubensis* (San Isidro), *P. mexicana* (pajarito), *Inoscybe asterospora, I. fastigiata, Russula emetica, R. foetens, Scleroderma texense* y *S. verrucosum*. En las colecciones de la Universidad del Valle de Guatemala también se encuentran varios ejemplares, aunque todavía no se ha terminado de calcular la totalidad de éstos. Se ha detectado que los distribuidores principales de estos hongos son niños y adolescentes, siendo ellos mismos usuarios constantes de los mismos (Sommerkamp, 1984).

Es evidente que el número de especies identificadas es bajo y también lo son las intoxicaciones provocadas por éstas. Como parte de los programas de control y diagnóstico, se han visitado los hospitales nacionales con el fin de solicitar su colaboración y reportar cualquier intoxicación provocada por la ingesta de hongos. Se han documentado alrededor de 20 casos, de los cuales tres han sido mortales: uno en aldea San Yuyo, Jalapa, en 1987; otro en Huehuetenango, en 1990; y uno más en Quiché, en 2004. En la Figura 9 se aprecian fotografías de algunos hongos venenosos.

Existe un gran potencial medicinal y alimenticio en la diversidad de la micobiota existente en Guatemala, que podría ser estudiada y explotada en pro de la conservación de los ecosistemas naturales y el aprovechamiento de los recursos naturales, como un aporte al desarrollo de la región y la generación de alternativas de producción. Un porcentaje considerable de estos macromicetos se perfilan con utilidad alimenticia y como productores de metabolitos secundarios de aplicabilidad en la farmacopea para la curación y tratamiento de diversas enfermedades, como laxantes, antitumorales, hipocolesterolémicos, antiinflamatorios, antivirales, antibacterianos y antifúngicos. Éstos incluyen a *Auricularia aurícula, Ganoderma lucidum, Hericium erinaceum, Lentinula edades* (Figura 10), *Schyzophyllum commune, Pisolituthus tinctorius*, utilizado en el altiplano como cicatrizante, mezclado con algo de agua y puesto directamente sobre la herida; y *Pycnoporus sanguineus*. Algunos han sido comercializados como cápsulas y como pequeños fragmentos de cuerpos fructíferos deshidratados.

Algunos macrohongos, como lo describe Martínez (2004), han sido utilizados en la obtención de colorantes para la tinción de lana



Amanita phalloides y A. muscaria



Amanita magniveralis



Psilocybe cubensis



Psilocybe semilanceata

Figura 9. Hongos venenosos de Guatemala. Crédito: Sommerkamp, Y. y Nájera, A.

mediante procesos artesanales. Martínez analizó la capacidad tintórea de 56 especies de macrohongos sobre fibras de lana para ser utilizados en la industria textil artesanal. Reporta que el 50% de las especies ensayadas presentaron propiedades de tinción excelentes para lana y poliamida, mientras que otro 18% tiñó de forma moderada. Pudo obtener 86 colores que incluyen tonos de verde, beige, café, gris, violeta, amarillo, anaranjado y rosado. Los colores obtenidos sobre fibra de lana presentaron, además, buena resistencia a la luz y al lavado. Debido a esto recomendó el uso de hongos como fuente de tintes naturales para su uso en la industria textil artesanal de Momostenango, región en donde hizo las colectas de hongos. Las 56 especies de hongos recolectadas se agruparon en 11 diferentes órdenes, de los cuales Boletales y Thelephorales fueron los que produjeron mayor número de colores (Martínez, 2004) (Figuras 11, 12 y 13).

Otros hongos de la biodiversidad de Guatemala son los micromicetos. Se han hecho interesantes estudios sobre hongos saprofitos que son utilizados como control biológico en contra de insectos y nematodos dañinos para las plantas. El uso, por ejemplo, de hongos endofíticos para el control del nematodo barrenador del banano y el plátano (*Radopholus similis*, que causa aproximadamente entre el 10 y el 20% de pérdidas de este producto en Guatemala) ocurre dentro del mismo nicho: el tejido interno de las plantas (Meneses, 2003).

Otro estudio sobre macromicetos fue desarrollado por De la Roca (2002), quien analizó la distribución de macromicetos a tres rangos



Auricularia aurícula



Hericium erinaceum



Ganoderma lucidum



Lentinula edodes

Figura 10. Macrohongos con uso medicinal. Crédito: Najera, A.

altitudinales en la parte oeste de la Reserva de Cerro San Gil, municipio de Santo Tomás, departamento de Izabal, Guatemala. Se encontraron 104 especies de macromicetos. Y se concluyó que los tres niveles de altitud poseían un índice de similitud menor al 60%; sin embargo, la curva de acumulación de especies nunca alcanzó el punto de saturación, lo cual sugiere que se debió recolectar por más tiempo para tener un muestreo exhaustivo. Esto indica también que la riqueza de especies de macromicetos es muy alta en esa área.

También, se han estudiado diferentes hongos patógenos de plantas, sobre todo dentro de los recursos forestales. Algunos géneros de hongos que afectan al *Pinus oocarpa* y *P. maximinoi* son *Dothistroma sp., Lophodermium sp., Sphaeropsis sp., Lecanosticta sp., Pestalotia sp., Phasidium sp.* y *Coleosporium sp*. (González, 2004). Además, se han reportado algunos hongos patógenos que han sido identificados en muestras de procedencia variada y de los cuales únicamente se logró establecer el género en la mayoría de casos. Estos estudios han sido realizados entre 2001 y 2007 por el Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala (Cuadro 3).

En Guatemala, además de detectar y diagnosticar enfermedades fúngicas, se han iniciado estudios más completos y específicos como la evaluación de marcadores AFLP's para identificar individuos resistentes a *Phytophthora cinnamomi* Rands por investigadores de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en colaboración con los laboratorios de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala. Estudios como la identificación de diferentes cepas de *Phytophthora cinnamomi* o sus caracterizaciones fenotípicas y genotípicas son necesarios para poder conocer el comportamiento esperable de las variantes ante diferentes situaciones.

Otros hongos tienen importancia a nivel industrial, en procesos fermentativos, como lo demuestra el estudio microbiológico y antropológico de bebidas fermentadas tradicionales de Guatemala (Valdez, 1992). Este autor habla del boj, el ishpasá, el fresco de súchiles y la chicha, en los que actúan principalmente *Saccharomyces cerevisiae, Hansenula anómala* y algunas especies de *Rhodotorula*, además de las bacterias fermentadoras.

También se encuentran hongos causantes del deterioro de alimentos: principalmente espe-



Figura 11. Porciones de fibra de lana coloreadas a partir de colores obtenidos con macrohongos
Crédito: Martínez, M.

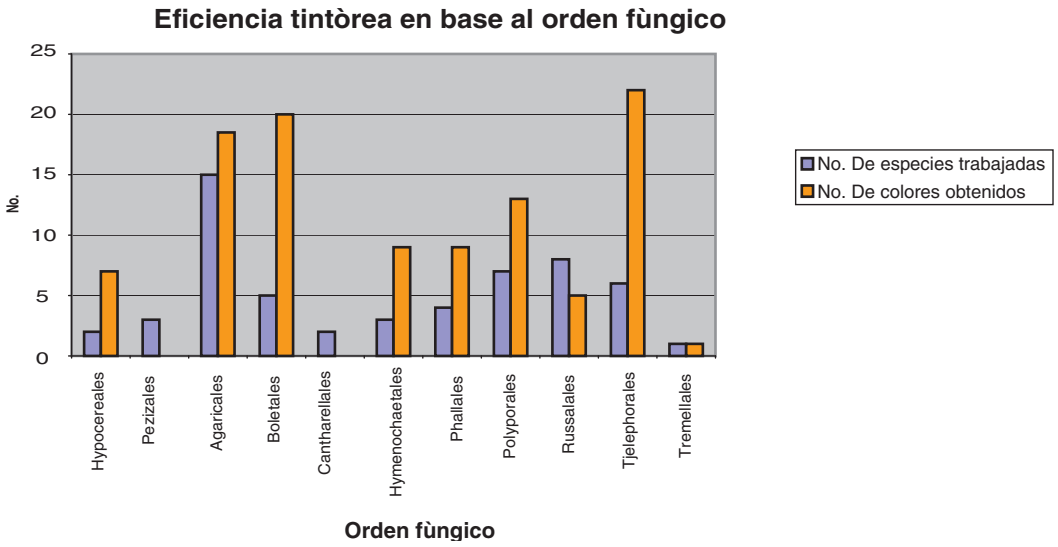


Figura 12. Eficiencia tintórea con base en el orden fúngico. Fuente: Martínez (2004)

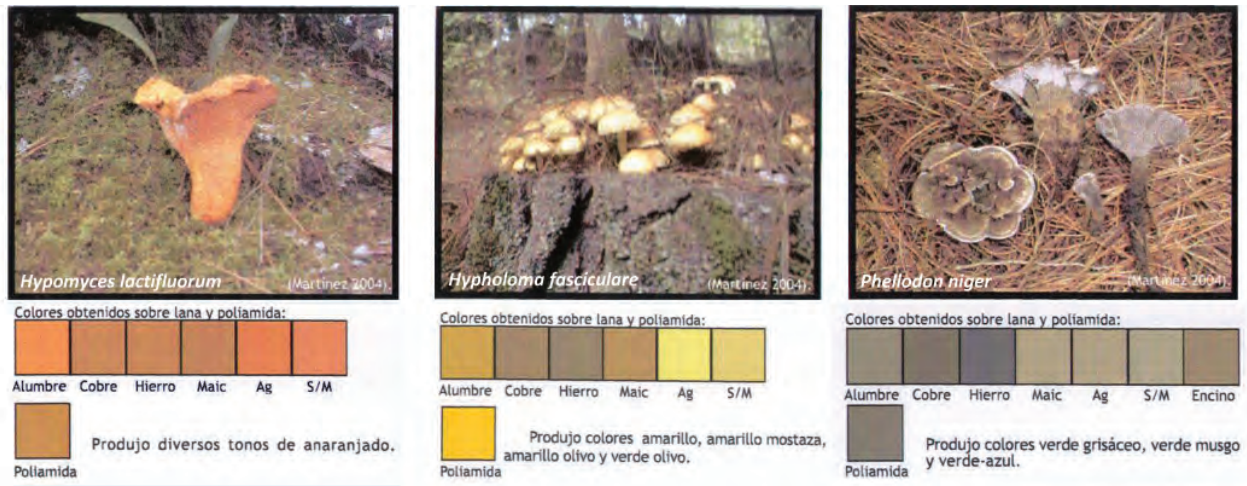


Figura 13. Ejemplares de macrohongos con propiedades tintóreas excelentes. Fuente: Martínez (2004)

cies de los géneros *Penicillium, Aspergillus* y *Cladosporium*, los cuales están ampliamente distribuidos en cualquier ambiente y deterioran alimentos, incluso a temperaturas de refrigeración (4-8 °C). Recientemente se han realizado estudios sobre la importancia de las micotoxinas en cereales y sus productos (Calderón, 2007). Ejemplos de algunos de estos hongos se muestran en la Figura 14.

Los hongos patógenos del ser humano causan gran alarma en la actualidad. Las micosis superficiales que afectan la piel y las mucosas, son infecciones dermatológicas que ocupan uno de los primeros lugares, principalmente tiña pedis y onicomicosis, cuyo agente causal más significativo es *Trichophyton rubrum* (95%), seguido por *Trichophyton mentagrophytes* y *Epidermophyton floccosum*. En las zonas costeras del territorio nacional, el porcentaje de positividad es de 80% o más. En los niños se observa tiña capitis (piel cabelluda y cabello) la cual es producida por *Microsporum canis*.

Cuadro 3. Algunos hongos patógenos encontrados en diversos cultivos de Guatemala

Nombre del hongo	Procedencia
Dothrionella gummosis	Naranja, limón persa
Diplodia sp.	Naranja, jocote corona, jocote común, uva, chatías, anturios, césped, rosa, limón
Physalospora sp.	Jocote corona, maíz
Leptographium sp.	Geranio, coliflor
Botrytris sp.	Naranja, papa, albahaca, mora, pascuas, chile habanero y algunas ornamentales
Alternaria sp.	Coliflor, papa, lechuga, mandarina, aguacate, pera, tubérculos de papa, rambután, albahaca, uva, tomate, naranja valencia, chile pimiento, algunas ornamentales, algunas gramíneas, limón persa, zanahoria, espinaca, pepino, maíz, jocote, *Ajuga sp.*, pascuas, coco, alcachofa, semillas de sorgo, lechuga romana, pilones de tomate, muestras de suelo, mora, semillas de pepino, pino oocarpa, semillas de arveja, ciprés, níspero
Morthierella glimaniella	Coliflor
Leptographium sp.	Geranio, coliflor
Myrothecium roridum	Anturio, arveja
Pythium sp.	Geranio, ornamentales, cacao, helechos, viola
Aspergillus sp.	Cardamomo, semillas de frijol, naranja valencia, piña, jocote, coco, semillas de pepino, izote, semillas de hule, semillas de arveja, semillas de haba, banano
Septoria sp.	Cardamomo
Penicillium sp.	Papa, rambután, piña, coco, izote, mora, semillas de arveja, semillas de chile, semillas de pepino, pino oocarpa, maíz, polen, semillas de haba, palmera, muestras de suelo
Phomopsis sp.	Naranja, aguacate y anona
Phythopthora sp.	Naranja, tubérculo de papa, limón persa, jocote, cacao, coco
Fusarium sp.	Naranja, lechuga, orquídeas, mandarina, pera, espárrago, tubérculos de papa, coyolillo, albahaca, tomate, chile pimiento, chatías, anturios, limón persa, cartuchos, zanahoria, espinaca, coco, aguacate, pepino, helechos, melón, piña, maíz, mora, gerberas, jocote, varias ornamentales, cacao, pascuas, banano, vainilla, alcachofa, chile pimiento, chile habanero, lechuga romana, rambután, semillas de elotín, semillas de maíz dulce, pilones de melón, flor de izote, muestras de suelo, macadamia, arveja, semillas de pepino, pino oocarpa, ciprés, palmeras, guanaba, níspero
Glomerella sp.	Ornamentales
Pestalotia sp.	Orquídeas, rambután, uva, arándano, aguacate Hass, coco, anturios, algunas gramíneas, jocote, manzana rosa, algunas ornamentales, macadamia, mora, semillas de pepino, pino oocarpa, ciprés, guayaba, níspero
Cladosporium sp.	Albahaca, tomate, naranja valencia, algunas ornamentales, gerberas, jocote, pascuas, vainilla, verbenas, semillas de sorgo, pepino, bromelias, chile pimiento, lechuga romana, rambután, pilones de tomate, cafeto, macadamia, peras, semillas de chile, semillas de arveja, ciprés, palmera, aguacate, tubérculo de papa, limón persa, cacao, coco
Verticillium sp.	Verdolaga, ornamentales, tomate, piña, algunas gramíneas, levaduras de piña, guayaba
Deigthoniella sp.	Banano

Nombre del hongo	Procedencia
Colletotrichum sp.	Naranja valencia, limón persa, aguacate, coco, jocote, cacao, helechos, vainilla, algunas ornamentales, palmeras, níspero, chile pimiento
Ramularia sp.	Semillas de frijol, palmeras
Phoma sp.	Espárrago, banano, melón, mora, arveja, algunas ornamentales, polen, guanaba, limón, chile pimiento
Rhizoctonia sp.	Tubérculos de papa, pascuas, arveja, chile pimiento
Cercospora sp.	Planta de brócoli, aguacate Hass, rosa, anturios
Sporodoquium sp.	Tubérculos de papa
Helmintosporium sp.	Papa, melón, zinia
Botryodiplodia sp.	Uva
Ascochyta sp.	Naranja
Sphaeronema sp.	Coco
Leptosphaerella sp.	Marantha roja
Sphaeropsis sp.	Anturios
Mycosphaerella sp.	Repollo, naranja, anturios, pascuas, guanaba
Rhizopus sp.	Aguacate Hass, algunas gramíneas, coco, mora, semillas de hule, bulbos de *Caladium*, semillas de arveja, maíz, polen, algunas ornamentales, banano
Curvularia sp.	Maíz, melon, jocote, limón persa, coco, rambután, arveja, polen, ciprés, palmera, algunas ornamentales, banano
Ulocladium sp.	Helechos
Monosporascus cannomballus sp.	Melón
Corynespora sp.	Melón
Monilia sp.	Piña y jocote
Gliocladium sp.	Grama
Myrotecium sp.	Ajuga
Botryosphaerella sp.	Coco
Gleosporium sp.	Alcachofa y guayaba
Periconia sp.	*Chenopodium sp.*, ciprés
Dydimella sp.	Melón
Roya sp.	Pino
Peronoaspora sp.	*Chenopodium sp.*
Trichoderma sp.	Peat moss, algunas ornamentales
Gomosis sp.	Melón

Fuente: Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad del Valle de Guatemala

En el grupo de hongos levaduriformes, se ha observado que las infecciones por *Candida albicans* han aumentado su incidencia, debido al advenimiento del VIH y enfermedades inmunodepresoras, incluyendo diabetes. Además, causa problemas de vaginitis en mujeres, principalmente en embarazo y edad reproductiva en todo el país (Figura 15).

Las micosis subcutáneas incluyen hongos saprofitos que son adquiridos por traumatismo o inoculación directa, principalmente en la población campesina de todas las áreas de Guatemala, tanto de la región de oriente como de occidente. Entre las especies más importantes y frecuentes están: *Sporothrix schenckii, Fonsecaea pedrosoi* y *Madurella grises* (Figura 16).

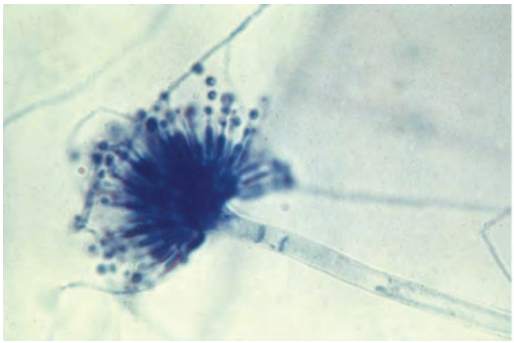
Las micosis sistémicas y profundas, causadas por hongos patógenos por excelencia, están restringidas a áreas endémicas propias; entre éstas se encuentran *Coccidioides immitis*, restringido a regiones áridas como el valle del Motagua, Zacapa y Jalapa; *Histoplasma capsulatum*, de cualquier área donde se encuentren excretas de palomas, cuevas y lugares abandonados, por ejemplo los antiguos "temascales"; *Paracoccidioides brasiliensis,* encontrada en lugares húmedos y cafetaleros, como algunas áreas de los departamentos de San Marcos y Sololá; y *Cryptococcus neoformans,* ubicada en cuevas y lugares con gran contenido de guano de murciélagos (Figura 17).

Para finalizar, el tema de biodiversidad de hongos es muy amplio y fascinante, de tal manera que cualquier estudio que se haga sobre los hongos seguro conlleva una serie de beneficios, no sólo para el conocimiento de la misma biodiversidad, sino también para la población y para el ecoturismo que se desarrolla en la actualidad.

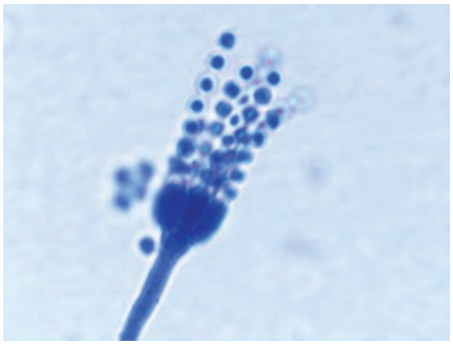
7. PROTOZOARIOS

Los protozoarios son microorganismos eucariotas, simples, unicelulares, cuyo citoplasma o protoplasma está rodeado por una membrana bilipídica y contiene numerosos organelos, como núcleo céntrico con su cromatina dispersa o en acúmulos, retículo endoplásmico, mitocondrias, aparato de Golgi, microtúbulos, gránulos de almacenamiento de alimentos y vacuolas digestivas y excretoras. Carecen de pared celular. Los órganos de movilidad varían desde simples seudópodos hasta estructuras complejas como cilios o flagelos (Murray *et al.*, 2006).

Su tamaño varía entre 2 y 100 mμ y su forma es variable. Algunos viven en agua dulce o salada en forma de trofozoíto y, cuando se deseca el medio o hay bajas temperaturas, forman quistes. Otros viven como parásitos de animales o de los humanos, presentan morfología, metabolismo y tipo de reproducción diferentes. Algunos necesitan más de un hospedero, otros forman asociaciones simbióticas.



Aspergillus sp.

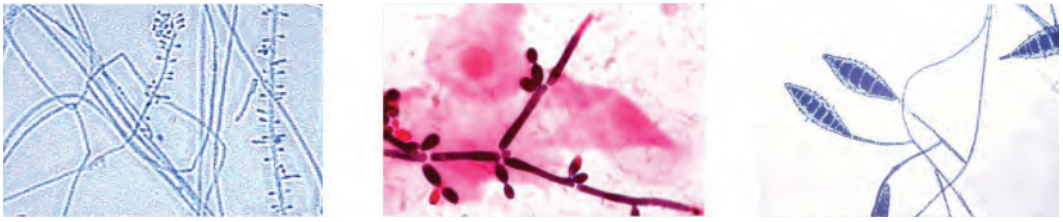


Penicillium sp.

Figura 14. *Aspergillus sp.* y *Penicillium sp.* vistos al microscopio. Crédito: Acevedeo, L. y Nájera, A.

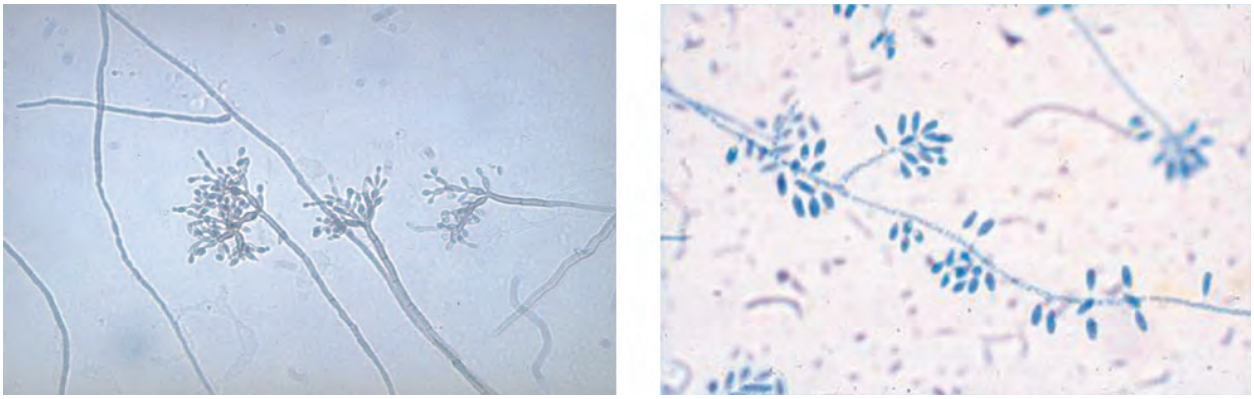
Su nutrición es heterótrofa aunque hay algunos autótrofos. Obtienen su alimento por ingestión de otros organismos o partículas orgánicas. Cuando capturan el alimento, los nutrientes llegan al citoplasma por mecanismos de difusión simple y transporte activo. En algunos protozoos el alimento penetra directamente por una abertura o poro llamado "citostoma"; otros, como las amebas, rodean el alimento por medio de seudópodos y lo ingieren por fagocitosis.

Se reproducen asexualmente, generalmente por bipartición simple, gemación o esporulación (fragmentación de la célula madre en esporas o quistes). Algunos también tienen procesos sexuales, especialmente los ciliados. El cigoto, al dividirse varias veces, da



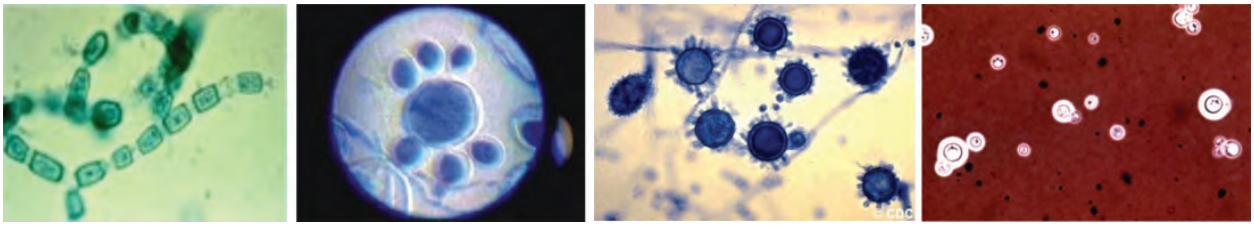
Trichophyton rubrum *Candida albicans* *Microsporum canis*

Figura 15. Hongos que pueden afectar al ser humano. Crédito: Acevedo, L. y Nájera, A.



Fonsecaea pedrosoi *Sporothrix schenckii*

Figura 16. Ejemplos de hongos que causan micosis subcutáneas. Crédito: Acevedo, L. y Nájera A.



Coccidioides immitis *Histoplasma capsulatum* *Paracoccidioides brasiliensis* *Cryptococcus neoformans*

Figura 17. Hongos patógenos causantes de micosis sistemáticas y profundas en humanos y animales
Crédito: Acevedo L. y Nájera, A.

lugar a numerosas células denominadas esporozoitos.

El transporte de gases respiratorios se realiza por difusión simple a través de la membrana celular. El oxígeno también entra disuelto en el agua absorbida con el alimento. La expulsión del anhídrido carbónico también se hace a través de vacuolas contráctiles que, al estar llenas de agua donde va disuelto el gas, se abren y lo liberan al exterior (Brooks, Batel y Morse, 2002).

Los protozoarios incluyen los siguientes grupos:

- **Diplomonada**: protozoarios primitivos con dos núcleos haploides y flagelos. No poseen mitocondrias. *Giardia* infecta el intestino de humanos y otros animales. *Giardia lamblia* es el único protozoo flagelado que causa enfermedad intestinal manifestada como diarrea infecciosa. Se adquiere cuando se ingieren los quistes en agua o alimentos contaminados. Por la acción del ácido del estómago, se disuelve la pared del quiste y se liberan los trofozoítos que se fijan a la mucosa del duodeno donde se siguen reproduciendo por fisión binaria. Al pasar por el colon, se forman nuevamente los quistes que salen con las heces, y sigue el ciclo de contaminación. La distribución geográfica es cosmopolita, pero es más frecuente en climas cálidos y se observa más en niños que en adultos. En Guatemala, de 1941 a la fecha, se han presentado trabajos de tesis de graduación sobre dicho protozoario. Datos actualizados hasta marzo de 2007 reportan giardiasis en el 19% de los niños en Guatemala[8].

- **Trichomonada**: protozoarios primitivos, flagelados, sin mitocondrias. *Trichomonas vaginalis* es importante como enfermedad de transmisión sexual. Es de transmisión exclusivamente sexual. Mide de 10 a 20 μm, sólo existe en forma de trofozoítos; de forma ovalada, posee cuatro flagelos y una membrana ondulante. Causa tricomoniasis, la cual produce más manifestaciones clínicas en mujeres de 25 a 49 años, y llega a causar infertilidad en casos crónicos. Un estudio, efectuado en Guatemala por la Asociación Probienestar de la Familia (APROFAM) en 2002, demuestra que la tricomoniasis en Guatemala tiene una prevalencia del 4%, lo que coincide con la información mundial (Acevedo, 2002). Los protozoarios flagelados que se caracterizan por ser "comensales" del sistema gastrointestinal son *Trichomonas hominis* y *Chilomastix mesnili*, los cuales no requieren tratamiento, sino cambio de hábitos alimenticios e higiénicos.

- **Sarcodina**: formado por las amebas, cuya forma de locomoción es por seudópodos (falsos pies) que también poseen la función de captura de alimento. Engloba el alimento una vacuola digestiva en cuyo interior se secretan enzimas digestivas. El alimento es absorbido hacia el citoplasma. La mayoría son parásitos de seres humanos y animales y habitan en el tracto gastrointestinal, pero otros son componentes del plancton y emiten seudópodos a través de orificios que hay en su caparazón de sílice.

  Como representante de este grupo está la *Entamoeba histolytica*[9], que se encuentra en el agua y alimentos contaminados con heces. Produce la "disentería", que se caracteriza por diarrea con moco, sangre y pus. La enfermedad es propia de países tropicales y puede causar no sólo enfermedad intestinal sino extraintestinal.

  En Guatemala se han hecho trabajos de tesis de graduación desde 1909 sobre este protozoo. En una evaluación efectuada por el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), en

1965, se encontró un 10% de prevalencia en la ciudad de Guatemala, y un 23% en el área rural. Estos datos no han variado mucho a pesar de que los métodos de diagnóstico han mejorado. Pero hay que tomar en cuenta el crecimiento poblacional y las condiciones insalubres de los llamados "asentamientos", en los cuales no se dispone de suficientes medidas de higiene, faltan drenajes, no existe un buen servicio de agua potable, etc. (Aguilar, 1997). Según datos del Ministerio de Salud Pública (2005), se reportaron en ese año 401,092 casos de diarrea en toda la república, de los cuales aproximadamente 15,095 fueron causados por *Entamoeba histolytica*.

Existe otro tipo de amebas, conocido como "amebas comensales", que viven en el intestino grueso, indican contaminación alimenticia (fecalismo) y no necesitan tratamiento sino corrección de hábitos higiénicos. Entre éstas se encuentran, según el orden de prevalencia, *Entamoeba coli*, y se hallaron quistes en aproximadamente el 30% de heces no diarreicas llevadas a los laboratorios de centros de salud, Hospital Roosevelt y Laboratorio Clínico Popular. Luego le siguen *Endolimax nana* e *Iodameba butschlii*.

Las amebas de vida libre, como *Naegleria fowleri* y *Acanthamoeba*, son potencialmente patógenas y se han encontrado en estanques de aguas frescas, aguas de alcantarilla, lodo y aguas termales en el occidente del país. Las personas se infectan al bañarse en este tipo de lagos, lagunas o piscinas y la vía de entrada es la mucosa nasal, la piel o la mucosa conjuntival; penetran el etmoides, pasan al sistema respiratorio y, por la sangre, llegan al cerebro, produciendo encefalitis. Se ha reportado un caso, en el servicio de medicina del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social[10].

- **Mastigophora (Flagellata, Zoomastigina o Euglenozoa)**: flagelados que se desplazan moviendo a modo de látigo sus flagelos, cuyo número y disposición pueden variar dependiendo de la especie. La mayoría son de vida libre, su ambiente es acuático, pero cuando cambian estas condiciones eliminan los flagelos y forman una pared alrededor (quistes), entonces pueden sobrevivir en ambientes secos. Otros son parásitos del ser humano y de los animales, además algunos necesitan un vector (insectos hematófagos, como chinches).

  Trypanosoma cruzi es el causante de la enfermedad de Chagas. En Guatemala, los vectores son chinches hematófagas *Triatoma dimidiata* y *Rhodnius prolixus*, conocidos como "chinches besuconas" o "chinches picudas". Cohabitan en las viviendas de "bajareque", características del nororiente de Guatemala, Zacapa y Chiquimula, principalmente.

  Las chinches contienen en su intestino las formas inmaduras del protozoario flagelado; al picar a una persona inyectan una substancia irritante y a la vez defecan (donde van las formas infectivas). La persona, al sentir el piquete, se rasca y por efecto mecánico las introducen en la piel o mucosas, de donde se dirigen al torrente sanguíneo (Aguilar, 1997).

  Matta *et al.* (1992) trabajaron sobre la transmisión congénita y evolución fisiopatológica de la enfermedad de Chagas en Chiquimula. Concluyeron que el 9% (54) de los neonatos estudiados presentaban anormalidades y signos clínicos, sugestivos de infección congénita. El 34.7% (17) de los neonatos estudiados con anormalidad congénita presentó valores de IgM total que son mayores que 20 mg/dl (valor normal = negativo) y se comprobó en cinco casos que, efectivamente, sí

hubo transmisión congénita (Matta *et al.*, 1992).

Se han hecho trabajos de tesis sobre determinación de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi*, tanto en niños de la aldea Pie de la Cuesta, Jalapa, como en pacientes de VIH/SIDA de la clínica familiar "Luis Ángel García" del Hospital General San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala (Aguilar, 2005; López, 2006).

El último trabajo publicado en Guatemala sobre este protozoario compara la filogenética molecular de *Trypanosoma cruzi* de Centroamérica (Guatemala) y cepas de América del Sur (Igawani *et al.*, 2007). Se sabe que por lo menos dos cepas son congénitas, una de Guatemala y otra de Colombia.

Leishmania es otro parásito intracelular que causa enfermedad cutánea y visceral y requiere dos hospederos intermediarios: un vertebrado y un artrópodo; el primero es reservorio y el segundo es vector. Los hospederos invertebrados son flebótomos *Lutzomyia*. Al ser ingeridos, los parásitos que están en el interior de las células infectadas de los hospederos se transforman en flagelados y se multiplican en el intestino del insecto en 8–20 días. Los flagelados bloquean parcialmente el intestino anterior y la faringe. Cuando el flebótomo intenta nuevamente ingerir sangre, algunos de los promastigotes infectantes son desplazados e introducidos a la piel. Luego, producen síntomas dolorosos y deformaciones con erosión de la piel, edema, destrucción del tejido, y puede haber infección bacteriana secundaria, con lo cual se deforma cada vez más el área de la picadura.

La distribución de la leishmaniasis es mundial. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) es una de las más grandes endemias en la categoría 1, considerada una de las cuatro enfermedades infecciosas más importantes, para la cual no existe control adecuado. En América Latina se presentan alrededor de 59,300 casos nuevos cada año. En Guatemala, el 80% de los casos proviene de la zona de Petén (Arana *et al.*, 2000), que colinda con la república mexicana.

Los estudios más recientes han sido realizados por el equipo de la Universidad del Valle de Guatemala.

Cordón (1987) trabajó con la transmisión de *Leishmania mexicana mexicana* por tres especies de flebótomos, con observaciones sobre el desarrollo del parásito en los tres vectores. Otro de los trabajos sobre leishmania fue el que llevó a cabo Fuentes (1988) acerca de la evaluación de cinco agentes antimicrobiales para la eliminación de contaminación microbiana en el cultivo de *Leishmania braziliensis*. Samayoa (1988) realizó una comparación del crecimiento de *Leishmania* según el método de obtención de muestra y el tipo de sangre utilizados en los medios de cultivo.

- **Ciliophora:** microorganismos con cilios; el grupo incluye a diversas especies de vida libre, mutualistas, comensalistas y un parásito intestinal del ser humano, *Balantidium coli*. Su locomoción se debe al movimiento coordinado de cilios, más cortos y numerosos que los flagelos.

  Balantidium coli tiene forma ovalada. Posee macro y micronúcleos, estos últimos intervienen en la reproducción. Posee vacuolas que ayudan a expulsar agua y desechos de la digestión a través del poro anal o citopigio. El reservorio natural de este parásito es el cerdo (63-91%). Se reproduce asexualmente por bipartición y experimenta procesos sexuales por conju-

gación. Su distribución es a nivel mundial (Aguilar, 1997).

En Guatemala, Aguilar y Cifuentes (1962) citados por Aguilar (1997) se refirieron a 90 casos diagnosticados entre 1944 y 1962. Su incidencia fue muy baja comparada con otras parasitosis. En su forma de trofozoito mide entre 50 y 200 μm de largo por entre 40 y 70 μm de ancho. El quiste, la forma infectiva, mide de 45 a 65 μm de diámetro. El extremo anterior es puntiagudo. Posee una hendidura bucal (Aguilar, 1997).

Pueden no presentarse síntomas, pero el protozoario también es capaz de causar diarreas leves a profusas e incluso disentería fulminante fatal. Los quistes se han encontrado en agua almacenada en viviendas, cuya contaminación puede deberse al mal manejo de los recipientes, una higiene doméstica pobre que se origina por la carencia de agua potable y de sistemas de disposición de excretas o tratamiento de agua residual doméstica (Solarte, Peña y Madero, 2006).

Existen una gran variedad de ciliados en Guatemala, comunes mundialmente en agua dulce (por ejemplo, *Paramecium, Vorticella* –especialmente colonizando el exoesqueleto de insectos acuáticos–, *Stentor*, etc.).

- **Sporozoa o Apicomplexa:** tienen un extremo en la punta, o "ápice", donde se encuentran organelas que producen sustancias para disolver tejidos con el objeto de penetrar las células del hospedero, convirtiéndose en parásitos intracelulares. Estudios recientes las separan en dos grupos no relacionados: Sporozoa y Apicomplexa (Tudge, 2000).

Todos los representantes de estos grupos carecen de órganos de locomoción y son parásitos obligados de células del hombre y otros animales. Algunos son parásitos intestinales y otros son parásitos sanguíneos. Dentro de su ciclo reproductivo tiene una fase sexual (gametogonia) y otra asexual (esquizogonia), y por eso pueden estar como gameto o cigoto y trofozoito, respectivamente (Murray *et al.*, 2006).

Isospora belli se multiplica sexualmente en el intestino humano, produce ooquistes ovoides alargados de 25-33 x 12-16 μm, con pared quística asimétrica, citoplasma granuloso y un núcleo (estadío diagnóstico). El núcleo se divide y forma dos esporoblastos. Dentro de cada espora se forman cuatro esporozoitos nucleados y alargados. En isosporidiasis crónica hay fase asexual esquizogónica (Aguilar, 1997).

Su distribución es mundial, más frecuente en zonas tropicales y subtropicales. Se presenta con frecuencia en pacientes inmunocomprometidos y la mayor detección ha ocurrido actualmente porque se le ha dado mayor atención a la enfermedad del Virus de Inmunodeficiencia Humana vrs. Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (Mannheimer y Soave, 1994).

Cryptosporidium parvum se encuentra distribuida por todo el mundo, provocando infección en amplia variedad de animales: mamíferos, reptiles, aves y peces. No requiere de hospederos intermediarios. Es el patógeno, junto con *Giardia*, que se encuentra con más frecuencia en el agua para consumo humano, ya que son resistentes a los procedimientos habituales de purificación (cloración y ozono) (Solarte Peña y Madero, 2006).

En Guatemala se ha determinado que el 13.8% de casos de diarrea son debidos a *Cryptosporidium*, cuyos ooquistes (formas infectivas) son ingeridos y, por ma-

duración continua, se transforman en trofozoítos localizados en la cara apical de las células del epitelio intestinal, entre las microvellosidades y el borde en cepillo de éstas. Las cifras más altas de infección se presentan en los meses de julio y agosto. En pacientes inmunodeficientes se manifiesta como diarrea crónica, pero en casos agudos la pérdida de líquidos puede llegar a tres litros diarios. El cuadro también es grave en niños desnutridos. El diagnóstico se hace por comprobación de protozoarios presentes en heces y teñidas con Giemsa o Ziehl Neelsen (Aguilar, 1997).

Cyclospora cayetanensis es un protozoario (coccidio), cuya forma infectiva es el ooquiste de 8 a 10 μm que, cuando madura, contiene dos esporoquistes, cada uno con dos esporozoitos. La transmisión se hace por vía feco-oral, con alimentos y agua contaminados. Afecta a personas de todas las edades; es más frecuente en verano.

En pacientes con SIDA, la diarrea puede durar hasta cuatro meses. Los síntomas son similares a cualquier parasitosis, incluyendo náusea, anorexia, dolor abdominal, diarrea acuosa y pérdida de peso. Entre 1996 y 1997, los brotes de cyclosporosis en Estados Unidos y Canadá fueron causados por frambuesas que provenían de Guatemala. De abril de 1999 a abril de 2000, se realizó un estudio en los trabajadores de la empresa productora de frambuesas, niños desnutridos y pacientes con VIH/SIDA en Guatemala, cuyas muestras de heces fueron analizadas por medio del método de concentración formalina-acetato de etilo, preparaciones en fresco, método de tinción de ácido-alcohol resistencia modificada y epifluorescencia. No se encontraron ooquistes en ninguno de los trabajadores de la empresa de frambuesas, únicamente en el 1.5% de los individuos pertenecientes a los otros dos grupos (Pratdesaba *et al*. 2001).

Plasmodium es de suma importancia, porque produce la malaria o paludismo. Hay cuatro especies: *P. vivax*, el más frecuentemente encontrado en Guatemala, *P. falciparum, P. ovale* y *P. malariae*. *P. falciparum* es grave debido a que presenta multirresistencia a fármacos. El vector es la hembra del mosquito *Anopheles*, la cual es hematófaga. Se infecta a través de picaduras a animales o seres humanos infectados. Los gametos del *Plasmodium*, que se encuentran en los glóbulos rojos de la sangre de estas personas, son ingeridos por el mosquito. En el tubo digestivo del mosquito, los gametos se reproducen sexualmente dando esporozoitos, las formas infectivas que son inoculadas por la picadura a personas sanas.

Una vez en el torrente sanguíneo, llegan a las células hepáticas, donde se reproducen asexualmente. Cuando se rompen las células, salen y parasitan a los glóbulos rojos.

En Guatemala, se detectaron en 2005 32,862 casos nuevos de malaria y se reportó el 40% de todos los casos que se dieron a nivel centroamericano. El 80% del territorio guatemalteco está considerado como zona de riesgo de malaria. Quiché, Petén y Alta Verapaz son las zonas donde más se ven personas afectadas, comprendidas entre 14 y 24 años.

Mendizábal y Padilla (2006) publicaron un estudio sobre diversidad genética de *Plasmodium vivax* en regiones de alto riesgo de malaria en Guatemala. Utilizaron el gen de la proteína del circumsporozito (CSP) y dos regiones variables del gen de la proteína 1 de superficie del merozoito (MSP1).

Toxoplasma gondii es un parásito intracelular que se encuentra en una amplia variedad de animales, incluyendo mamíferos y aves. El reservorio esencial doméstico es el gato común y otros felinos que eliminan ooquistes en las heces. Éstos maduran en el ambiente y se transforman en ooquistes maduros infecciosos, que al ser ingeridos por el hombre se transforman en trofozoitos o taquizoitos, los cuales tienen tropismo por el sistema nervioso central, células del pulmón, corazón y/o órganos linfoides.

La infección congénita tiene lugar durante el embarazo, siendo más grave mientras más reciente sea la edad gestacional. Es posible que el niño no presente síntomas al nacer, pero puede desarrollar la enfermedad meses o años más tarde. La mayoría de estos niños sufren coriorretinitis con o sin ceguera, trastornos neurológicos como retraso mental, convulsiones, sordera, etc. (Murray *et al.*, 2006).

La mortalidad y las secuelas de la toxoplasmosis congénita son elevadas; el 50% de pacientes con coriorretinitis responden bien al tratamiento y en formas agudas de adultos hay recuperación completa. La profilaxis es difícil por la amplia difusión de la infección (Aguilar, 1997).

- **Microsporidia**: son parásitos intracelulares obligados, altamente especializados, con esporas resistentes al ambiente, con variedad de formas, tamaños y métodos de división celular. Generalmente, las especies que parasitan al hombre son más pequeñas que las que parasitan a otros animales, midiendo aproximadamente entre 1 y 2 μm de diámetro. Se caracterizan por la estructura de sus esporas, que poseen un complejo mecanismo tubular de extrusión (tubo polar) utilizado para inyectar en las células del hospedero el material infeccioso (esporoplasma).

Este grupo contiene cerca de 100 géneros con 1,000 especies que generalmente son ubicuas en la naturaleza; infectan un amplio rango de vertebrados e invertebrados. Se han documentado casos de patógenos humanos desde 1985, de los cuales hay cinco géneros implicados: *Encephalitozoon, Enterocytozoon, Septata, Pleistophora* y *Vittaforma* (antes Nosema) (Marshall *et al.*, 1997). *Enterocytozoon bieneusi* es el único microsporidium con algún grado de especificidad por tejido, sobre todo del tracto gastrointestinal.

El ciclo de vida puede dividirse en tres fases generales:

a. El estadío infectivo.

b. Merogonia.

c. Esporogonia.

El estadío infectivo se inicia con la ingestión o posible inhalación de esporas por un hospedero susceptible. Luego, la espora pasa al duodeno donde es estimulada (por influencia de condiciones ambientales, como cambio de pH o concentración iónica) a hacer una extrusión para inyectar su filamento nuclear infeccioso, llamado esporoplasma, en la célula adyacente del intestino delgado. Se inicia la merogonia (multiplicación), madurando y produciendo merontes, los cuales se dividen por fisión binaria o fisión múltiple, dando lugar a formas plasmodiales multinucleadas. Provocan la muerte celular e inflamación local. Se diseminan de célula en célula y colectivamente son capaces de infectar cualquier órgano, sobre todo en pacientes inmunodeprimidos (Marshall *et al.*, 1997).

La combinación de merogonia y esporogonia en la multiplicación resulta en alta infestación en el hospedero y subsecuente

contaminación en el ambiente. *E. bieneusi* ha sido reportado en infecciones mixtas con *Cryptosporidium parvum* en el 28% de pacientes con SIDA (pacientes con menos de 100 linfocitos CD4/ml). Los síntomas que se presentan no son específicos. Hay diarrea crónica (más de 48 meses), deshidratación y pérdida de peso en el 10% de los pacientes.

- **Protozoarios de vida libre:** tienen importancia porque forman parte de las cadenas alimentarias que son componentes del plancton. Además, son considerados como bioindicadores en el tratamiento de aguas residuales y algunos se utilizan para detectar vetas petrolíferas. Contribuyen a degradar la celulosa en el rumen y, debido a su fácil y rápida reproducción en el laboratorio en medios semisólidos y líneas celulares, son utilizados en investigaciones sobre nutrición y crecimiento. Por ejemplo, el protozoo ciliado *Tetrahymena thermophila* fue el primer microorganismo eucariota en que se desarrolló la inducción de cultivos sincrónicos, facilitando el análisis de las diferentes fases del ciclo celular eucariota. Este protozoo también participó en el descubrimiento de los lisosomas y peroxisomas. Además, un equipo de investigadores argentinos logró convertir el colesterol presente en la leche y el huevo en provitamina D a través de la aplicación directa de este protozoo ciliado.

  También se ha provocado parasitismo artificial con protozoos de vida libre con el fin de llegar a conocer los cambios que ocurren en la adaptación a la vida parasítica. Algunos tienen la habilidad de concentrar sustancias radioactivas disueltas en el agua. Estas sustancias pueden pasar a través de la cadena alimenticia hasta el hombre, produciéndole un incremento en las mutaciones, cáncer y otras enfermedades.

La mayor importancia de los protozoos para el hombre se manifiesta en las numerosas enfermedades que provocan estos protozoos parásitos.

8. NEMATODOS

Los nematodos son gusanos cilíndricos, protostómicos, tripoblásticos no segmentados y que mudan. Son de hábito acuícola o semiacuícola. Pertenecen al filo Nematoda, que presenta dos clases: Adenophorea y Secernentea.

Describir la diversidad biológica de los nematodos en un país como Guatemala es sumamente complicado y simple a la vez. Complicado porque las características geográficas y geológicas del país exponen un *collage* de regiones con ambientes climáticos variados, que a su vez incluyen variabilidad en fauna y flora. Simple porque relativamente hay pocos registros de su biodiversidad. Se reconocen los que están asociados a patologías en humanos y animales con amplios registros, aunque no en su totalidad en el segundo de los casos. Otro grupo del cual se tiene conocimiento relativamente amplio incluye los nematodos asociados a patologías en plantas, que tiene registros recientes y constantes, ya que la sustitución de áreas naturales por cultivos ha permitido conocer estos organismos que, en algunos casos, han interferido en la producción agrícola.

Por otro lado, la ubicación del país en la franja tropical, con una cercanía relativa entre océanos, permite una condición climática donde prácticamente no existen estaciones marcadas; sólo se reconocen dos épocas, la seca y la lluviosa que, en ningún momento, llegan a ser verdaderos inviernos o verdaderos veranos. Esto permite que todo el año existan condiciones adecuadas para el desarrollo de vegetación. No falta el agua, hay limitaciones temporales pero no se llega a límites que inhiban el desarrollo y crecimiento

de organismos vivientes, excepto en algunos valles secos, lo que permite que las poblaciones de nematodos continúen sus ciclos de vida casi de forma normal.

Los registros de poblaciones de nematodos prácticamente están limitados a los datos que presentan los estudios de tesis que realizan las universidades que tienen la carrera de Agronomía, y los laboratorios de patología vegetal que apoyan dichos estudios. Entre las entidades que trabajan con nematodos, se encuentran la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA y el ICTA, dentro del sector público, y ANACAFÉ. Entre las entidades de la iniciativa privada están los Agroexpertos y Soluciones Analíticas, entre otros.

Entre las especies de nematodos presentes en Guatemala se encuentran *Radopholus similis* y *Rotylenchulus reniformis*. Hay varios estudios de nematodos que se remontan a las décadas de los sesenta y setenta, pero toman auge a lo largo de la década de los ochenta. Durante los últimos 15 años, el estudio de nematodos asociados a cultivos de importancia ha estado centrado en establecer y regionalizar la presencia de algunos géneros de importancia en cultivos de exportación. La primera especie, *Radopholus similis*, fue detectada por los servicios de cuarentena de los Estados Unidos en Sacramento, California, en un embarque de maranta. Como consecuencia de la cuarentena impuesta, se la trató como una plaga de importancia dentro del programa de Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación (VIFINEX). Este programa fue creado por la denuncia de la presencia de *Thrips palmi* en un embarque de ornamentales en Holanda. A partir de allí, se implementó un monitoreo en todas las fincas productoras de plantas ornamentales destinadas a la exportación. En consecuencia, se obtuvo una interesante lista de géneros asociados por cultivos en diferentes regiones del país.

Se estableció que, efectivamente, la especie *R. similis* está distribuida y asociada al cultivo de maranta, el cual está disperso desde la región de la costa sur, el altiplano central y el oriente del país. Además, se le encuentra asociado a cultivos de *Pothos* y *Scindapsus*.

La otra especie de importancia detectada durante este proceso fue *Rotylenchulus reniformis*, de la cual ya se tenían registros en UNR, ANACAFÉ y FAUSAC, asociado a cultivos como café, melón y frutales. Como fruto del trabajo realizado, se evidencia que tiene un rango amplio de hospedantes que abarca muchas de las especies de ornamentales y que su distribución en el país abarca casi todas las áreas productoras.

Álvarez y Cardona (2001) realizaron el análisis morfométrico y confirmaron la ubicación de la especie en los municipios de Escuintla y Masagua del departamento de Escuintla. Se encontró especialmente en áreas de producción de plantas ornamentales para exportación: *Dracaena sanderiana, Sansevieria trifasciata var. laurentii, Schefflera luceanne, Scindapsus aureus vars. Golden* y *Marble Queen*. En la Figura 18 se presenta la hembra y el macho de la especie detectada en Guatemala.

A raíz de este monitoreo, se obtuvo una lista, por cultivos y por regiones, de géneros de nematodos que afectan particularmente plantas ornamentales. Entre los géneros de importancia determinados durante el monitoreo están *Meloidogyne, Pratylenchus, Paratylenchus, Helicotylenchus* y *Hoplolaimus* y otros del complejo de la familia Hoplolaimidae. *Hemicriconemoides* y *Criconemoides* de la superfamilia Criconematoidea fueron identificados como asociados a una gran diversidad de cultivos. También se detectó *Xiphinema* en la región de la costa sur, particularmente asociado a *Dracaena*. *Trichodorus* está asociado a *leather leaf* en la región

norte, Salamá y Cobán. Estos dos últimos géneros son vectores de virus (nepovirus como TRSV y tobravirus).

Los registros de los géneros de nematodos y los cultivos a los que se asocian se encuentran en los archivos del Programa Integral de Protección Agrícola y Ambiental/Asociación Guatemalteca de Exportadores (PIPAA/AGEXPRONT) y en los archivos del Centro de Diagnóstico Parasitológico de la Facultad de Agronomía de la USAC.

El paso del huracán Mitch por Guatemala en 1998 trajo consigo una serie de problemas al país. Uno de ellos fue la introducción del ALC, enfermedad muy destructiva para las palmáceas en la zona del Atlántico. Cuando se dio la alarma sobre la presencia de la enfermedad se tuvieron problemas para separar su sintomatología de la de una enfermedad que tradicionalmente afectaba a las palmáceas de la zona, el nematodo del anillo rosado, anteriormente denominado *Rhadinaphelenchus cocophyllus* y actualmente *Bursaphelenchus cocophyllus*, que ha sido una plaga endémica en la región tropical de América. Debido a esto la UNR, junto con la FAUSAC y la UVG, hicieron algunos trabajos de investigación para poder definir cuándo una planta está afectada por el nematodo y cuándo por el fitoplasma.

Con la implementación del cultivo de la palma africana, se están realizando monitoreos constantes sobre la diseminación y presencia de *R. cocophyllus* dentro de las plantaciones. La especie tiene como hospedante preferencial al coco, pero su rango de alimentación incluye todas las especies de palmeras, incluyendo las ornamentales. El nematodo se encuentra en el tallo de las plantas. El picudo de las palmáceas, *Rhynchophorus palmarum*, es el vector del nematodo, por lo que la detección del insecto en la planta sugiere la presencia del nematodo.

Los nematodos de quiste también tienen su historia en Guatemala. En diciembre de 2001, el servicio de cuarentena de Honduras detectó, en un cargamento de papa, quistes de nematodos del género *Globodera*; se

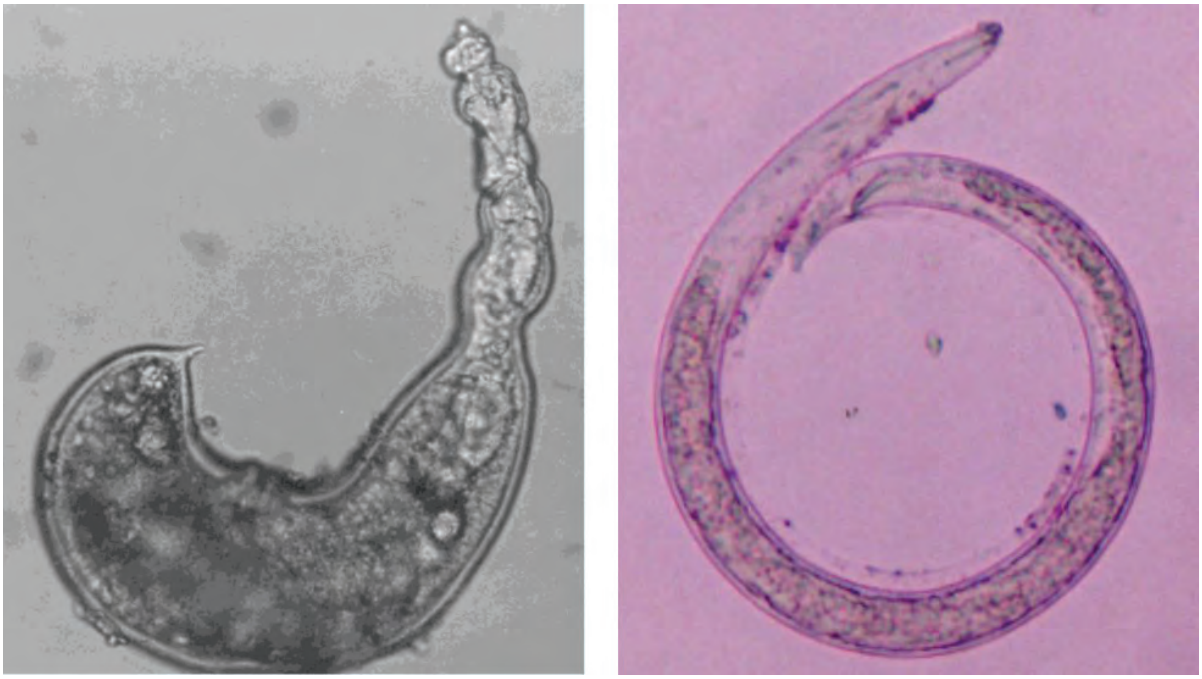


Figura 18. Hembra y macho de *R. reniformes* obtenidos de *Sansevieria trifasciata*. Crédito: Cardona, I.

sospechó que eran de la especie *G. rostochiensis*. Honduras impuso una cuarentena a las exportaciones de papa de Guatemala, medida a la cual se unieron El Salvador y Nicaragua. A raíz de ello, se iniciaron monitoreos en diferentes regiones del país donde se produce papa.

Unos veinte años antes, García (1980) determinó la presencia de las especies *Globodera pallida, G. virginianae, Heterodera sp.* y *Punctodera punctata*; éste fue quizás el primer registro oficial de dichas especies en Guatemala. A partir de este caso, se realizaron varios estudios de tesis de grado de la FAUSAC en diferentes zonas productoras de papa. El primero de ellos, realizado por Salguero (2003) en Patzicía, Chimaltenango, concluye que los géneros detectados en la zona son *Punctodera, Cactodera, Heterodera, Globodera* y *Afenestrata*.

Blanco (2004) elaboró el primer reporte sobre la presencia de *G. pallida* en Guatemala. Se llevó a cabo en la región de Palencia y concluyó que, además de *G. pallida*, también están presentes los géneros de la subfamilia Heteroderinae: *Heterodera sp., Cactodera sp.* y *Punctodera sp*. De manera paralela, se hizo otro estudio en San José Pinula (Ramírez, 2004). Éste concluye que *Heterodera, Cactodera* y *Punctodera* están presentes en el área. Orellana (2004) reporta en la zona de Salamá, Baja Verapaz, la presencia de *Heterodera, Cactodera* y *Punctodera*. Roldán (2005) reporta, para la zona de Jalapa, como presentes en las áreas de cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) *Cactodera, Globodera* y *Punctodera*. Colo (2006), en los municipios de Tecpán, Guatemala, San José Poaquil y Santa Apolonia (Chimaltenango), reporta la presencia de *Cactodera, Punctodera* y *Heterodera*.

Durante los monitoreos y estudios para verificar la presencia de *G. rostochiensis* en Guatemala, se confirma plenamente la presencia de *G. pallida* y *G. rostochiensis* a partir de la utilización de técnicas de morfometría y análisis molecular de PCR en los trabajos efectuados en la región de Palencia y Concepción Chiquirichapa, Quetzaltenango[11]. Como producto de dichos estudios, también se describe la presencia de otras especies. Se han registrado hasta la fecha otras especies de *Globodera* que aún no han podido ser plenamente determinadas; además, se reportan los géneros *Heterodera, Punctodera* y *Cactodera* frecuentemente en las áreas donde se produce papa.

En noviembre de 2005, los servicios de cuarentena de los Estados Unidos detectaron una nueva especie de nematodo de quiste para Guatemala, *Afenestrata orientalis*, la cual está asociada a ornamentales de la familia Poaceae, *Miscanthus sinensis* 'Variegatus' y *Pennisetum setaceum* 'Rubrum'. Sobre esta especie, a raíz de la detección en embarques de ornamentales, se realizó un muestreo dentro de una plantación en la zona de Palencia, Guatemala, el cual confirmó su presencia. Previamente, Salguero (2003) la reportó en la zona de Patzicía. A partir de allí no se han realizado estudios sobre esta especie. Es tema importante su estudio y la determinación de su distribución y su relación con cultivos de importancia para el país. En las figuras 19-24 se muestran las características de los quistes de los géneros detectados por los diferentes trabajos de investigación.

Si hiciéramos una paráfrasis de "los más buscados", los géneros más encontrados en Guatemala, tanto en cultivos tradicionales como en no tradicionales, han sido determinados a través de más de 15 años de estudio de muestras por la Facultad de Agronomía de la USAC. Se mencionan a continuación.

Meloidogyne spp., nematodos endoparásitos sedentarios, son los más comúnmente detectados en la mayoría de muestras de suelo procedentes de diferentes regiones y

gran variedad de cultivos del país. Causan serios problemas en muchos cultivos, afectan la productividad de las especies comerciales. En algunos casos han sido prácticamente un factor limitante por el grado de infestación en los suelos.

El segundo puesto está reservado para la familia Hoplolaimidae. El género más frecuente es *Helicotylenchus, seguido por Hoplolaimus* y *Scutellonema*.

En tercera posición se encuentra *Pratylenchus*, que también es persistente en muchos cultivos y causa serios daños a la producción debido a sus hábitos alimenticios porque es endoparásito migratorio.

Le siguen en orden de importancia *Rotylenchulus, Radopholus, Hemicriconemoides* y otros de la superfamilia Criconematoidea: *Paratylenchus, Trichodorus*.

Por último, algunos especímenes de *Xiphinema, Tylenchorhynchus* y *Hemicycliophora* han sido detectados ocasionalmente en diversos cultivos.

Muchas veces no se le da importancia a la identificación de nematodos de vida libre de las muestras por no ser parasíticos. Ello no quiere decir que tampoco se reconozca su presencia, existen casos particulares relacionados con la patología vegetal. El primer caso ocurre cuando se detectan poblaciones altas de *Meloidogyne*, que están acompañados de especímenes de varios géneros de Mononchidae, generalmente *Mononchus* y, a veces, otros géneros de la familia.

Otro grupo frecuente encontrado en muestras de suelo de plantas con problemas, particularmente de *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, son miembros de Dorilaymidae, generalmente *Dorilaymus*.

En muchos casos, cuando el daño de las raíces es de origen fungoso, se realizan muestreos de nematodos para descartar su participación en el proceso patológico. Son detectados con frecuencia especímenes del orden Aphelenchyda, particularmente *Aphelenchus*. Generalmente, se le asocia a la presencia de un hongo, el cual ocasiona daño a las raíces. La expansión del hongo en el suelo favorece la proliferación de este nematodo, ya que es un micófago por excelencia.

Recientemente se estaba realizando un estudio para determinar la biodiversidad de nematodos en bosques en Huehuetenango. Entre los especímenes de vida libre detectados se encontraron: *Aphelenchus, Mononchus, Tylenchus, Rhabditis, Dorilaymus, Wilsonema, Acrobeles, Diplogasteritus, Alaimus, Monochromadora, Panagrolaimus, Cephalobus*,

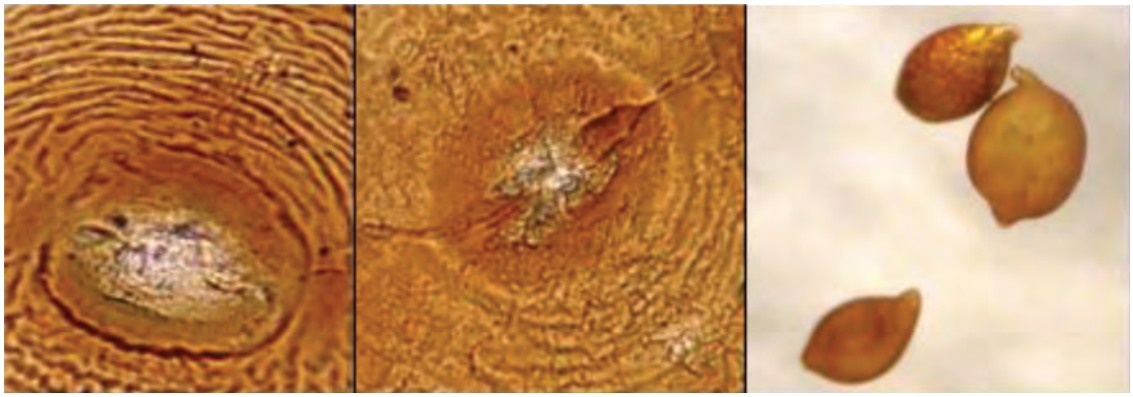


Figura 19. Cortes de fenestras de quistes (izq.) y quistes en formas ovoides y limón (der.) del género *Heterodera* hallados en el municipio de San José Pinula, vistos con aumento 40X. Crédito: Ramírez, C.

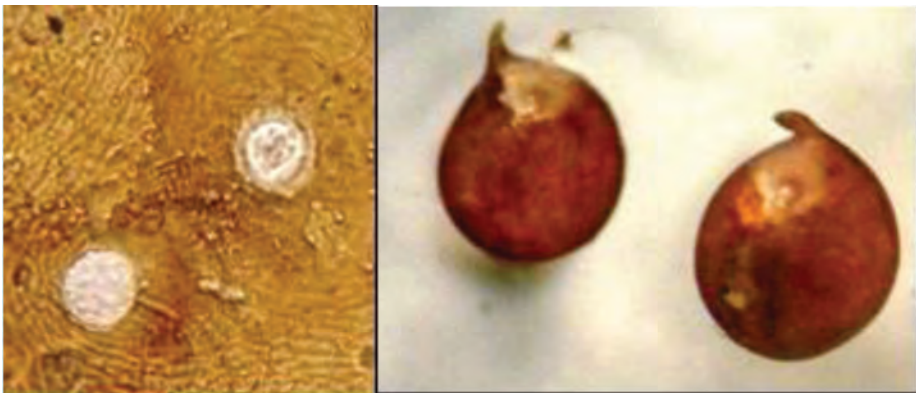


Figura 20. Corte de fenestra de quiste (40X) (izq.) y quistes de *Punctodera* (der.) localizados en el municipio de San José Pinula. Crédito: Ramírez, C.

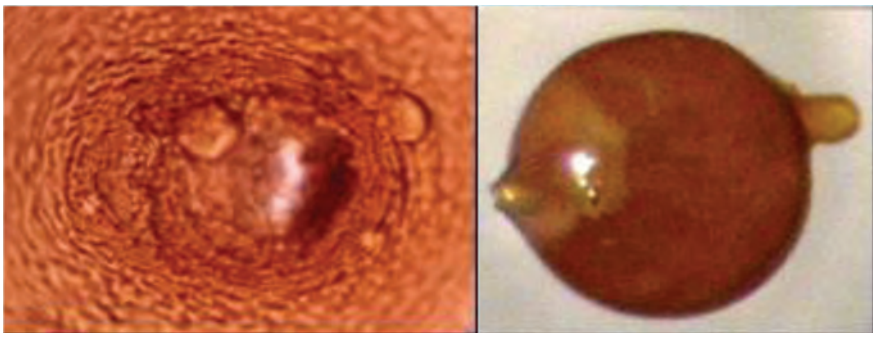


Figura 21. Corte de fenestra de quiste (40X) (izq.) y quistes de *Cactodera* (der.) localizados en el municipio de San José Pinula.Crédito: Ramírez, C.

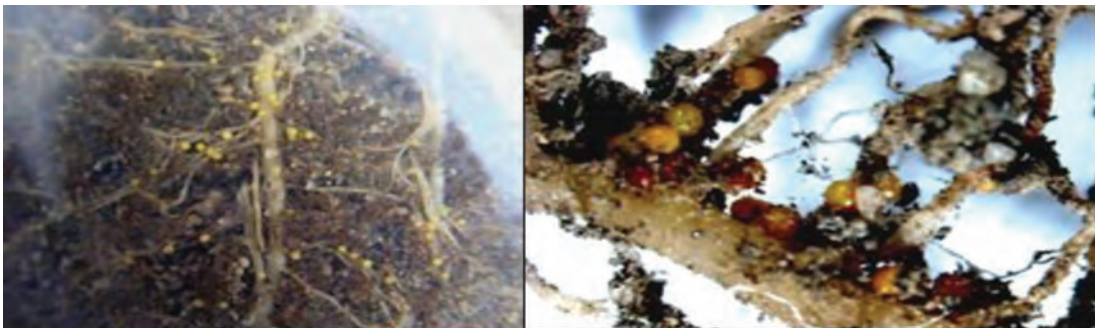


Figura 22. Quistes en raíces de *Globodera* en el bioensayo de suelos de Quezaltenango. Crédito: Álvarez, G.

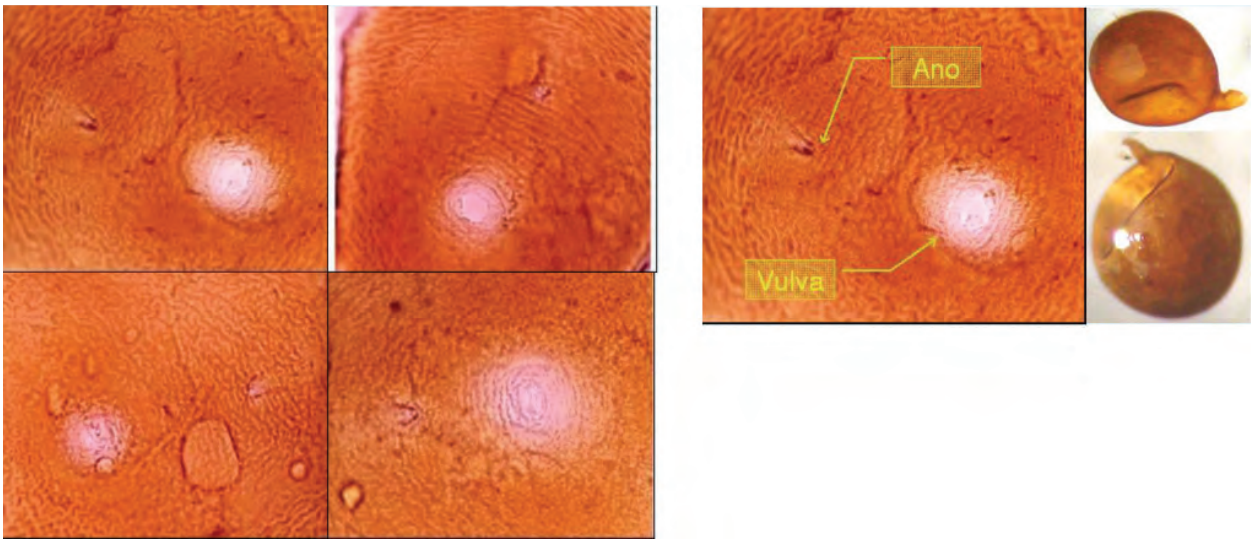


Figura 23. Patrones perineales de fenestralias y quistes de *Globodera* de Palencia, Guatemala. Crédito: Blanco, L.

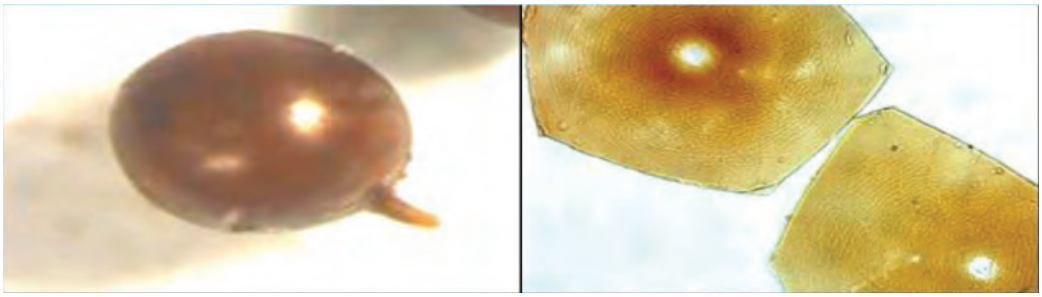


Figura 24. Quiste y patrón perineal de fenestralias de *Globodera* procedentes del bioensayo de suelos obtenido en Quezaltenango. Crédito: Álvarez, G.

conjuntamente habitando el suelo con otros parásitos como *Hemicycliophora, Criconemoides, Meloidogyne, Pratylenchus, Tylenchoryinchus* y *Xiphinema*.

También se han realizado estudios dirigidos a un cultivo en particular. Los cultivos más importantes estudiados son *Aloe vera*, melocotón, ajo, hule, chile guaque, brócoli y crisantemo.

- **Sávila, *Aloe vera***: Del Cid (2002) investigó en el municipio de El Progreso, El Progreso, una zona semiárida, si existía alguna relación patogénica entre *Aloe vera* y especies de nematodos fitoparásitos. Detectó asociados al cultivo, en orden de importancia, *Meloidogyne*, cuya presencia está asociada al ataque del hongo *Phytophthora sp.*, seguido de *Helicotylenchus, Pratylenchus, Criconemella, Scutellonema, Tylenchorhynchus* y *Rotylenchulus*.

- **Melocotón**: Se está estudiando la presencia de nematodos asociados al cultivo de melocotón en la región de Tecpán, Guatemala. Hasta el momento se ha observado que la mayor incidencia es de *Paratylenchus*.

- **Ajo**: En Aguacatán, Huehuetenango, los agricultores tenían pérdidas por una pudrición del bulbo que asociaron a la pre-

sencia de *Ditylenchus dipsasi*. Gutiérrez (2000) estudió las poblaciones de nematodos en la zona, concluyendo que allí no existe *D. dipsasi*, y que el daño en la pudrición del ajo es provocado por el hongo *Sclerotium cepivorum*. Se detectó *Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus* y *Tylenchorhynchus*, pero sus poblaciones no son significativas ni están relacionadas con el daño.

- **Hule**: En la costa sur, se estaba teniendo problemas con una enfermedad conocida como la fiebre amarilla del hule. Presenta amarillamiento, defoliación y la muerte de árboles de 3 a 5 años de edad. Saravia (2003) concluyó que no son los nematodos los responsables del daño, pero dentro de las áreas de estudio detectó poblaciones de cuatro géneros de nematodos asociados al cultivo, los cuales son *Rotylenchulus, Helicotylenchus, Macroposthonia* y *Pratylenchus*. Estudios posteriores establecieron que el problema en la región es provocado por el hongo *Rosellinia necatrix*, el cual es frecuente en fincas donde anteriormente se cultivó café antes del hule.

- **Chile guaque**: El chile guaque es un cultivo tradicional en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Se observó una alta incidencia de daño ocasionado por *Ralstonia solanacearum* y por *Pratilenchus parasitica*. Castellanos (1999) reveló que los géneros presentes en el área, según su grado de importancia en función de la densidad de poblaciones, fueron *Meloidogyne, Pratylenchus, Helicotylenchus, Scutellonema, Criconemella* y *Hemicycliophora*. Éstos infectan al cultivo desde la fase de semillero y provocan daño radicular, lo cual favorece la penetración de otros patógenos.

- **Brócoli**: Salguero (2000) estableció una relación entre las poblaciones de nematodos y su grado de importancia en este cultivo de reciente introducción en la región de Acul, Nebaj, Quiché. El estudio revela que, aunque se encontraron algunos géneros, éstos no afectan el cultivo; no son una limitante en dicha región. Se detectó en el suelo *Helicotylenchus, Hemicycliophora, Pratylenchus* y *Criconemella*, según su grado de incidencia en las parcelas.

- **Crisantemo**: En el caso de este cultivo, se han realizado varios estudios. Betancourt (2003) revela que, durante la década de los ochenta, *Aphelenchoides ritzemabozi* afectó al 30%-50% de las plantaciones. El estudio prácticamente ha resultado un relato histórico, ya que dicha especie no ha sido detectada durante el último año de muestreo en el área pues ha desaparecido por el uso constante de pesticidas en el cultivo. En la actualidad, la realidad del cultivo se enmarca en otros problemas, como la presencia de la roya blanca del crisantemo o *Puccinia horiana*, la de un complejo de virus como CVB, TAV y TSWV y la de trips.

Quirós (1994) estudió la densidad y la dinámica poblacional del nematodo *Pratylenchus coffeae* (Hoplolaimidae) en plantas de café (*Coffea arabica* L.: Rubiaceae) afectadas con mal de viñas. Otro de los estudios que se lleva a cabo en la Universidad del Valle de Guatemala, consiste en el tratamiento de plantas ornamentales con una cámara de termoterapia, que permite eliminar nematodos. El agua debe estar a una temperatura tan alta como la planta lo pueda soportar sin dañarla, pero lo suficiente para eliminar los nematodos[12]. Hasta el momento, los resultados han sido muy halagadores. Se han iniciado pruebas con plantas infectadas por hongos y al parecer también se han obtenido buenos resultados; sin embargo, aún falta realizar más pruebas con más organismos y plantas.

Existen muchos nematodos que atacan animales. Varios son importantes como parásitos en seres humanos y sus animales domesticados. También, se usan nematodos en Guatemala para control biológico de ciertas plagas insectiles, pero no tenemos la oportunidad en este momento de tratar estos temas. Sin embargo, a pesar de que inciden en áreas que afectan directamente al ser humano, se considera que hacen falta estudios para conocer la biodiversidad de nematodos del país.

Finalmente, podemos concluir que, a pesar de que se han realizado algunos estudios acerca de la biodiversidad de entidades subcelulares y microorganismos, todavía hace falta mucha investigación en este campo. Incluso en aquellas áreas en las que se hace investigación en la actualidad, hace falta realizar estudios sistemáticos y puntuales para resolver problemas o para conocer la diversidad y características de los organismos microscópicos que nos rodean. Esta generación y ordenamiento de información permitirá así tomar decisiones acertadas en los procesos agro-productivos e industriales que han sido afectados o beneficiados por los mircroorganismos.

9. NOTAS

1. El encargado de hacer estos análisis fue el Lic. Luis Matheu, quien actualmente dirige el Laboratorio de Agrobiotek de Guatemala, donde se continúan haciendo análisis para detectar virus en camarón y se está realizando un estudio sobre genotipos del virus que causa el síndrome de la mancha blanca (WSSV).

2. Otro grupo de científicos que está estudiando VIH/SIDA en Guatemala es el del Dr. Eduardo Arathoon (comunicación personal, 2006).

3. Por el Ing. Carlos Rolz y la Dra. Pamela Pennington (comunicación personal, 2007).

4. Beatriz López, comunicación personal.

5. http://www.pasca.org/monograficas/estudio.htm

6. Lic. Luis Matheu (comunicación personal, 2007).

7. Enteógeno. "Dios dentro de nosotros". Sustancias vegetales que, cuando se ingieren, proporcionan una experiencia divina. Designación que llena por completo las necesidades expresivas y que capta de manera notable la riqueza cultural evocada por dichas sustancias, muchas de ellas fúngicas, en varias regiones del mundo durante la prehistoria y la protohistoria.

8. González Arenas, comunicación personal.

9. Estudios recientes han determinado que esta especie es tan diferente de las otras amebas que merece su propia clase aparte de la clase Sarcodina (Tudge, 2000).

10. Diagnosticado por Torres (comunicación personal).

11. García, N., com. pers. 2007; Sicán, com. pers, 2007.

12. Yolanda Nieto, comunicación personal, 2007.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, L. (2002). Prevalencia de vaginosis bacteriana en muestras de mujeres que asisten a la Clínica de Papanicolaou de la Asociación Probienestar de la Familia. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala, 92 p.

2. AGUILAR, F.J. (1997). Parasitología Médica. 3ª Ed. Guatemala, 364 p.

3. AGUILAR, M. (2005) . Determinación de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en la aldea Pie de la Cuesta, San Pedro Pinula, Jalapa. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala, 58 p.

4. ÁLVAREZ, C.; VANEGAS, G.; VICTORIA, J.J. (1979). Transmisión por semilla de bacterias fitopatógenas del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) en Colombia. Acta Agronómica 29(1-4): p.11-20.

5. ÁLVAREZ, G. y CARDONA, I. (2001). Detección de la presencia de *Rotylenchulus reniformis* asociada a plantas ornamentales en los municipios de Escuintla, Masagua y Tiquisate en el departamento de Escuintla y en Chicacao, Suchitepéquez. Consultada el 15-12-2007, disponible en: www.usac.edu.gt/facultades/agronomía/parasitología/tesis2.pdf.

6. ANACAFÉ. (2004) . Cultivo de mandarina. Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Guatemala, 11p.

7. ARANA, B.A.; RIZZO, N.R.; NAVIN, T.R.; KLEIN, R.E. and KROEGER, A. (2000). *Cutaneous leishmaniasis* in Guatemala: people's knowledge, concepts and practices. En: Annals of Tropical Medicine and Parasitology 94 (8): p.779-786.

8. ARIAS, I. (1995). Identificación de *Streptomyces scabies* y *Streptomyces acidiscabies* por medio de ELISA. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 59 p.

9. ASTURIAS, E.; SOTO, M.; MENÉNDEZ, R.; RAMÍREZ, P.L. and RECINOS, F. (2003). Meningitis and pneumonia in Guatemalan children: the importance of *Haemophilus influenza* type b and *Streptococcus pneumoniae*. Panamerican J. Public Health 14(6): p. 377-384.

10. BARILLAS, R. (1992). Líquenes, un enfoque biológico. En: Memorias del I Congreso Centroamericano y Nacional de Micología. Escuela de Química Biológica, USAC. Guatemala, p. 103-105.

11. BETANCOURT, L. (2003). Importancia y control del nematodo foliar *Aphelenchoides ritzemabos* del crisantemo *Chrysanthemun indicum* en San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 45 p.

12. BLANCO, L. (2004). Determinación de la presencia del nematodo dorado *Globodera rostochiensis* Woll. y otros nematodos de quiste de la subfamilia Heteroderinae, en las áreas de producción de papa *Solanum tuberosum* L. de Palencia, Guatemala. Tesis Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala. 84 p.

13. BROOKS, G.F., BATEL, J. S. y MORSE, S.A. (2002). Microbiología Médica de Jawetz, Melnick y Adelberg. 17ª. Ed. México, D.F., 786 p.

14. CALDERÓN, L. (2007). Importancia de las micotoxinas en cereales y productos derivados. En: Revista TECNIAGRO. No. 6: p. 14-15.

15. CARBONELL, J. (2006). Detección de anticuerpos contra *Erlichia canis* en perros de Ciudad San Cristobal, que han presentado infección de garrapatas en el último año según el archivo de clínica veterinaria Ixchel. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala, 56 p.

16. CASTAÑO, J. (1994). Principios básicos de fitopatología. 2ª edición. Academic Press. Zamorano, Honduras. 518 p.

17. CASTELLANOS, J. (1999). Determinación de los diferentes géneros de nematodos fitoparasíticos asociados al cultivo del chile guaque (*Capsicum annum* var. annum), en el municipio de San Andrés Itzapa del departamento de Chimaltenango. Tesis, Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 63 p.

18. CATALÁN, A. (2007). Identificación de vectores potenciales de la enfermedad conocida como "Papa Rayada" en Guatemala. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 78 p.

19. COLO, S. (2006). Determinación de la presencia de nematodos de quiste asociados al cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. en los municipios de Tecpán, Guatemala, San José Poaquil y Santa Apolonia, Chimaltenango. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 88 p.

20. CORDÓN, M.C. (1987). Transmisión experimenmtal del *Leishmania mexicana mexicana* por tres especies de flebótomos, con observaciones sobre el desarrollo del parásito en los tres vectores. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 45 p.

21. DARDÓN, E. M. (2006). Diagnóstico molecular del virus de la leprosis de los cítricos (CiLV) en Guatemala. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 76p.

22. DAVIS, B.; DULBECCO, R.; EISEN, H. and GINSBERG, H. (1980). Microbiology. 3rd edition. Harper and Row Inc. Philadelphia, 1355 p.

23. DE LA ROCA, M. (2002). Distribución de macromicetos a tres rangos altitudinales en la parte oeste de la Reserva de Cerro San Gil, municipio de Santo Tomás, Departamento de Izabal, Guatemala. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 71 p.

24. DEL CID, J. (2002). Determinación de géneros y estudio de la distribución horizontal de los nematodos fitoparasíticos que afectan al cultivo de la sábila *Aloe vera* L. en el Progreso, El Progreso. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 82 p.

25. DIENER, T. A. (1971). Plant virus with properties of a free ribonucleic acid: potato spindle-tuber-virus. En: MARAMOROSCH, K. and KURSTAMK, E. (Eds.). Comparative Virology Academic Press New York & London, p. 443-478.

26. DOI, Y. (1967). Spiroplasmas and Acholeplasmas: multiplication in insects. Ann. Hystopatol. Soc. 33: p. 259 p.

27. EIRAS, M.; DAROS, J. A.; FLORES, R. and KITAJIMA, E.W. (2006). Viroids and virusoids: relicts of the RNA world. Fitopatol. Bras.31(3): p. 1-24.

28. FARMAYA. Consultado el 12/10/2006, disponible en: http://www.funredes.org/endacaribe/Repertorio/espanol/Guatemala.html.

29. FLORES, R. (2002) Identificación de hongos ectomicorrícicos, con potencial de inóculo para proyectos de reforestación con pino (*Pinus sp.*) y encino (*Quercus sp.*), en diferentes áreas del país. INAB, Guatemala.

30. FUENTES, M. (1988). Evaluación de cinco agentes antimicrobiales para la eliminación de contaminación microbiana en el cultivo de *Leishmania braziliensis*. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 67 p.

31. GARCÍA, M. (1980). Estudio analítico taxonómico de los nematodos de quiste (*Heterodera sp.*) en Guatemala. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 38 p.

32. GASTÓN, K.J. and SPICER, J.I. (2004). Biodiversity: an introduction. Blackwell Publishing editor. 208 p.

33. GONZÁLEZ, M.L. (2004) . Caracterización del complejo de patógenos causales del tizón de la acícula del pino, en la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 49 p.

34. GUTIÉRREZ, D. (2000). Diagnóstico de la presencia de nematodos fitoparásitos asociados al ajo, *Allium sativum* L. en el cantón Aguacatán, Aguacatán, Huehuetenango. Tesis. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, 44 p.

35. http://www.pasca.org/nograficas/estudiohtm. (2007). Último acceso: 02-12-2007.

36. HURTADO, P. (2000). Prosperidad en el bosque de hongos. El Periódico.

37. IWAGAMI, I.; HIGO, H.; MIURA, S.; YANAGI, T.; TAKADA, I.; KANO, S. and AGATSUMA, T. (2007). Molecular phylogeny of *Trypanosoma cruzi* from Central America (Guatemala) and a comparison with South American strains. Parasitology Research 102(1): p. 129-134.

38. KASSANIS, B. (1962). Properties and behavior of a virus depending for its multiplication on another. J. Gen. Microbiol. 27:477-488.

39. LÓPEZ, M. (2006). Determinación de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* en pacientes VIH/SIDA que acuden a la Clínica Familiar Luis Ángel García del hospital general San Juan de Dios de la ciudad de Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 50 p.

40. LOWY, B. (1977). Hallucinogenic mushrooms of Guatemala. Journal of psychedelic drugs 9(2):123-125.

41. MADIGAN, M.; MARTINCO, J. and PARKER, J. (2004). Brock. Biología de los microorganismos. 10ª edición. Pearson Educación, S.A., Madrid. 1,096 p.

42. MANNHEIMER, M. and R. SOAVE, R. (1994). Protozoal infections in patients with AIDS: Cryptosporidiosis isosporiasis, cyclosporiasis and microsporidiosis. Infect. Dis. Clin. North Am. 8:483-498.

43. MARSHALL, M.; NAUMOVITZ, M.D.; ORTEGA Y. and STERLING, CH. (1997). Waterborne protozoan pathogens. Clin. Microbiol. Rev. 10 (1):67-85.

44. MARTÍNEZ, M.R. (2004). Obtención artesanal de colorantes a partir de macrohongos para tinción de lana. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 85 p.

45. MATTA, V.; HIDALGO, G.; TORRES, S.; GONZALEZ, A.; MORALES, R. y RIVAS, L. (1992). Transmisión congenital y evolución fisiopatológica de la enfermedad de Chagas en Chiquimula. Dirección General de Investigación, USAC, Guatemala. 55 p.

46. MATTHEWS, R. (1991). Plant Virology. Third edition. Academic Press. U.S.A. 835 p.

47. MELÉNDEZ, M. (2001). "Nicaragua es un país libre de espongiforme". El Observador Económico, Managua, Nicaragua.

48. MENDIZÁBAL, R. Y PADILLA, N. (2007). Diversidad genética de *Plasmodium vivax* en regiones de alto riesgo de malaria en Guatemala. Revista Universidad del Valle de Guatemala 15:62-79.

49. MENESES, A. (2003). Utilización de hongos endofíticos provenientes de banano orgánico para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis*. Tesis de Maestría, Costa Rica. 89 p.

50. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. (2005). Semana epidemiológica en Guatemala. Año VII No. 414. Semana No. 52 del 25 al 31 de diciembre. www.mspas.gob.gt. 4 p.

51. MORALES, M. (2006). West Nile virus in horses, Guatemala. Emerg. Infect. Dis.12(6): 1038-39.

52. MURRAY P.R.; ROSENTHAL, K.S.; KOBAYSHI, G.S. y PFALLER, M. (2006). Microbiología Médica. 5ª Ed. Editorial Elsevier. Madrid, España. 974 p.

53. ORELLANA, L. (2004). Determinación de la presencia de nematodos de la subfamilia Heterderinae asociados al cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., en Salamá, Baja Verapaz. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.

54. PALMIERI, M.; BROWN, J.; MÉNDEZ, M.E.; OROZCO, M.; PINEDA, L. y LÓPEZ, L.. (1999). Marcadores moleculares para la identificación y monitoreo de la distribución de geminivirus y biotipos de *Bemisia tabaci* en plantaciones del sur y del valle del Motagua en Guatemala. Proyecto FODECYT 21. 85 p.

55. PALMIERI, M.; DARDÓN, E.; MANSILLA, F.; OBIOLS, M.I.; DONIS, I.; LÓPEZ, W.; PANIAGUA, A.; AVALOS, A.; SALAZAR, A. y MACÍAS, L. (2007). Evaluación de especies cítricas cultivadas en Guatemala para determinar la ausencia-presencia de virus y viroides importantes, su saneamiento y control previo a su propagación. Proyecto AGROCYT 027-2002. En revisión. 125 p.

56. PALMIERI, M.; MEJÍA, F.; STEPHENSON, M. y MANSILLA, F. (2007a). Caracterización molecular y fenotípica de variedades altas de cocoteros (*Cocos nucifera* L.) en la costa sur de Guatemala. Proyecto AGROCYT 063-2004). En revisión.

57. PRATDESABA, R.; GONZÁLEZ, M.; PIEDRASANTA, E.; MÉRIDA, C.; CONTRERAS, K.; VELA, C.; CULAJAY, F.; FLORES, L. and TORRES, O. (2001). *Cyclospora cayetanensis* in three populations at risk in Guatemala. Jour. Clin. Microb. 39(8):2,951-2,953.

58. PRUSINER, S. (1998). Prions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 95(23):13,363-13,383.

59. PURCELL, A. H. (2001). *Xylella fastidiosa* (microorganism). http://www.issg.org/database/species. Global invasive species database. Último acceso: 07-01-07.

60. QUIRÓS, M.C. (1994). Densidad y dinámica poblacional del nematodo *Pratylenchus coffeae* Filipjev (1936) (Hoplolaimidae), en plantas de café (*Coffea arabica* L.: rubiaceae) afectadas con "Mal de Viñas". Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 95 p.

61. RALDA, C. (1998). Identificación de enfermedades bacterianas en cultivos de melón y sandía en plantaciones del valle del Motagua, Zacapa. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 66 p.

62. RAMÍREZ, C. (2004). Determinación de la presencia de nematodos de la subfamilia Heteroderinae asociados al cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., en la zona productora del Municipio de San José Pinula, Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p.

63. RIDELMAN, J. (1978). Estudio preliminar sobre la calidad microbiológica del pescado en venta en la Ciudad de Guatemala. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 75 p.

64. ROLDÁN, E. (2005). Estudio de los nematodos formadores de quiste en papa, *Solanum tuberosum* L., para descartar la presencia del nematodo dorado de la papa en el Municipio de Jalapa, Jalapa. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 75 p.

65. ROOSSINCK, M. *et al.* (1992). Satellite RNAs of plant viruses: structures and biological effects. Microbiological Reviews 56(2):265-279.

66. SALAS, C. (2004). ¿Qué son las bacterias? http://www.biologia-en-internet.com. (último acceso: 25 de noviembre del (2007).

67. SALGUERO, M. (2000). Nematodos fitopatógenos asociados al cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica), en la aldea Acul, Nebaj, El Quiché. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.

68. SALGUERO, M. (2003). Determinación de la presencia de nematodos de quiste asociados al cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., en el Municipio de Patzicía, Chimaltenango. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.

69. SAMAYOA, T. (1988). Comparación del crecimiento de *Leishmania* según el método de obtención de la muestra y el tipo de sangre utilizado en los medios de cultivo. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 106 p.

70. SARAVIA, E. (2003). Estudio preliminar de la distribución horizontal de géneros de nematodos fitoparasíticos asociados al cultivo de hule, *Hevea brasiliensis*, en las áreas afectadas por el Amarillamiento Letal en la costa sur de Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.

71. SCHUSTER, J.; PALMIERI, M.; BROWN, J.; MEJIA, L.; MENDEZ, M.E.; LOPEZ, L. y HERNANDEZ, L. (2007). Incidencia de begomovirus y crinivirus en asteráceas, solanáceas y cucurbitáceas y en sus vectores en las regiones oriental y occidental de Guatemala, antes y después de la estación lluviosa. Informe Final Proyecto FODECYT 071-2003, en revisión. 99 p.

72. SHARP, A. (1948). Some fungi common to the high lands of Mexico, Guatemala and Eastern United States. Mycologia 40:499-502.

73. SOLARTE, Y.; PEÑA, M. y MADERO, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. Coloma Med. 37:74-82.

74. SOLOMON, E.; BERG, L.R. y MARTIN, D. (2002). Biología. Interamerican, N.Y 1,342 p.

75. SOMMERKAMP, Y.L. (1984). Estudio de los Macromicetos del Biotopo Universitario "Licenciado Mario Dary Rivera" para la Conservación del Quetzal. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala.

76. SOMMERKAMP, Y.L. (1992). Los hongos comestibles en Mesoamérica. En: Memorias del 1er Congreso Centroamericano y Nacional de Micología. Escuela de Química Biológica, Universidad de San Carlos de Guatemala. 121 p.

77. STEPHENSON, M.M. (2006). Estudio genético de una población de cocoteros altos (*Cocos nucifera* L.) en el Puerto de Ocós, San Marcos, mediante secuencias de microsatélites. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 70 p.

78. SWANSON, J.; MONTES, L.; MEJÍA,L. and ALLEN, C. (2007). Detection of latent infections of *Ralstonia solanacearum* Race 3 Biovar 2. Plant Disease 91(7):828-834.

79. TUDGE, C. (2000). The variety of life. Oxford University Press, Oxford. 684 p.

80. UBICO, S. (1980). Contaminación microbiana de algunos mariscos destinados al consumo humano en la Ciudad de Guatemala. Tesis. Universidad del Valle de Guatemala. 83 p.

81. VALDEZ, J. (1992). Desarrollo de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada malteadas. En: IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos. (Resúmenes). Cuzco, Perú. 88 p.

82. WASSON, R.G. (1957). El hongo maravilloso: Teonana'catl micolotría. En: Mesoamérica. Fondo de Cultura Económica, México. p. 66-67.

83. WILSON, E. O. (1992). The Diversity of Life. Harvard University Press, Cambridge, MA. 424 p.

11. AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a la Dra. Flora Arana, quien nos proporcionó gran parte del material sobre protozoarios, virus y bacterias en el área de salud que incluye este documento. Además, a la Licda. Elena Dardón, quien nos ayudó a reunir información diversa para el presente capítulo.

Agrobiodiversidad de Guatemala

César Azurdia*

RESUMEN

Los recursos genéticos son aquella parte útil (real o potencial) de la biodiversidad. A su vez, la agrobiodiversidad es la parte de los recursos genéticos que comprende tanto a las especies cultivadas y domesticadas como a sus parientes silvestres. Guatemala es reconocido como un país con alta agrobiodiversidad, dado su amplio acervo biológico y cultural, el cual es necesario emplear de manera sostenible para aprovechar sus ventajas. Con el fin de alcanzar este objetivo, es necesario conservar *in situ* y *ex situ* la diversidad genética de los componentes de la agrobiodiversidad, así como utilizarla de forma racional para satisfacer necesidades antropogénicas. La conservación *in situ* se puede realizar mediante el uso de tecnología agrícola tradicional (campos de agricultores) o de huertos familiares, mientras que la conservación *ex situ* requiere de ambientes apropiados, como colecciones de campo, arboretas, cultivo de tejidos, bancos de germoplasma, etcétera.

Los agroecosistemas manejados con tecnología agrícola tradicional comprenden el sistema denominado roza, tumba y quema, y la agricultura de temporal. El sistema roza, tumba y quema, manejado por los mayas y que en la actualidad sigue practicándose en el departamento de Petén, se caracteriza por la remoción de la vegetación original y el control de la nueva generación. Este sistema se considera responsable de la destrucción de gran parte de la biodiversidad; sin embargo, algunos autores plantean sus beneficios cuando se aplica una metodología basada en el manejo ecológico direccional. Los agricultores que utilizan la agricultura de temporal saben que la diversificación de cultivos (diversidad genética) y las prácticas de manejo particulares, les permiten enfrentar de mejor manera las presiones de selección, ya sea natural o domesticada. De esta manera, acuden a diferentes estrategias, como combinaciones alternativas entre los factores de sitio (textura, pendiente) y los factores de manejo (variedad, densidad, fecha de siembra).

Los huertos familiares tradicionales revelan un proceso dinámico y sinérgico de interacción entre los habitantes de la casa y su ambiente local en la creación de un espacio plantado alrededor de sus hogares. Los huertos familiares varían en estructura, composición y tipo de huerto —destino principal de los productos cultivados— de acuerdo con el ambiente en el que se establecen, así como, en parte, con el conocimiento cultural específico del grupo humano que los maneja. En general, los huertos familiares son reservorios de plantas útiles en aspectos como alimento de sus moradores, alimento para animales, obtención de plantas medicinales, combustible, uso ornamental o como madera. La función de conservación *in situ* se desarrolla mediante el cultivo y promoción con el objetivo de obtener satisfactores para cubrir necesidades antropogénicas; además, es en estos espacios donde se refugian las plantas útiles que son propias de los bosques aledaños.

La diversidad genética presente en las especies cultivadas es relativamente reducida en comparación con los materiales silvestres con que están emparentadas. Estos últimos pue-

*Consultor independiente.

den pertenecer a la misma especie a la que corresponde el material cultivado o a especies silvestres afines. La importancia de los parientes silvestres radica en que constituyen un reservorio genético útil para mejorar las especies cultivadas o domesticadas. Se reconoce que en los centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, como Guatemala, los parientes silvestres de las especies cultivadas se desarrollan en regiones o áreas con las mismas condiciones climáticas que las de donde crecen las especies cultivadas. Es frecuente que estos parientes silvestres crezcan en las cercanías o el interior de las áreas de cultivo. Ejemplos importantes para Guatemala son el frijol, el maíz, el chile, el cacao, la yuca, el aguacate y las cucurbitáceas. Para mejorar su conservación *in situ*, es necesario conocer su distribución potencial en el país y establecer las áreas donde se concentren con mayor riqueza. Ello permitirá ver su representatividad dentro del actual sistema de áreas protegidas del país y la necesidad de establecer nuevas áreas protegidas que cubran de manera adecuada su distribución. En Guatemala, los resultados mostrados para algunas especies con parientes silvestres indican que su distribución potencial y su riqueza no coinciden con las áreas protegidas existentes en el país.

Algunos estudios realizados en especies de importancia alimenticia, que conforman la agrobiodiversidad de Guatemala, muestran su alta diversidad morfológica y nutricional junto a su amplio rango de respuesta agronómica. Tal información es fundamental para identificar y seleccionar aquellos materiales genéticos promisorios que pueden constituirse en alternativas alimentarias o para formar la base genética con el fin de desarrollar programas de mejoramiento genético. Además, se han efectuado algunas investigaciones básicas y aplicadas en algunos cultivos nativos para desarrollar un paquete tecnológico que se ponga a disponibilidad de los agricultores, y promueva su cultivo y utilización.

Se plantea que los esfuerzos de conservación de la agrobiodiversidad de Guatemala que se están realizando son aislados y no tienen continuidad. Sin embargo, gran parte del germoplasma recolectado por diferentes proyectos nacionales se encuentra bien conservado en bancos especializados pertenecientes a centros internacionales, como sucede con el maíz, el frijol, la papa y otras especies nativas con menor potencial económico. Con respecto a la conservación *in situ*, los huertos familiares de zonas ricas en diversidad y con riqueza cultural son las áreas en las cuales se deberían establecer sistemas de huertos familiares de conservación. Se recomienda, pues, la creación de áreas protegidas en regiones con alta riqueza de parientes silvestres.

Palabras clave: *recursos genéticos, conservación in situ, conservación ex situ, tecnología tradicional, parientes silvestres.*

SUMMARY

Genetic resources are that useful part (real o potential) of biodiversity. At the same time agrobiodiversity is the part of genetic resources that include cultivated and domesticated species as well as their wild relatives. Guatemala is known as a country with high agrobiodiversity because of its wide biological and cultural heritage. It is because of this that it is necessary to use it in a sustainable way to take advantage of its comparative benefits. To reach this goal it is necessary to keep *in situ* and *ex situ* the genetic diversity of the agrobiodiversity components, as well as to use it in a rational way to satisfy anthropogenic needs. *In situ* conservation can be made through the use of traditional agricultural technology (farmers' fields) or in kitchen gardens, while the *ex situ* conservation demands appropriate environments as field collections, arboreta, tissue culture, germplasm banks, etc.

Agroecosystems managed with traditional agricultural technology include the system

called slash and burn, and the temporal agriculture. The slash and burn system that the mayas used, and that is still being practiced in the department of Petén, is characterized by the removal of original vegetation and the control of a new generation. This system is considered the cause of the destruction of big part of biodiversity; however, there are authors that state benefits if a methodology based on directional ecological management is used. Farmers that use temporal agriculture know that the use of diversity in crops (genetic diversity), and the practice of particular management allows them to face in a better way the pressure of selection, natural or domesticated. In this way they use different strategies as alternative combination among the site factors (texture, slopes) and the management factors (variety, density, sowing season.)

Traditional kitchen gardens are a dynamic and synergetic process of interaction among the inhabitants of a house with their local environment to create a garden around their homes. Kitchen gardens vary in structure, composition and kind of orchard –main destination of the products cultivated— depending on where they are, as well as of the specific cultural knowledge of the human group that manages them. In general, kitchen gardens are reserves of plants used as food for people, food for animals, medicinal plants, fuel source, ornament or timber plants, etc. *In situ* conservation is developed through cultivation and promotion, with the purpose of obtaining things that satisfy their anthropogenic needs; besides that, it is in these spaces where useful plants from neighboring woods shelter.

Genetic diversity present in cultivated species is relatively limited in comparison with the wild materials they are related to. These last can belong to the same specie that correspond to the cultivation or to related wild species. The importance of the wild relatives lies in that they are a genetic reserve useful for the improvement of cultivated or domesticated species. It is well known that in the center of origin and diversity of cultivated plants, as it is the case of Guatemala, wild relatives of the cultivated species grow in regions or areas with the same climate conditions as the cultivated species, being common that these wild relatives grow close or inside the cultivation areas. Important examples for Guatemala are beans, corn, pepper, cacao, cassava, avocado and cucurbitaceae. To improve *in situ* conservation it is necessary to know about its potential distribution in the country to establish the areas where they concentrate with higher richness. This will show their representativeness in the current system of protected areas of the country, as well as the need to establish new protected areas that cover properly their distribution. Outcomes for some species with wild relatives in Guatemala indicate that their potential distribution and richness do not match with the existing protected areas in the country.

Studies made on species of nutritious importance that form agrobiodiversity in Guatemala show their high morphological and nutritional diversity, along with their wide range of agronomic response. Such information is basic to identify and select those genetic promising materials that can constitute food alternatives, or to be the genetic foundation to develop programs of genetic improvement. Moreover, there are basic and applied researches in some native crops to develop a technological package available for the farmers, and to promote their cultivation and use.

It is stated that the conservation efforts of agrobiodiversity in Guatemala are isolated and with no continuity activities. However, much of the germplasm collected by different national projects is safe in specialized banks owned by international centers, as with corn, beans, potatoes and other native species with lower economic potential. Regarding the *in situ* conservation, kitchen gardens of areas rich in diversity and with cultural richness are

the areas where the kitchen garden systems should be establishes for conservation. It is recommended then the creation of protected areas in regions highly rich in wild relatives.

Key words: *genetic resources, in situ conservation, ex situ conservation, traditional technology, wild relatives.*

UB'ELEJ UQ'AT WUJ

JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL TIKO'NIJEM

CH'UTI'SANEM

Ri qas utz k'aslemalil to'b'al uwach ulew che ri jalajoj uwach k'aslemalil are ronojel ija' kapoq'ik. Xuquje' ri jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem, are taq ri ija' tikom chuwach taq ja rachi'l ri epoq'inaq uloq pa taq q'ayes. Pa Paxil Kayala' ch'ob'om uwach chi k'i uwach jalajoj uwach k'aslemalil k'o pa rulewal. Xa rumal k'u wa' rajawaxik uloq'oq'exik ukojik ronojel poq'inaq uloq pa rulewal xuquje' ri e poq'inaq uloq pa nik'aj rulewal chik (in situ rachi'l *ex situ* utz'aqatil ri jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem. Xuquje' rajawaxik uloq'oq'exik ukojik rech ma kasach ta uwach. Ronojel ri tiko'nijem in situ ub'i kuya' kachakux rij ruk' ojer no'jib'alil ke ajwaralik winaq (kulewal ajtiko'nelab'), xuquje' pa taq alaj taq tiko'om ichaj-q'ayes. Ri uloq'oq'exik uwach ri ija' maja' kapoq'ik rajawaxik kachijixik, katzukux utzalaj rulewal.

Ri juwok chak tiko'nijem, uk'amom uq'ab' ruk ri ojer juwok chak ke ajwaralik winaq, jas ri k'atatajinem rachi'l saq'ij tiko'm are taq xkichakuj uwach ri mayab' winaq wa', k'a kakoj na wakamik pa rulewal Peten, ronojel ri tiko'm kak'ex uwach rech kato' ri ulew kuya' k'u uchuq'ab' ri k'ak'a ija'. Kab'ixik chi ukojik wa jun juwok chak are tajin kab'anow k'ax che ri jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem, e k'o ajno'jib' kikib'ij chi we eta'man ukojik kumal ri ajtiko'nelab' sib'alaj kato'b'anik che uch'ob'k ukojik jalajoj uwach ija' xuquje' kato'b'anik che usuk'maxik ri uk'eyewal uriqom ri cha'om ija'. Rumal k'uwa' ke'tzukun che jun ub'e'al chak kukolomaj uwach ri no'jchak rech ma kuriq ta uk'eyewal ri tiko'm.

Ri tiko'nijem ichaj-q'ayes chirij taq ja, kuya' pa kik'aslemal ri winaq jubiq' urexal uwach ulew. Jalajoj uwach ri tiko'nijem ichaj-q'ayes chirij taq ja, k'o kachokon che wa'-ik'ya che k'ayij, Ronojel ri tiko'nijem ichaj-q'ayes chirij taq ja, sib'alaj upatan k'o ke'tijowik, kiq'ayes awaj, kunub'al, retza'b'alil ja, ukotz'ijalil ja, tz'alom ne' xuquje' nik'aj chik. Ri uloq'oq'exik uwach tiko'nijem ija' (in situ) kuya' we katerne'x uno'jixik utikik uya'ik uloq'oq'exik ri qas uk'ux ija' tiko'm, xuquje' chike taq ri che' epoq'inaq uloq pa k'ache'laj chi kinaqaj.

Ri Jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem ma nim ta kiwach, chuwach ri tiko'nijem e poq'inaq uloq pa taq q'ayes. Junam kiwach ruk' ri etikom xuquje' ri xa qi epoq'inaq uloq pa taq che'. Ri uya'ik uq'ij ronojel ri uq'ayes k'ache'laj are kuya' ub'e uk'exik uk'ux ri ija' rech qas utz uwach ri tiko'nijem jas b'anom chike pa taq rulewal Paxil Kayala', ri rachalal taq ri uq'ayes k'ache'laj ke'kiy uloq pa taq rulewal ja taq junam umiq'inal ulew. Pa Paxil Kayala' are taq ri kinaq', ixim, ik, cacao, tz'in, oj, rachi'l ri uxe' taq q'ayes. Rech qas kaloq'oq'exik uwach usi'jal, rajawaxik keta'max, jas taq poq'inaq utukim wi rib' pa rulewal Paxil Kayala'. Ri k'isb'al chak b'anom pa Paxil Kayala' xuq'alajisaj chi ri tiko'm chuwach ta ja' ma junam ta uwach ujab'uxik ruk ri e poq'inaq uloq pa taq ri rulewal chajinem amaq'.

Ri tzukno'j chak b'anom chikij jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem rech Paxil Kayala' kuq'alajisaj ri jalajoj jalwachinem rachi'l ri uchuq'ab' wa-ik'ya kuya' pa qak'aslemal ri tiko'nijem. Ronojel b'ixkil kuya' uxe' utzukuxik uya'ik uchuq'ab' uwach ija', wene' kachokon che unimarisaxik uk'aslemal ri ija'. Xuquje' tajin kano'jix uwach ronojel tzuno'jchak kojom ojer pa taq tiko'm, rech kuya' ub'e

unimarisaxik uwach jun k'ak'a chak chike ri ajtiko'nelab' xuquje' kajab'ux uwach ub'ixik ri kitiko'm rachi'l jawi ukojik.

Ri chak puwi ri jalajoj uwach k'aslemalil tiko'nijem pa Paxil Kayala' ma uchapom ta uchuq'ab jachom uwach. Chi' k'o k'u taq ija' yakom pa taq k'olib'al ija' pa taq chaqap amaq', jas b'anom che rija' ixim, kinaq, saqwach rach'il nik'aj ajwaralik ija'. Ri uloq'oq'exik tiko'nijem ichaj-q'ayes chirij taq ja, jalajoj uwach jas kikb'antajikil winaq ajchaq'e, chi' rajawaxik ub'anik juwok tiko'nijem ichaj-q'ayes che uloq'oq'exik uwach jalajoj k'aslemalil tiko'nijem. Koqxa'nixik chi rajawaxik uchakuxix rij ronojel rulewal tiko'nijem jas e k'o wi rachalal uq'ayes juyub'.

UCHOLAJ TZIJ: *to'b'al uwach tiko'nijem, uloq'oq'exik uk'ux ija', uloq'oq'exik tiko'nijem, no'jb'anowen ajwaralik winaq, achalalxik awaj*.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se considera el aspecto utilitario de la biodiversidad, entra en escena el concepto de recurso genético, que comprende, en esencia, a aquella parte de la biodiversidad con utilidad potencial o real. Asimismo, entre los recursos genéticos figura la agrobiodiversidad, que abarca las especies cultivadas y domesticadas, así como sus parientes silvestres. Guatemala es reconocido como parte de las áreas más ricas en agrobiodiversidad del mundo, dada su alta diversidad biológica y cultural.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), en su Artículo 8, referente a la conservación *in situ*, y en su Artículo 10, referente a la utilización sostenible de la diversidad biológica, ordena que ésta sea aprovechada de manera sostenible. En ese sentido, dentro de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), en respuesta al mandato del CDB, se contemplan los temas de conservación *in situ*, uso, valoración y conservación estratégica de los recursos genéticos, los cuales determinan las medidas que deben tomarse a nivel nacional para alcanzar el objetivo planteado.

La agrobiodiversidad de Guatemala comprende una gran cantidad de especies vegetales que crecen en diferentes ambientes y con distintas estrategias de manejo. Incluye las especies silvestres y las especies propias de áreas con poca perturbación (como las malezas ruderales), mucha perturbación (como las malezas arvenses) y grado máximo de perturbación (especies cultivadas en condiciones de agricultura que emplee métodos tradicionales o tecnología avanzada). Por lo tanto, es necesario conocer las características de estos grupos de especies y su manejo (en el caso en que se realice) para tener claros los elementos básicos requeridos en el desarrollo de un plan nacional que tienda a la conservación y uso sostenible de dichos recursos.

Cuando se habla de conservación *in situ*, se entiende, por lo general, que se trata de la conservación de las especies silvestres bajo las condiciones de cualquiera de las categorías que se conocen de áreas protegidas. Sin embargo, la agrobiodiversidad como un todo no tiene cabida en este concepto de conservación *in situ*, porque sólo algunos pocos de los parientes silvestres están localizados dentro de las áreas protegidas actuales de Guatemala. Por lo tanto, es necesario entender que la agrobiodiversidad puede ser conservada y utilizada sosteniblemente bajo condiciones especiales de conservación, como en el caso de los huertos familiares y las parcelas de agricultores que practican la agricultura tradicional. Afortunadamente para Guatemala, estos sistemas han formado parte del desarrollo histórico de las comunidades ancestrales de toda el área mesoamericana. Se puede adelantar que estos sistemas de manejo antropogénico son bancos vivientes de diversidad, en los cuales, al mismo tiempo que se conserva el recurso y además se aprovecha su valor antropogénico. Por lo tanto, son sistemas dinámicos de conservación sostenible.

El presente capítulo reúne información disponible acerca de la agrobiodiversidad para Guatemala, enfocándose en los sistemas de producción con tecnología tradicional, los huertos familiares, los parientes silvestres de las principales plantas cultivadas de Guatemala y las muestras de algunas especies de la agrobiodiversidad con potencial para apoyar la seguridad alimentaria de los guatemaltecos y que también tienen posibilidades para el biocomercio. Al final se hace un análisis sobre la situación actual de la conservación *in situ* y *ex situ* de la agrobiodiversidad de Guatemala.

2. AGROBIODIVERSIDAD EN AGROECOSISTEMAS

2.1. Agroecosistemas manejados con tecnología tradicional

Los sistemas agrícolas tradicionales se caracterizan por su alto grado de biodiversidad. Se considera que estos sistemas emergieron a lo largo de centurias de evolución cultural y biológica, y representan experiencias acumuladas por los campesinos en su interacción con el entorno sin acceso a insumos, capitales o conocimientos científicos externos[1]. Las parcelas de los agricultores que manejan sus unidades de producción con tecnología tradicional son espacios donde se conservan los materiales cultivados y las especies útiles, asociadas en un ambiente dinámico y evolutivo. Cuando se estudian estos sistemas altamente diversos, se deben conocer algunos aspectos, como el manejo de la diversidad cultivada, las decisiones de los agricultores, la genética de la conservación y mejoramiento y los aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades rurales. A continuación se describen el sistema roza, tumba y quema, y el de agricultura de temporal.

2.1.1. Roza, tumba y quema

Es un sistema que persiste en las tierras bajas de Mesoamérica y es representativo de las tierras de la península de Yucatán, incluyendo Petén, en Guatemala (Arévalo, 1997). El sistema contempla dos fases: la remoción de la vegetación original (por lo regular, el bosque) y el control de la nueva vegetación. El proceso sigue una serie de cinco fases: selección del sitio, corte de la vegetación original, quema del material cortado, cultivo de las plantas de interés y tiempo de espera de barbecho. Suele cultivarse la misma parcela por uno o dos años consecutivos y luego se pasa a un período de barbecho o espera de entre dos a cinco años. Para alcanzar la máxima productividad, es necesario un período de barbecho de cuatro años luego de un año de cultivo y entre seis y siete años luego del cultivo de dos años sucesivos (Cowgill, 1961, citado por Méndez, 2003).

En opinión de muchas personas, la desaparición de gran parte del bosque tropical lluvioso es resultado del desarrollo del sistema de roza, tumba y quema. Sin embargo, otros autores piensan que ésta no es la causa real y lo atribuyen al sistema de monocultivo industrializado promovido por acciones gubernamentales (Chargoy, 2004). La conservación ecológica del bosque tropical no es incompatible con el desarrollo de la agricultura si se presta atención a la experiencia acumulada por grupos tropicales nativos (Chargoy, 2004). En ese sentido, se describe la aplicación de una metodología de manejo ecológico direccional en un bosque tropical lluvioso del sureste mexicano. La estrategia recomienda la integración del manejo de la fauna y la flora, tanto domesticada como silvestre. El modelo consiste en una serie de lotes con una secuencia de sustituciones para las tres etapas principales de la vegetación: herbácea, arbustiva y arbórea.

Aunque se remueve la vegetación, el modelo de manejo que involucra el sistema de roza, tumba y quema permite que las áreas cultivadas temporalmente puedan recuperar su vegetación durante ciertos períodos. Esto es ventajoso si se compara con los sistemas de agricultura continua, en los cuales la vegetación natural desaparece para siempre. Además, la agricultura que se desarrolla en dichas áreas comprende sistemas de policultivos, que son responsables de la conservación *in situ* de los recursos genéticos que los conforman. Un buen ejemplo lo muestran Arias *et al.* (2004) al estudiar la biodiversidad del sistema milpa en Yucatán, México. Dichos autores indican que los agricultores reconocen 15 variedades locales principales de maíz, tres de calabazas, seis de frijol y siete de chile.

2.1.2. Agricultura de temporal

Las comunidades rurales que practican este tipo de agricultura bajo condiciones ambientales complejas mantienen variedades de cultivos únicos, contribuyendo significativamente a la conservación de los recursos genéticos. El conocimiento ancestral de estos agricultores les permite enfrentar la adversidad ambiental a través del uso de un principio plenamente demostrado por la biología moderna, el cual indica que el uso de la diversidad genética es la mejor herramienta para enfrentar de manera adecuada las presiones de la selección (natural o artificial —domesticación—). En ese sentido, sus policultivos tienen diversidad en cuanto a la distribución espacial (diferentes suelos, altitudes, topografía, etc.) y, sobre todo, en cuanto a los hábitos (rastreras, arbustivas, lianas y arbóreas). Además, se cultivan distintas variedades de cada especie, cada una de ellas con requerimientos propios de humedad, temperatura, tipo y calidad de producto que se cosecha, resistencia a plagas y a enfermedades, etc.

Los agricultores juegan con una serie de estrategias desarrolladas a través de los siglos mediante un proceso de prueba y error. Las tácticas incluyen varias combinaciones alternativas entre los factores de sitio (textura, pendiente) y de manejo (variedad, densidad, fecha de siembra). Según Parra (1980), la fórmula tradicional: a) sintetiza, en su aparente sencillez, el conocimiento de los agricultores acerca de las múltiples interrelaciones de (al menos) los factores señalados; b) indica cierta combinación de factores como la más apta para cumplir los objetivos fijados (rendimiento, seguridad, etc.); y c) descarta un conjunto de otras posibles combinaciones de factores. Un ejemplo ilustrativo es señalado por Tuxill (2004) al estudiar los efectos de una sequía regional sobre el manejo de áreas cultivadas con maíz, frijoles y calabazas en la parte central de Yucatán. El éxito de la cosecha de frijol y calabaza se relacionó, principalmente, con el tipo de variedad sembrada, mientras que en el frijol estuvo ligada a la respuesta diferencial a la sequía, en el caso de la calabaza se debió a las diferencias en precocidad.

Además, las prácticas culturales y de manejo desarrolladas muestran que todos los componentes de este complejo agroecosistema son elementos útiles desde el punto de vista antropocéntrico, pues de ellos se obtienen plantas medicinales, plantas de cobertura y plantas para la alimentación del ganado y la alimentación humana. En este sistema agrícola se puede observar "la otra cara de las llamadas malezas", dado que el concepto moderno de maleza (especies fuera de lugar) no aplica acá (Azurdia, 1984a). Por eso Azurdia (1981) concluye que, para el agricultor y su economía campesina, las arvenses forman parte de su producción vegetal y reconoce su capacidad de competencia en algunas épocas en que las combate totalmente o en forma diferencial. Asimismo, el manejo de varias áreas con condiciones fisiográficas distintas requiere un patrón de comportamiento ante las arvenses: las áreas con suelos favorables para la agricultura son deshierbadas con mayor esmero que las áreas marginales y la explotación de diversos nichos ecológicos aumenta el número de especies de malezas útiles.

Un buen ejemplo del manejo de la diversidad en los cultivos es descrito por Díaz y Azurdia (2001) para el caso del maíz. Las variedades de maíz presentes en Huehuetenango responden tanto a las necesidades de la población como a la capacidad de adaptación del germoplasma a los cambios en los distintos microambientes existentes en el departamento, dada su alta diversidad ecológica y los diferentes enfoques antropocéntricos que poseen las culturas allí presentes. Por lo tanto, la conservación del germoplasma del maíz no es un fenómeno aislado, sino un hecho vinculado con la preservación de la dinámica

de las comunidades que lo cultivan. Con respecto a los factores ambientales cambiantes o diversos, los agricultores conocen las clases de maíces que se adaptan a las localidades ubicadas en diferentes altitudes y condiciones climáticas; por consiguiente, conocen variedades resistentes a sequías y enfermedades, las que se adaptan a distintos tipos de suelos, etc. Otro elemento importante a tomar en cuenta es el aspecto culinario relacionado con los diferentes tipos de maíz. Se reconoce que, en las localidades donde se desarrolla la agricultura tradicional, ciertos materiales genéticos son específicos para determinados usos culinarios y es por ello que se determina el carácter prioritario de su conservación (Díaz y Azurdia, 2001).

La población de Huehuetenango califica el maíz de acuerdo con criterios como el color, la época de cultivo, la forma del grano, la procedencia geográfica y la duración del ciclo de cultivo. Según el color, el maíz se clasifica en blanco, amarillo, negro, colorado (rojo) y pinto (granos de diferentes colores en una mazorca). Según la época de cultivo, se distingue el maíz de verano del de invierno. La forma y tamaño del grano sirven para identificar ciertas variedades conocidas como pache, largo, diente de perro, etc. Por su procedencia geográfica, se hacen diferenciaciones entre el maíz comiteco, el chiapaneco y otros más. Además, el maíz breve y el maíz de año deben su nombre a distinciones basadas en la duración del cultivo.

En Huehuetenango se identificaron 47 clases de maíz cultivado (Díaz y Azurdia, 2001). El Cuadro 1 registra los nombres locales de las variedades de maíz identificadas de acuerdo con las zonas climáticas del departamento, así como el color de grano y ciclo de crecimiento.

Los diferentes materiales genéticos cultivados en Huehuetenango se pueden agrupar por lo menos en ocho razas y cuatro subrazas, lo cual representa el 57% de las razas y el 33% de las subrazas reportadas por Wellhausen *et al.* (1957) para Guatemala.

A pesar de que gran parte de la agricultura de Guatemala aún se maneja con tecnología tradicional, casi no se efectúan estudios que muestren el papel que juega el conocimiento tradicional en la conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad. Por ejemplo, Samayoa y Vargas (1986) indican que los aspectos que se han enfatizado son la determinación de los estratos sociales existentes, el establecimiento de los factores que limitan el desarrollo agrícola dentro de los diferentes estratos, la determinación de los costos de producción en los procesos productivos, el conocimiento de la asistencia técnica, crediticia y comercial, y el establecimiento de los diferentes sistemas de producción agrícola. Un buen ejemplo es el esfuerzo conducido en agroecosistemas tradicionales de México (Chávez-Servia, Tuxill y Jarvis, 2004).

2.2. Huerto familiar

Los huertos familiares tradicionales son un proceso dinámico y sinérgico de interacción entre los habitantes de la casa y su ambiente local para crear un espacio plantado alrededor de los hogares. Este proceso contiene elementos biofísicos y sociales. Desde el punto de vista biofísico, el espacio se estructura verticalmente en diferentes estratos, con diversidad de especies y un alto aporte de energía por parte del agricultor en su mantenimiento. Desde el punto de vista social, el huerto familiar genera relaciones horizontalmente estructuradas entre los agricultores con alto conocimiento de su ambiente y sus especies, y los miembros de su familia, sus amigos y amistades (Ruonavara, 1996). Todavía hace falta un consenso universal sobre la definición de huerto casero (Figura 1); sin embargo, es frecuente adoptar la siguiente: uso de la tierra que posee límites definidos y una vivienda; en general (pero no siempre),

Cuadro 1. Clases de maíz cultivadas en el departamento de Huehuetenango

Color	Nombre local	Ciclo de crecimiento (meses)
Zona fría (2,000 msnm y más)		
Blanco	De año	10
	Pache	10
	Redondo	10
	Largo	10
Amarillo	Redondo	8
	Sanmarceño	9
	Acuá	10
	Jun-kanana	10
	De año	10
Negro	Redondo	9
	Pache	9
	Largo	9
	De año	10
Colorado	Pache	8
	Redondo	8
	Moro	9
Zona templada (1,000 a 2,000 msnm)		
Amarillo	Corazón de oro	7
	Acal	7
	Pache	7
Colorado	Concaná	6
Blanco	Durazno	6
Manchado negro	Sangre de Cristo	9
Zona cálida (menos de 1,000 msnm)		
Amarillo	Breve	3
	Comiteco	4
	San Antonio	4
	Siete hojas	4
	Chiquigua	4
	Diente de perro	4-5
	Conejo	5-6
	Crema	5
	Largo	5
	De verano	6
	Tegua	6
	Chiquigua	6
Blanco	Cuarentano	2-3
	Breve	3
	Americano	4
	Diente de perro	4-5
	Comiteco	5
	Guajaqueño	5
	Chiapaneco	5
	Conejo	5-6
	Tegua	6
	Zapote	6
	San Pedro	6
	Tuxpeño	6
Colorado	Cuarentano	3

Fuente: Díaz y Azurdia (2001)

posee una mezcla de plantas anuales y perennes, además de animales, que ejercen variedad de funciones biofísicas, económicas y socioculturales para su propietario (Azurdia, Leiva y López, 2000).

Los huertos familiares han despertado interés mundial en los últimos años, no sólo porque se les considera los sistemas de producción agrícolas más antiguos que se conocen, sino porque complementan la dieta y la econo-



Figura 1. Huerto familiar en la etnia q'eqchi', Alta Verapaz. Crédito: Leiva, M.

mía familiar, entre otros beneficios, y son una alternativa a las prácticas tradicionales de conservación de la diversidad vegetal. Núñez (1990) afirma que la variación entre los tipos de huertos es enorme en América Latina, debido a factores geofísicos, sociales y culturales predominantes, como su herencia, el acceso a la tierra y el arraigo de las comunidades a la tierra.

Los huertos familiares tienen características estructurales comparables con aquellos sistemas forestales con vegetación mixta. En el Cuadro 2 se comparan algunos atributos ecológicos de los huertos familiares con los de los sistemas forestales y sistemas agrícolas.
Guatemala, como parte de Mesoamérica y centro de origen y diversidad de plantas cultivadas, es una región en la cual los huertos familiares representan unidades con alta riqueza en composición de especies y en los usos que les dan las comunidades humanas (Azurdia y Leiva, 1998). Sin embargo, se reconoce que la pérdida de materiales genéticos (erosión genética) disminuye la amplia diversidad genética presente en dichas áreas. En este sentido, los huertos familiares pueden constituirse en focos de conservación *in situ* de plantas útiles al hombre. Además, dichas comunidades vegetales pueden representar una fuente de bienestar para las familias que las manejan. Tal información básica es indispensable antes de la incorporación de este agroecosistema a una esfuerzo nacional de conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales (Castiñeiras *et al.*, 2000).

2.2.1. Descripción de los componentes del sistema

Se sabe que las especies pertenecientes a un huerto familiar son principalmente para uso antropogénico. En ese sentido, la mayoría de especies sirven para cubrir las necesidades básicas del ser humano (satisfacen el hambre y contrarrestan el calor o el frío) y en menor número las necesidades accesorias (Azurdia, 1984). Los estudios en huertos familiares conducidos en Alta Verapaz (Figura 2) muestran que, en las regiones cálida y fría, más del 35% de las especies se utilizan para la alimentación humana. También es notorio que existen al menos 13 categorías de uso, donde aparte del factor alimenticio también

Cuadro 2. Atributos ecológicos de bosques clímax, huertos familiares y sistemas agrícolas de monocultivo

Parámetro	Vegetación clímax (trópico húmedo)	Huerto familiar	Agricultura convencional
Bioquímica	Similar entrada y salida de nutrientes	Similar entrada y salida de nutrientes	Salida de nutrientes es mayor que la entrada
Estrés biótico	Bajo	Bajo	Alto
Estructura del dosel	Multiestrato	Multiestrato	Uno o dos estratos
Diversidad	Alta	Intermedia	Baja
Sucesión ecológica	Normalmente no se interrumpe	Manipulada conscientemente	Detenida
Entropía	Baja	Baja	Alta
Espectro florístico	Tolerante e intolerante a la sombra	Tolerante e intolerante a la sombra	Mayoría intolerante a la sombra
Uso de insumos	No se usan insumos externos	Bajo	Alto
Biomasa/productividad primaria neta	Entre la más alta de los ecosistemas terrestres	Comparable a la de la vegetación clímax	Baja
Sostenibilidad	Sostenible	Sostenible	No sostenible

Fuente: Kumar y Nair (2004)

sobresalen los usos ornamental, medicinal, cultural y como combustible. Las especies y la importancia de las categorías de uso pueden variar según el ambiente (clima y altitud) y el componente cultural, como puede apreciarse al comparar los resultados de la Figura 2 y la Figura 3.

La composición de los huertos familiares también depende de los factores ambientales y culturales. El Cuadro 3 muestra con claridad este aspecto. Adicionalmente, el Cuadro 4 muestra que, además de los factores mencionados, las especies más importantes en los huertos familiares de Alta Verapaz dependen de otros, como el tipo de huerto (autoconsumo y comercial) y la cercanía a las vías de comunicación y los mercados locales y regionales. En general, se puede decir que los huertos familiares son ejemplos sobresalientes de la diversidad de especies en las comunidades cultivadas y manejadas.

2.2.2. Estructura

La estructura, composición y dinámica de los huertos familiares varía en función de la interacción, a lo largo del tiempo, con diferentes componentes, como el ambiente y la cultura. El ambiente, es decir, el clima, el suelo, la pendiente, etc., define las especies que pueden crecer dentro del huerto familiar; mientras que la cultura define aspectos relativos al uso y destino de las especies, composición, estructura, manejo y dinámica del huerto familiar. Lock (1998) señala que las características culturales y sociales de la población determinan el desarrollo y la importancia relativa de la diversidad de las especies.

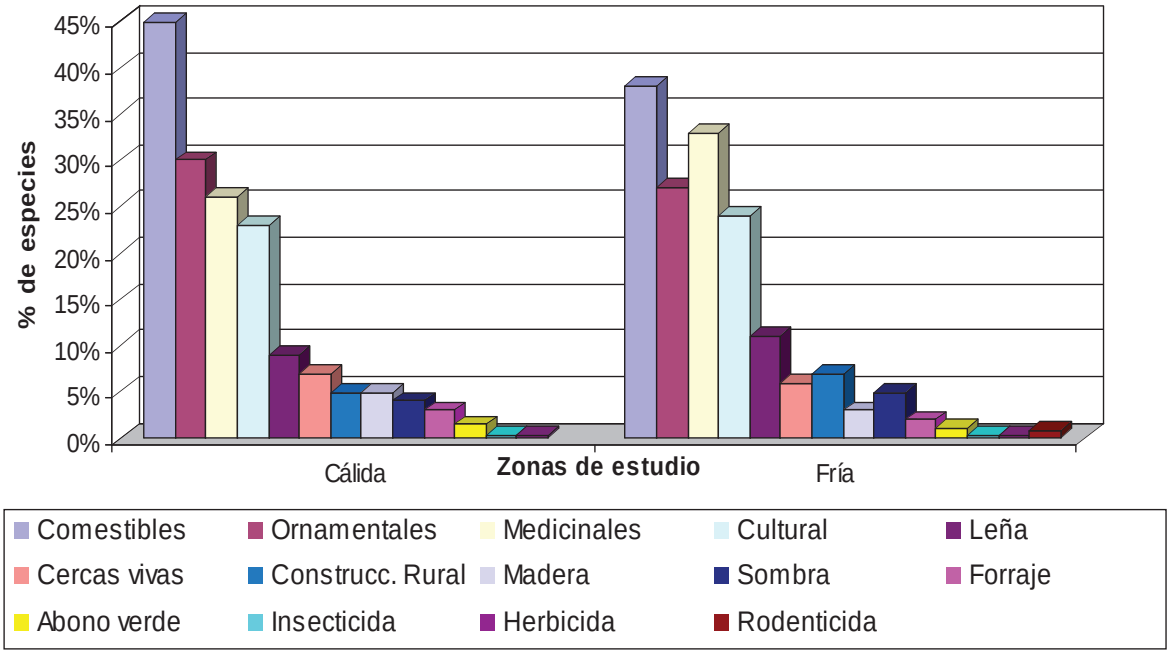


Figura 2. Categorías de uso de las especies establecidas en los huertos familiares de Alta Verapaz, Guatemala. Fuente: Azurdia, Leiva y López (2000)

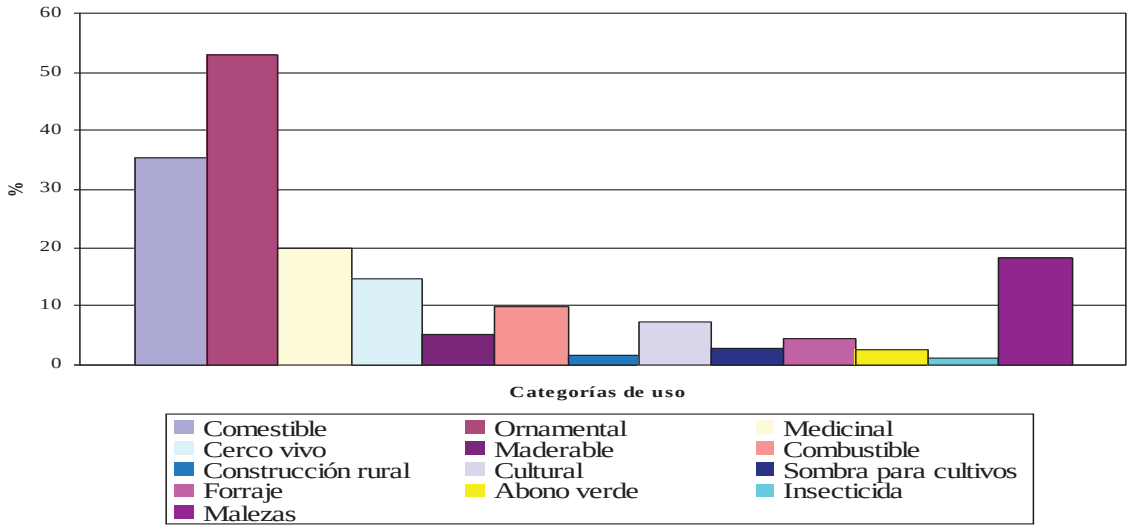


Figura 3. Categorías de uso de las especies establecidas en los huertos familiares de la zona semiárida de Guatemala. Fuente: Leiva, Azurdia y Ovando (2000)

Los huertos familiares, al igual que los bosques, poseen diferentes estratos y especies. Sin embargo, debido a que son un sistema diseñado por la familia, se diferencian asociaciones de plantas que son establecidas y manejadas de acuerdo con el interés de los

Cuadro 3. Composición y diversidad de especies en huertos manejados en diferentes ambientes y por diferentes culturas

Región/ etnia	Número especies/ región	Número especies/ localidad	Promedio especies/ huerto	Especies nativas	Especies introducidas	Fuente
Suchitepéquez/Quiché	107	107	-------	63%	27 %	Velásquez *et al.*, (2001)
Alta Verapaz, cálido /q'eqchi' ladinos	279	266 145	49 50	56% 45%	44% 55%	Azurdia, Leiva y López (2000)
Alta Verapaz, frío/q'eqchi', poqomchi'	251	224 170	60 52	57% 49%	43% 51%	Azurdia, Leiva y López (2000)
Semiárida/ladino	276	276		48%	52%	Leiva, Azurdia y Ovando (2000)
Cuenca río Polochic Parte baja Parte alta				63% 29%	27% 71%	Leiva y López (1985)

propietarios, con una organización y distribución horizontal y vertical característica. El Cuadro 5 resume la estructura vertical de algunos huertos del oriente y norte del país. La organización horizontal se relaciona principalmente con la utilidad que representan las especies y con sus necesidades particulares, como la intensidad de manejo y los requerimientos de luz y humedad. Por ejemplo, en los huertos de Alta Verapaz la distribución horizontal se puede comparar con las llamadas zonas de manejo en el concepto planteado por Lock (1998). En ese sentido, existe, y cada grupo tiene su propio espacio, el grupo de plantas ornamentales; el de cultivos alimenticios (maíz, caña de azúcar, güisquilar, chile, hortalizas, ox, mox, flores); el de cultivos perennes y semiperennes (café, cardamomo, achiote, plátano, pacaya, frutales y maderables); el de viveros y semilleros (cercanos a las fuentes de agua); y el de cercos vivos.

2.2.3. Seguridad alimentaria y nutricional

Se puede adelantar que la principal función de los huertos familiares es la generación de alimento para los miembros de la unidad familiar. De esta manera, es posible apreciar que, en los huertos de Alta Verapaz de la región cálida, el 45% de las especies (126) se destina principalmente a la alimentación humana. En la parte fría del mismo departamento, el 38% de las especies (96) son de utilidad alimenticia. Similar comportamiento se muestra en los huertos de la zona semiárida, donde el 37% de las especies tiene funciones alimenticias.

Parte de los productos del huerto familiar (incluye flora útil y animales domesticados) es vendida en la localidad o en los mercados regionales. Consecuentemente, este ingreso se usa para complementar parte de sus requerimientos nutricionales. El 46% de las familias entrevistadas en la región semiárida del país indicó que los productos del huerto familiar se emplean para el consumo familiar, mientras que un 13% de familias destina estos productos principalmente para la venta en mercados locales (Azurdia y Leiva, 2004).

La revisión de la composición de los huertos familiares muestra que las diferentes especies que los componen responden a los requeri-

Cuadro 4. Especies más frecuentes en los huertos familiares de Alta Verapaz

Zona cálida			Zona fría		
No.	Nombre científico	Frecuencia %	No.	Nombre científico	Frecuencia %
1	*Gliricidia sepium*	89	1	*Coffea arabica*	100
2	*Citrus sinensis*	89	2	*Sechium edule*	100
3	*Musa sapientum*	85	3	*Persea americana*	97
4	*Bixa orellana*	83	4	*Dahlia imperialis*	94
5	*Coffea arabica*	80	5	*Citrus sinensis*	90
6	*Persea americana*	78	6	*Saccharum officinarum*	87
7	*Hibiscus rosa-sinensis*	78	7	*Phaseolus coccineus*	87
8	*Inga paterno*	76	8	*Solanum americanum*	87
9	*Psidium guajaba*	74	9	*Colocasia esculenta*	84
10	*Cocos nucifera*	72	10	*Calathea insignis*	81
11	*Byrsonima crassifolia*	70	11	*Gladiolus hortelanus*	77
12	*Citrus aurantifolia*	67	12	*Chamaedoria tepejilote*	77
13	*Theobroma cacao*	67	13	*Xanthosoma violaceum*	74
14	*Saccharum officinarum*	65	14	*Musa sp.*	74
15	*Ananas comosus*	65	15	*Cyphomandra betacea*	68
16	*Capsicum annuum var. glabriusculum*	65	16	*Prunus persica*	68
17	*Mangifera indica*	63	17	*Cucurbita moschata*	68
18	*Eryngium foetidum*	63	18	*Taetsia fruticosa var. ferrea*	68
19	*Pouteria sapota*	59	19	*Inga sp.*	65
20	*Annona muricata*	54	20	*Zea mays*	65
21	*Colocasia esculenta*	54	21	*Eringium foetidum*	65
22	*Crescentia cujete*	54	22	*Musa sapientum*	65
23	*Xanthosoma violaceum*	52	23	*Yucca elephantipes*	61
24	*Sechium edule*	52	24	*Eriobotrya japonica*	58
25	*Citrus nobilis var. deliciosa*	52	25	*Musa nana*	58

Fuente: Azurdia, Leiva y López (2000)

mientos básicos nutricionales, es decir, carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. Es ampliamente reconocido que las especies nativas que se utilizan como alimento (por ejemplo, las hortalizas) tienen un contenido nutricional más alto que el que presentan las hortalizas no nativas del territorio guatemalteco (Cuadro 6).

Cuadro 5. Estructura vertical de los huertos de Alta Verapaz y de la región semiárida de Guatemala

Región	Estrato				
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Enredaderas	Epífitas
Alta Verapaz, zona cálida	34%	25%	30%	10%	1%
Alta Verapaz, zona fría	47%	23%	23%	6%	1%
Zona semiárida	44%	28%	20%	8%	----

Fuente: Azurdia, Leiva y López (2000)

2.2.4. Generación de ingresos en efectivo

No se ha profundizado mucho en este tema, porque los huertos familiares se estudiaron principalmente como sistemas de subsistencia. Sin embargo, estudios conducidos por Soemarwoto (1987) en Indonesia reportan que el huerto familiar aporta en promedio el 21.1% de las necesidades del hogar, dependiendo del tamaño de la familia y del huerto, y de la composición de especies. Para Guatemala, Leiva *et al*. (2002) condujeron un estudio preliminar en dos localidades de Chisec, Alta Verapaz, e indican que los huertos familiares aportan en promedio el 18% de los requerimientos de la economía familiar. En el Cuadro 7 se presenta una información más detallada sobre las principales especies, su producción y el volumen destinado para autoconsumo y para la venta.

2.2.5. Producción de madera y combustible

Algunas especies se emplean como fuente de madera y de combustible. Por ejemplo, en los huertos de Alta Verapaz se destina para leña el 9% de las especies en la zona cálida y el 11 % en la zona fría. El producto de las podas y raleos es el material utilizado como combustible. Otras especies se destinan a la construcción rural (5% para la zona cálida y 7% para la zona fría) para forrar paredes, cubrir techos de viviendas y fabricar la estructura principal de la casa (postes, tendales, etc.) (López, Azurdia y Leiva, 2001).

2.2.6. Plantas medicinales

Las plantas medicinales son el tercer renglón en importancia después de aquellas especies vegetales empleadas para alimentación humana y ornamento en los huertos familiares de la región semiárida. Específicamente, el 20% de las especies (55) presentes en los huertos familiares se usa en la medicina tradicional. Es decir que a pesar de la cercanía de los centros de salud, la población mantiene la costumbre del uso de plantas curativas. Las familias le asignan un alto valor, pues sirven para el tratamiento de síntomas asociados a distintas enfermedades. Muchas de estas plantas medicinales son especies consideradas como malezas cuando están fuera del huerto familiar. En total, el 34% de las "malezas" presentes en los huertos familiares son utilizadas como plantas medicinales (Leiva, Azurdia y Ovando, 2000).

En la región cálida del departamento de Alta Verapaz, se puede observar que las plantas alimenticias, ornamentales y medicinales presentan la mayor cantidad de especies en orden de importancia. Sin embargo, en la zona fría las plantas medicinales ocupan el

Cuadro 6. Comparación nutricional de algunas hortalizas nativas con hortalizas introducidas

	Composición por 100 g de porción fresca de hojas comestibles														
	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza	Calcio	Fósforo	Hierro	Actividad Vit. A	Vitamina B1	Vitamina B2	Niacina	Vitamina C	% Humedad	Energía, kcal
	gramos					miligramos									
Chaya	5.6	1.8	11.2	2.4	1.8	260	82	2.2	2.2	0.2	0.4	1.6	394	80	64
Bledo	3.7	0.8	7.4	1.5	2.1	313	74	5.6	1.6	0.05	0.24	1.2	65	86	42
Chipilín	7.0	0.8	9	2.0	1.5	287	72	4.7	3.0	0.33	0.49	2.0	100	82	56
H. Mora	5.0	0.8	7	1.4	1.8	199	60	9.9	0.2	0.18	0.35	1.0	61	85	45
Calabaza	4.2	0.4	3.4	1.5	1.6	127	96	5.8	0.8	0.14	0.17	1.8	58	90	26
Espinaca	2.8	0.7	5	0.7	1.8	60	30	3.2	1.2	0.06	0.17	0.6	46	90	30
Acelga	1.6	0.4	5.6	1.0	1.6	110	29	3.6	0.9	0.03	0.09	0.4	34	91	27
Lechuga	1.0	0.1	3	0.5	0.4	16	23	0.4	----	0.05	0.03	0.3	7	96	13

Fuente: Molina, Curley y Bressani (1997)

segundo lugar después de las plantas comestibles. El 26% de las especies (75) se reporta como de uso medicinal en la zona cálida y 33% (98) en la zona fría. El uso de la medicina tradicional es una práctica frecuente de la población asentada en las zonas de estudio, donde el conocimiento de las propiedades medicinales de las plantas se desarrolló como herencia cultural y por la misma necesidad de la población al no tener acceso a los centros asistenciales de salud y a los productos farmacéuticos. Las plantas medicinales de los huertos familiares son utilizadas principalmente para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales, respiratorias y dérmicas, así como contra la malaria, diabetes, fiebres, lesiones de huesos, mordeduras de serpientes, etc. Sin embargo, existen ciertas plantas utilizadas para contrarrestar malestares especiales, como la brujería, los sustos, el mal de ojo, el empacho y el hijillo (Azurdia *et al.*, 2006).

La composición de especies varía de una región a otra porque las condiciones climáticas son distintas. Los usos que se dan a las especies comunes para ambas regiones no siempre son los mismos. En un estudio más detallado del papel que juegan los huertos familiares en la economía del hogar (Leiva *et al.*, 2002) en tres comunidades del municipio de Chisec, Alta Verapaz, se encontró que las enfermedades más comunes en las comunidades son los desórdenes intestinales, las enfermedades respiratorias y los problemas dermatológicos. En dichas regiones existen trabajadores en salud, pero no hay centros de salud. El 90% de la población usa la medicina prescrita por los trabajadores en salud, mientras que el restante 10% acude a las plantas medicinales. En 10 huertos familiares monitoreados, se encontró que 90 especies tienen valor comercial y siete de ellas son de uso medicinal. Se emplean para autoconsumo o para la venta.

Cuadro 7. Producción y valor económico de las especies presentes en huertos familiares de dos comunidades en Chisec, Alta Verapaz

Especie	Producción promedio / año	Unidad de medida	Valor de venta Q	Valor de consumo Q	% consumo	% venta
Güisquil	2,700	Unidad	0.50	0.20	20	80
Calatea	300	Manojo	1.00	0.25	95	5
Piña	250	Unidad	1.50	0.50	10	90
Yuca	90	Unidad	6.00	1.00	100	---
Clavo	15	Libra	10.00	---	---	100
Caña de azúcar	900	Unidad	1.00	0.50	100	---
Café	150	Libra	5.00	5.00	20	80
Cacao	100	Libra	7.00	7.00	40	60
Achiote	350	Libra	8.00	8.00	40	60
Cardamomo	300	Libra	5.00	5.00	---	100
Gandul	300	Libra	1.00	1.00	100	---
Banano	200	Penca	7.50	5.00	40	60
Naranja	135	Ciento	15.00	15.00	20	80
Toronja	36	Ciento	25.00	25.00	20	80
Nance	48	Arroba	10.00	10.00	10	90
Mandarina	6	Ciento	10.00	10.00	20	80
Coco	300	Unidad	1.00	1.00	20	80

Fuente: Leiva *et al.* (2002)

Durante un taller sobre plantas medicinales desarrollado por personal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la comunidad de Trece Aguas, Chisec, en 2001, se comprobó que se desconocía el uso de alrededor del 50% de las plantas potencialmente útiles para uso medicinal que crecen en los huertos familiares. Por lo tanto, es necesario crear conciencia entre las poblaciones locales acerca del valor de estas plantas. La conservación de los recursos genéticos de uso medicinal asegura la retención del conocimiento indígena asociado con sus propiedades y correcta aplicación. En este sentido, es necesario conocer el papel que juegan los huertos familiares en la conservación y utilización de dicho recurso.

2.2.7. Género

El manejo del huerto familiar es una actividad familiar, ya sea sólo de la esposa, del esposo o de ambos, o de todos los integrantes. Incluso, en algunos casos, se requiere contratar mano de obra extra. En los huertos familiares, la distribución del quehacer según género varía de acuerdo con la región de estudio (Figura 4). Por ejemplo, en la zona semiárida de Guatemala, las mujeres se dedican principalmente al cuidado de plantas alimenticias

(hortalizas, raíces y condimentos), medicinales y ornamentales. Los hombres cultivan los árboles frutales que proporcionan sombra y refrescan el ambiente cercano a las casas. Para el caso de Alta Verapaz, es notorio que los hombres aparentemente emplean la mayor parte de su tiempo en actividades agrícolas. El hombre selecciona las semillas y planta los materiales genéticos económicamente más importantes, como árboles frutales, café y cardamomo. Las mujeres deciden qué cultivo de raíces, hortalizas, especias y plantas medicinales se debe sembrar. Todos los miembros de la familia, incluidos los niños, participan en el manejo del huerto familiar en un buen porcentaje de los huertos estudiados. En huertos comerciales, donde la mayor cobertura es de café o cardamomo, algunas veces se requiere contratar mano de obra para su manejo. Es importante observar que en las zonas de Alta Verapaz, en general, los huertos familiares son manejados principalmente por todos los miembros de la familia, lo cual contrasta con los huertos familiares de la parte semiárida, donde el hombre es quien maneja el huerto (Azurdia y Leiva, 2004).

2.2.8. Tipos de huertos familiares

Dependiendo del destino principal de los productos obtenidos en el huerto, éstos se pueden clasificar en huertos familiares de consumo y huertos familiares comerciales. Los primeros son aquéllos en los que la cosecha es destinada al consumo en el hogar, sin embargo no se descarta la venta si hay excedentes. Su manejo es extensivo y consiste en la realización de prácticas culturales sin aplicación de pesticidas. Estos huertos son frecuentes en comunidades aisladas de los mercados y se cultivan en lotes de tamaño reducido, caracterizados por tener mayor número de especies nativas para diversos usos antropogénicos, por lo que potencialmente son bancos naturales de recursos genéticos vegetales (Figura 5). El tamaño de los huertos oscila entre 0.04 ha a 0.18 ha para la zona cálida de Alta Verapaz y de 0.035 ha a 0.24 ha para la zona fría. En el departamento de Alta Verapaz, el 83% de los huertos de la zona cálida y el 52% de la zona fría corresponden a este tipo de huerto (Azurdia, Leiva y López, 2000).

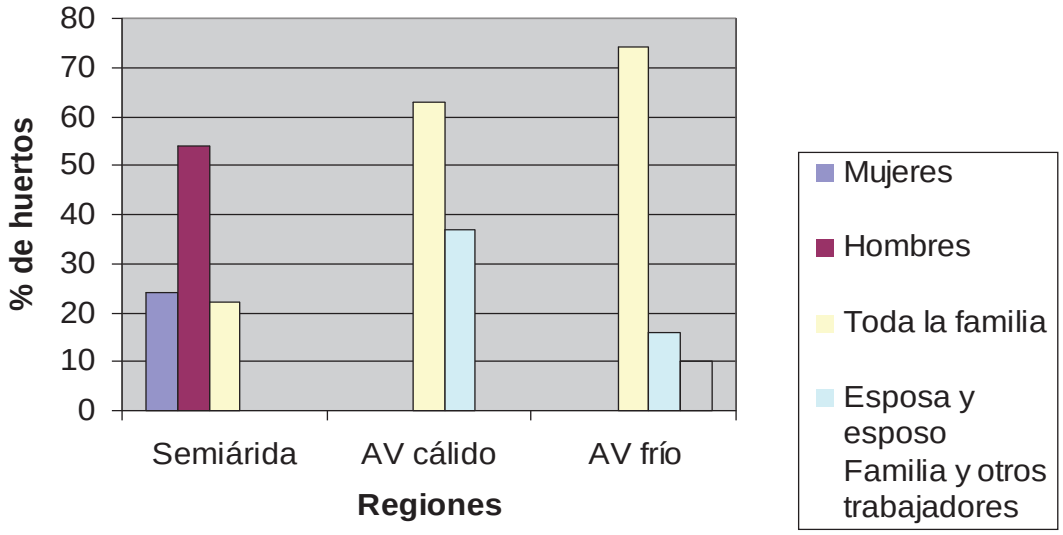
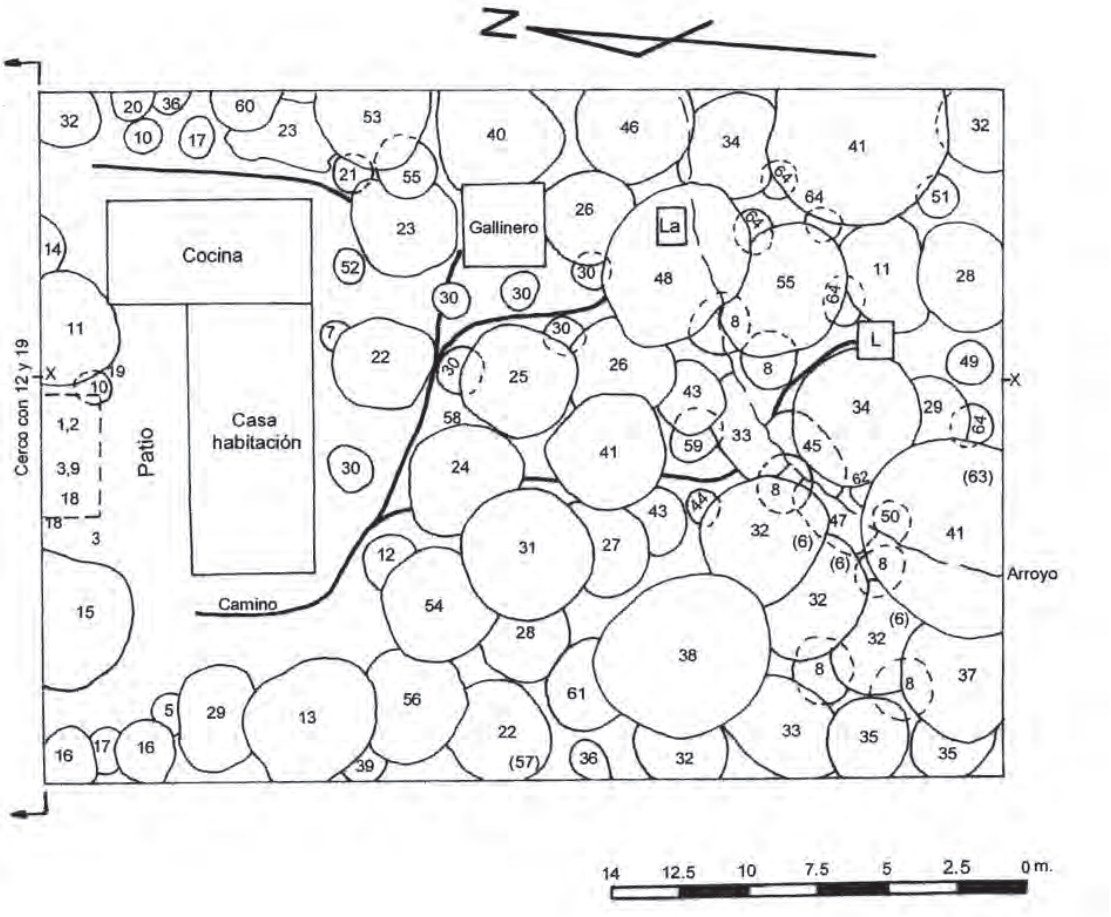


Figura 4. Papel de los miembros de la familia en el manejo del huerto familiar en tres regiones de Guatemala
Fuente: Azurdia y Leiva (2004)

Zona de Vida: Bosque muy húmedo Subtropical Cálido
Huerto No. 36.
Comunidad: SEPOC, Cahabón.
Superficie: 875 m² (0.0875 ha)
Altitud: 320 m.s.n.m
Índice de diversidad para la zona de vida: 0.25



REFERENCIAS:

X----X Transecto

1. *Capsícum annuum*
2. *Solanum americanum*
3. *Portulaca grandiflora*
4. *Zea mays*
5. *Cymbopogon citratus*
6. *Piper nigrum*
7. *Colocasia esculenta*
8. *Carludovica palmata*
9. *Phaseolus vulgaris*
10. *Cajanus bicolor*
11. *Theobroma caçao*
12. *Hibiscus rosa-sinensis*
13. *Licania platypus*
14. *Allamanda cathartica*
15. *Psidium guajaba*
16. *Lagerstroemia indica*

L. Letrina

17. *Lycianthes synanthera*
18. *Eryngium foetidum*
19. *Taetsia fruticosa*
20. *Yucca elephantipes*
21. *Piper auritum*
22. *Crescentia cujete*
23. *Sechium edule*
24. *Citrus nobilis var, deliciosa*
25. *Citrus maxima*
26. *Citrus sinensis*
27. *Cinnamomum zeylanicum*
28. *Citrus aurantifolia*
29. *Musa sapientum*
30. *Coffea arabica*
31. *Theobroma bicolor*
32. *Gliricidia sepium*

La. Lavadero

33. *Gynerium sagittatum*
34. *Vochysia guatemalensis*
35. *Sickingia salvadorensis*
36. *Cnidoscolus Aconitifolius*
37. *Hampea euryphylla*
38. *Mangifera indica*
39. *Conostegia xalapensis*
40. *Bursera simaruba*
41. *Orbignya cohune*
42 *Annona purpúrea*
43. *Bixa orellana*
44. *Hamelia patens*
45. *Alpinia purpurata*
46. *Cedrela mexicana*
47. *Hedychium coronarium*
48. *Persea americana*
49. *Cassia sp.*
50. *Piper peltatum*
51. *Chrysophyllum mexicanum*
52. *Bryophyllum pinattum*
53. *Erythrina berteroana*
54. *Annona reticulata*
55. *Musa paradisiaca*
56. *Citrus limetta*
57. *Acrocomía mexicana*
58. *Witheringia sp.*
59. *Canna indica*
60. *Inga edulis*
61. *Cecropia obtusifolia*
62. *Xanthosoma violaceum*
63. *Epiphyllum crenatum*
64. *Coffea liberica*

Figura 5. Diagrama de planta de un huerto familiar de autoconsumo manejado por una familia q'eqchi', en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, Alta Verapaz
Fuente: López, Azurdia y Leiva (2001)

Los huertos comerciales son aquéllos en los que los propietarios destinan un área significativa del lote para el establecimiento de uno o más cultivos a los que se le aplica un manejo más técnico (siembra sistemática, en la que algunas veces se aplican pesticidas) y por tanto requiere de mayor fuerza de trabajo familiar (Figura 6). El 17% de huertos de la zona cálida y 48% de la parte fría de Alta Verapaz corresponden a esta categoría. Leiva y López (1985) reportan la existencia de este tipo de huerto en la cuenca del río Polochic, en el que las especies dominantes reportadas son platanares, pacayales, cafetales y cacaotales. Es importante mencionar que estos huertos podrían representar un sistema de transición entre lo que es un huerto familiar y un sistema agroforestal comercial multiestrato. Los principales cultivos para la zona cálida son café, cardamomo, cítricos, plátano, nance, cacao, achiote, coco y zapote; para la zona fría son café, cardamomo, maguey, hortalizas, flores, pacaya y banano. Su superficie es relativamente más grande que la de los huertos de consumo. Por ejemplo, en la zona cálida su área varía de 0.06 ha a 0.28 ha, y para la zona fría es de 0.1 ha a 0.56 ha.

2.2.9. Evolución bajo domesticación

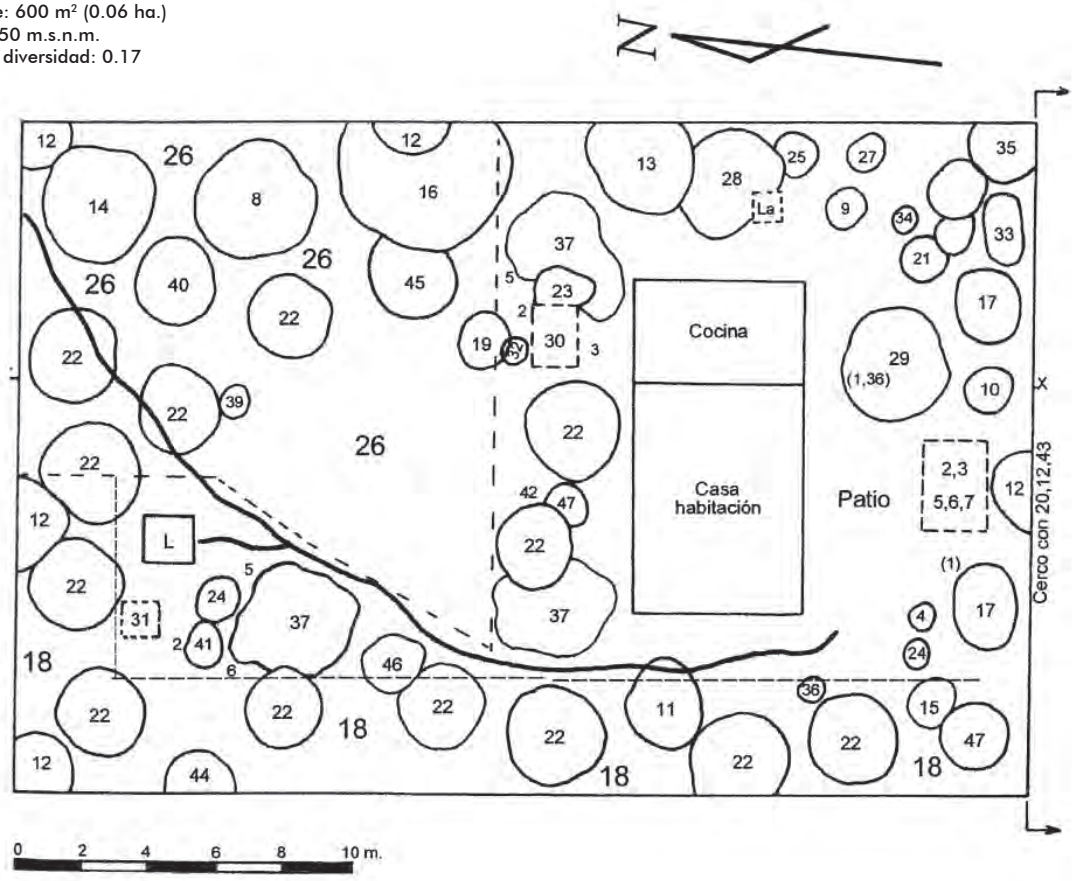
El origen de algunas especies cultivadas parece seguir esta ruta (Azurdia, 1984): se inicia con especies adaptadas a los hábitats primarios cerrados. Más tarde, estas especies se adaptan a hábitats abiertos, ya sea en forma natural o por acción del hombre. Luego, se pueden adaptar en forma de maleza a campos cultivados, donde se convierten gradualmente en especies domesticadas pasando por una serie de etapas en graduación de su relación con el ser humano. En esta secuencia, el huerto familiar juega un papel importante, pues en su interior coexisten muchas especies con valor antropogénico y que fueron extraídas de su condición silvestre, ruderal o arvense con el objeto de incrementar su producción al estar de alguna manera dentro del huerto. Un ejemplo interesante es el loroco *(Fernaldia pandurata)*, especie que en la actualidad tiene demanda a nivel nacional e internacional (Azurdia *et al.*, 2001).

El loroco crece de forma silvestre en la región semiárida de Guatemala, en las zonas de vida del bosque seco subtropical y del monte espinoso subtropical, localizadas en los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula. A partir de estas poblaciones, se extrae germoplasma, que es plantado en huertos familiares y de forma intensiva en monocultivo. El proceso de domesticación que se lleva a cabo de alguna manera responde a lo planteado en el párrafo anterior. Se comienza a manejar dentro de los huertos familiares (proceso de domesticación) con el objetivo de utilizar sus botones florales para autoconsumo y, en algunos casos, para la venta. Durante el estudio realizado en los huertos familiares de la zona semiárida de Guatemala, se observó que el loroco se encuentra presente en el 67.4% de éstos. La cantidad de plantas de loroco observadas varía dependiendo del destino de la producción; por ejemplo, cuando se destina para autoconsumo, se observan pocas plantas creciendo sobre árboles del huerto. Por el contrario, cuando los productos se destinan a la venta, se observan más plantas sometidas a manejo agronómico, el cual consiste en la aplicación de riego, podas y establecimiento de tutores.

2.2.10. Conservación *in situ*

Los huertos familiares juegan un papel importante en la conservación *in situ* de especies que están en peligro de extinción, así como de muchas otras importantes en la seguridad alimentaria. Debido a la disminución constante de la vegetación natural y al cambio del uso de la tierra, muchas especies están desapareciendo de su hábitat natural. Los huertos familiares se convierten en ecosistemas donde los agricultores promueven

Zona de vida: Bosque muy húmedo Subtropical Cálido
Huerto No. 2
Comunidad: Trece aguas, Chisec.
Superficie: 600 m² (0.06 ha.)
Altitud: 450 m.s.n.m.
Índice de diversidad: 0.17



REFERENCIA:

L. Letrina
X---X Transecto
1. *Portulaca grandiflora*
2. *Solanum americanum*
3. *Capsicum annuum*
4. *Zinnia elegans*
5. *Amaranthus hybridus*
6. *Phaseohus vulgaris*
7. *Physalis gracilis*
8. *Mangifera indica*
9. *Lonchnera rosea*
10. *Terminalio catappa*
11. *Psidium guajaba*
12. *Gliricidia sepium*
13. *Inga paterno*
14. *Persea schiedeana*
15. *Pouteria zapota*
16. *Persea americana*
17. *Saccharum officinarum*
18. *Coffea arabica*
19. *Annona muricata*
20. *Hibiscus rosa-sinensis*
21. *Cocos nucifera*
22. *Citrus sinensis*
23. *Manihot esculenta*
24. *Cajanus bicolor*
25. *Piper auritum*
26. *Eletaria cardamomum*
27. *Xanthosoma violaceum*
28. *Musa sapientum*
29. *Byrsonima crassifolia*
30. *Sechium edule*
31. *Semillero de Cybistax donnell-smithii*
32. *Solanum nudum*
33. *Ananás comosus*
34. *Zingiber officinale*
35. *Erythrina berteroana*
36. *Caladium bicolor*
37. *Cucurbita moschata*
38. *Acrocomía mexicana*
39. *Neurolaena lobata*
40. *Citrus nobilis var, deliciosa*
41. *Lycianthes synanthera*
42. *Witheringia sp.*
43. *Tithonia diversifolia*
44. *Hampea euryphylla*
45. *Eriobotrya japonica*
46. *Miconia calvescens*
47. *Bisa orellana*

Figura 6. Diagrama de planta de un huerto familiar comercial, manejado por una familia q'eqchi', en la zona de vida del bosque muy húmedo subtropical cálido, Alta Verapaz
Fuente: López, Azurdia y Leiva (2001)

la conservación y el uso de dichas especies. Por ejemplo, en el área semiárida de Guatemala, se reportan por lo menos 17 especies propias del bosque que han sido adoptadas en los huertos familiares. Similar situación se reporta para los huertos de Alta Verapaz: 30 especies con utilidad antropogénica forman parte de dichos ecosistemas (Cuadro 8).

Para conocer en detalle el papel que juegan los huertos familiares en la conservación de la agrobiodiversidad, es necesario estudiar especies representativas de los diferentes estratos que los componen. Por ejemplo, para los huertos de Alta Verapaz se escogió el zapote *(Pouteria sapota)* del estrato arbóreo; el güisquil *(Sechium edule)* del estrato enredaderas; y el chile *(Capsicum annuum)* del estrato arbustivo. Se condujeron estudios de tipo morfológico, bioquímico y molecular. Éstos proporcionaron información acerca de la diversidad genética intraespecie entre huertos y entre regiones, la cual es la base para el diseño de unidades de conservación y para ampliar nuestro conocimiento sobre la necesidad de utilizar esta forma de conservación *in situ* como complemento de otras formas de conservación, ya sea *in situ* o *ex situ*. Por ejemplo, al estudiar el carácter del peso del fruto del zapote en poblaciones de huertos familiares de Alta Verapaz, se observó que se presenta una distribución alejada de la curva normal en poblaciones silvestres de zapote presentes en el cerro San Gil (Figura 7). Esto se debe a que en los huertos familiares ya existe una selección de árboles que producen frutos con un tamaño específico requerido por el mercado o para el consumo familiar, mientras que en las poblaciones silvestres sólo actúa la selección natural. Por lo tanto, la recomendación inmediata es que deben usarse ambos sistemas de conservación *in situ* para preservar la mayor diversidad genética de esta especie. Similares resultados se observan al estudiar la variabilidad en el peso del fruto de güisquil cuando se compara la diversidad presente en huertos para consumo familiar con la de los huertos comerciales. En los huertos de tipo comercial ya existe selección bajo domesticación, dadas las exigencias del mercado en la búsqueda de tipos y tamaños requeridos (Azurdia, Ayala y Leiva, 2001).

La información de tipo morfológico, bioquímico y molecular, generada a partir de poblaciones de güisquil que crecen en huertos familiares de Alta Verapaz, indicó que existe diversidad en los huertos familiares, entre localidades y entre ecorregiones. Con esta información, se propuso una metodología para establecer unidades de conservación *in situ*, la cual se basa en escoger aquellas localidades con mayor diversidad genética (Figura 8), definidas por la mayor representatividad en los análisis de grupos generados a partir de la variación morfológica, isoenzimática y molecular (Azurdia *et al.*, 2005).

Los estudios conducidos con marcadores moleculares (AFLPs) en chile mostraron que la diversidad genética presente en los huertos familiares de Alta Verapaz es equivalente a la diversidad genética presente en la colección nacional de chile del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Guzmán *et al.*, 2005). Ésta es una evidencia adicional de la importancia de los huertos familiares como metodología de conservación, la cual debe complementarse con la metodología *ex situ*.

3. PARIENTES SILVESTRES Y SU IMPORTANCIA COMO ACERVO GENÉTICO[2]

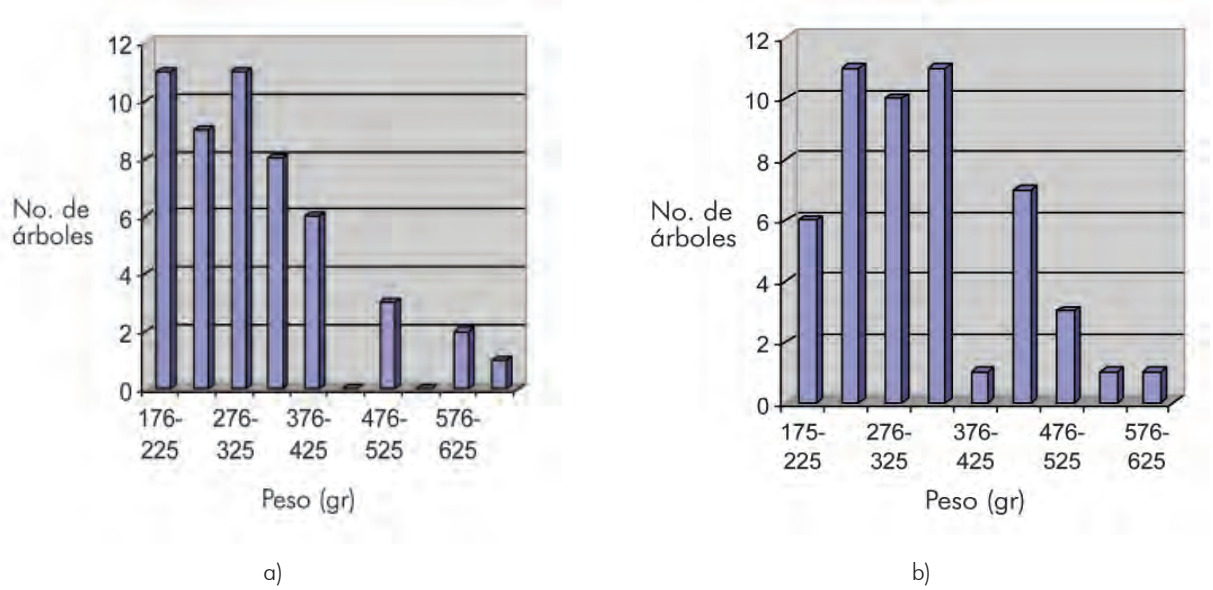
3.1. Acervo genético

El concepto de "acervo genético" representa una manera práctica de ordenar la agrobiodiversidad desde el punto de vista de su aprovechamiento como recurso genético para el fitomejoramiento. También es un concepto práctico para priorizar la conservación

Cuadro 8. Especies del bosque presentes en huertos familiares de la parte fría de Alta Verapaz

Especie	Uso	Especie	Uso
Pouteria viridis	alimenticio	*Clethra suaveolens*	construcción
Annona spp.	alimenticio	*Vernonia mollis*	combustible
Pimenta dioca	como sombra	*Myrica cerifera*	combustible
Helliocarpus Donnell Smith	como sombra	*Neurolaena lobata*	medicinal
Cecropia obtusifolia	como sombra	*Polimnia maculata*	como forraje
Pouteria sapota	alimenticio	*Acrocomia sp.*	alimenticio
Chamaedorea elegans	ornamental	*Liabum discolor*	religioso
Eringium foetidum	como especia	*Cedrela mexicana*	como madera
Trema micrantha	para la construcción	*Saurauia villosa*	combustible
Byrsonima crassifolia	alimenticio	*Arbutus xalapensis*	combustible
Miconia calvescens	religioso	*Litsea glaucescens*	especia
Liquidambar styraciflua	como madera	*Parasicyos sp.*	para conservación de suelos
Rhus striata	cultural	*Fuchsia sp.*	ornamental
Piper auritum	como especia	*Diphysa sp.*	combustible
Dendropanax leptopodus	como manualidad	*Baccharis trinervis*	medicinal

Fuente: Leiva *et al.* (2002)



a) b)

Figura 7. Distribución de los pesos del fruto de zapote en huertos familiares de Alta Verapaz (a) y en poblaciones silvestres del cerro San Gil, Izabal (b). Fuente: Azurdia, Ayala y Montes (2005)

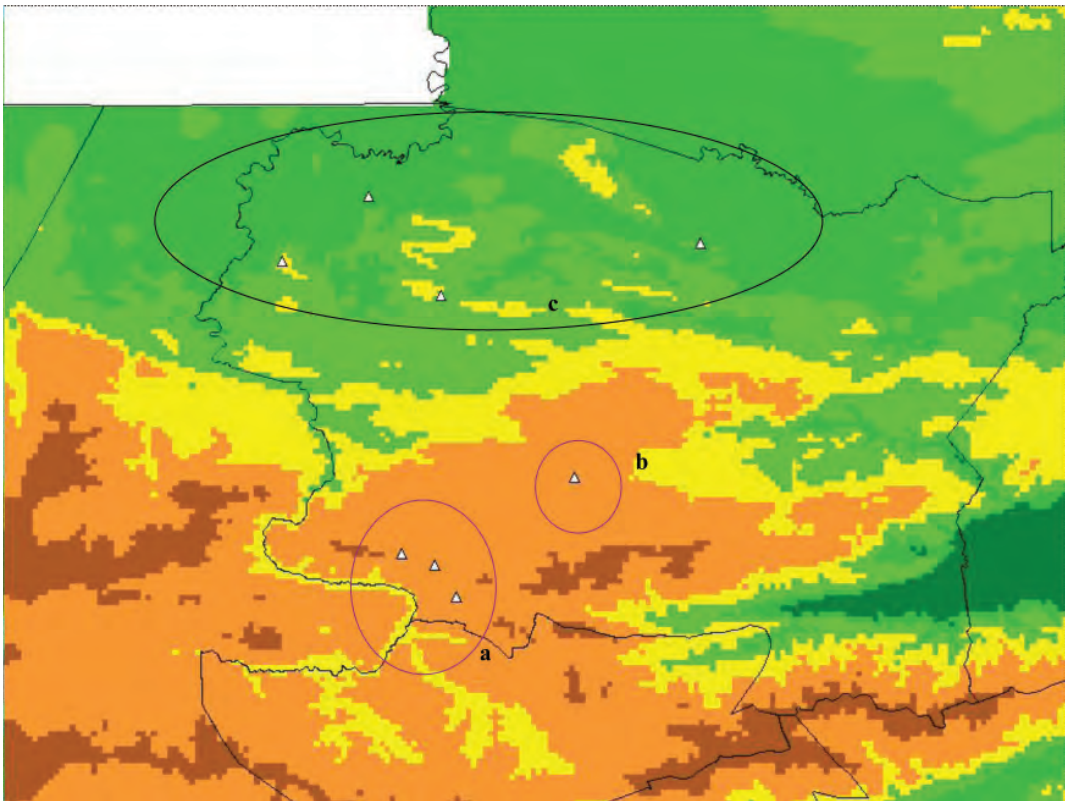


Figura 8. Áreas mínimas de conservación *in situ* en huertos familiares. a. zona fría, etnia poqomchi'; b. zona fría, etnia q'eqchi'; c. zona cálida, etnia q'eqchi'
Fuente: Azurdia *et al.* (2005)

de estos recursos. El ordenamiento se basa en la capacidad de efectuar la transferencia natural de genes entre especies o variedades. Por lo tanto, la estructura y composición de un acervo genético dependen principalmente del parentesco y la biología reproductiva de las plantas que pueden aportar genes para el mejoramiento del cultivo "focal" del acervo genético en cuestión. En otras palabras, un acervo genético abarca toda la información presente en la composición genética total de una población de organismos entre los cuales existe algún grado de reproducción sexual.

En general, el acervo genético comprende de un grupo de especies filogenéticamente emparentadas que constituyen un género taxonómico. Hay excepciones a esta norma en el caso de algunos géneros muy grandes (como *Solanum*) que incluyen especies tan remotamente emparentadas con el cultivo focal (como la papa, *Solanum tuberosum*) que no ofrecen posibilidades de aprovechar sus genes para el fitomejoramiento. Por lo tanto, esas especies, aunque sean congenéricas con el cultivo, quedan fuera de su acervo genético por razones prácticas. Por otro lado, hay casos en los cuales las especies de otros géneros cercanos se incluyen en el acervo genético de un cultivo, como sucede con algunas especies silvestres de *Aegilops*, que pueden cruzarse con especies de trigo *(Triticum)* y han resultado útiles para el mejoramiento de este cultivo y constituyen parte de su acervo genético.

El acervo genético de un cultivo se concibe a partir de tres niveles de intercambio genético.

El acervo primario comprende las subespecies, razas, variedades y poblaciones que son sexualmente compatibles, capaces de intercambiar genes mediante polinización cruzada, completamente interfértiles y que corresponden a una sola especie botánica (la del cultivo) dentro del mismo género botánico. El acervo secundario comprende aquellas otras poblaciones o especies que se pueden cruzar con los miembros del acervo primario, aunque sea con cierta dificultad, y cuyas progenies conservan algún nivel de fertilidad. El acervo terciario consiste en aquellas poblaciones que sólo pueden cruzarse con el acervo primario mediante técnicas y procedimientos radicales (fusión de protoplastos, rescate de embriones, cruzamientos mediante especies puente, etc.): las progenies de tales cruzas probablemente serán inviables o estériles.

La estratificación del acervo genético ayuda al fitomejorador a escoger los materiales que ofrecen mejores posibilidades de aportar genes útiles para su programa de mejoramiento. Normalmente, el fitomejorador se concentra en la diversidad genética presente en el acervo primario debido al fácil acceso a los genes de interés mediante técnicas convencionales de fitomejoramiento, es decir, por cruzas experimentales. Si el fitomejorador no encuentra las características que busca dentro del acervo primario (por ejemplo, resistencia a una enfermedad específica), entonces puede recurrir al acervo secundario o terciario. Los recientes avances en la biotecnología ayudan a hacer más accesibles, para los fitomejoradores, los genes presentes en los acervos secundario y terciario. La estratificación de los acervos genéticos también ayuda en la conservación de los recursos genéticos, lo cual ofrece pautas a los conservacionistas para que prioricen sus intervenciones y actividades. Por su mayor utilidad y valor para el fitomejoramiento, el acervo primario es el de mayor prioridad para los conservacionistas de recursos genéticos, especialmente los encargados de bancos de germoplasma y las personas e instituciones responsables de la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. Los acervos genéticos secundario y terciario son de menor prioridad para la conservación, pero pueden ser motivo de protección de acuerdo con la disponibilidad de fondos o amenazas inminentes de erosión genética a las cuales puedan estar expuestos.

3.2. Parientes silvestres de algunas especies cultivadas importantes de Guatemala

3.2.1. Maíz *(Zea mays)*

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, y es ampliamente reconocido que su origen se encuentra en México y Guatemala. Se calcula que en el país se siembran alrededor de 700,000 ha, 33% de ellas en el altiplano central y occidental (Fuentes, 1995).

Dada la importancia del maíz, se realizaron dos exploraciones importantes para colectar germoplasma de maíz en Guatemala. McBryde (1945) obtuvo 318 mazorcas procedentes de 38 sitios en 13 departamentos. Sin embargo, la recolección más importante la desarrolló Fuentes entre 1952 y 1953. Con toda la información de campo recabada, se realizó la monografía *Razas de maíz en la América Central* por Wellhausen *et al.* (1957). En años recientes, el ICTA efectuó algunas recolecciones de maíces nativos, las cuales se utilizaron como base para mejoramiento (Fuentes, comunicación personal[3]). El resultado de este programa generó variedades para el altiplano alto, el altiplano medio y las zonas tropicales.

La presencia de dos especies de *Zea* silvestre en Guatemala respaldó la tesis de que el maíz se originó en territorio guatemalteco. Uno de los primeros reportes sobre la presencia de poblaciones de parientes silvestres de

maíz, conocidos como teocinte, fue realizado por Kempton y Popenoe (1937). La revisión que desarrollaron Iltis, Kolterman y Benz (1986) muestra con mayor detalle las localidades donde se encuentran las poblaciones de teocinte en Guatemala. En años recientes, Wilkes (1993) realizó un recorrido por el país para constatar la presencia de las poblaciones de teocinte reportadas con anterioridad.

El taxon *Zea mays* subsp. *huehuetenanguensis* se distribuye en localidades de los municipios de Santa Ana Huista, San Antonio Huista, Jacaltenango y Nentón, departamento de Huehuetenango (Iltis, Kolterman y Benz, 1986). La otra especie de teocinte, *Zea luxurians*, aparece en los departamentos de Jutiapa, Jalapa y Chiquimula. Se sabe que los cruces de teocinte con maíz producen descendientes fértiles (Wilkes, 1993). Tanto en México como en Guatemala, se registraron híbridos naturales entre teocinte y maíz. Además, se reporta presencia de genes en ambas poblaciones por efectos de introgresión genética, ya sea por los agricultores o por la naturaleza (Goodman, 1995).

Algunas especies pertenecientes a *Tripsacum* se consideran cercanas a *Zea mays*. Sin embargo, algunos cruces realizados con dichas especies dieron como resultado una descendencia con diferentes grados de esterilidad. A través de retrocruzamientos, pequeñas porciones del genoma de *Tripsacum* pueden ser incorporadas al maíz (Goodman, 1995).

El análisis de riqueza en maíz silvestre muestra que las especies no tienen poblaciones que se traslapan en su distribución. En este sentido, cada población debe ser conservada por separado (Figura 9); es decir, la población de *Zea mays* subsp. *huehuetenanguensis* debe ser conservada en su pequeña área de distribución en el occidente, así como *Zea luxurians* en el oriente.

3.2.2. Frijol *(Phaseolus spp.)*

El frijol *(Phaseolus vulgaris)* es una de las leguminosas de grano de mayor difusión a nivel mundial, y es cultivado en regiones tropicales y templadas. Representa una fuente importante de proteína y calorías para la dieta humana, especialmente en aquellos países tropicales donde complementa los alimentos básicos altos en carbohidratos, como el maíz, el plátano y la yuca. Además del frijol común *(P. vulgaris)*, existen cuatro especies domes-

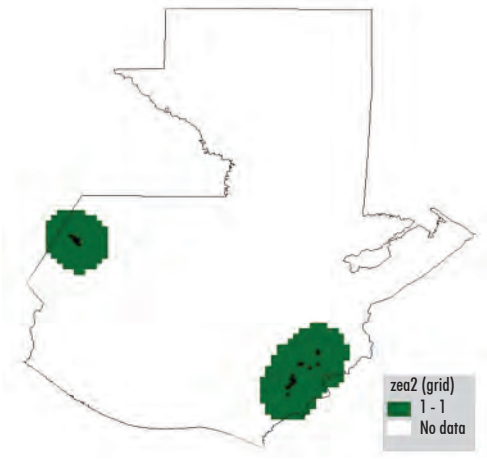


Figura 9. Riqueza de *Zea* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

ticadas del género *Phaseolus (P. lunatus, P. coccineus, P. dumosus y P. acutifolius)*, todas originarias de América, donde restos arqueológicos permiten precisar la gran antigüedad de su domesticación y cultivo. El frijol Lima *(P. lunatus)* tuvo una amplia distribución y se extendió desde México hasta Cuba, Colombia, Venezuela, Brasil y Perú, y actualmente se cultiva alrededor del mundo. El frijol piloy *(P. coccineus)* se distribuyó en las partes altas de México y Centroamérica hasta Venezuela y Colombia en Sudamérica, aunque ahora su cultivo se extiende a algunos países templados de Norteamérica y Europa debido a su tolerancia a temperaturas bajas. El frijol tepari *(P. acutifolius)* tiene una distribución restringida a las partes áridas del suroeste de Estados Unidos y del noroeste de México hasta Guatemala. Es muy apreciado por los pueblos autóctonos por su alta tolerancia a la sequía, aunque en la actualidad está siendo reemplazado por el frijol común.

Estudios genéticos y moleculares con el frijol común y el frijol Lima indican que ambos fueron domesticados independientemente en Mesoamérica y en la zona andina a partir de especies progenitoras silvestres de amplia distribución. El frijol num o piloy *(P. dumosus)* se cultiva en México, Guatemala y en la parte norte de América del Sur (principalmente Colombia); sin embargo, las poblaciones silvestres se encuentran solamente en Guatemala. Estudios morfológicos y moleculares recientes mostraron que esta especie es una entidad muy emparentada con *P. vulgaris* y *P. coccineus*, a tal grado que el ADN genómico de *P. dumosus* se parece al de *P. coccineus*, mientras que el ADN citoplásmico se parece a *P. vulgaris* (Azurdia, 1994).

En Guatemala existen al menos 12 especies de *Phaseolus* (Freytag y Debouck, 2002). Éstas incluyen las cinco especies ya mencionadas, y las siguientes: *P. leptostachyus, P. macrolepis, P. microcarpus, P. oligospermus, P. persistentus, P. tuerckheimii* y *P. xanthotrichus*, cuyo germoplasma puede aportar características valiosas de resistencia, rendimiento y composición nutricional para el mejoramiento de estos cultivos de gran importancia comercial y alimenticia a nivel mundial.

El análisis de riqueza mostró que el mayor número de especies se halla en el altiplano central de Guatemala. Por esta razón, es posible afirmar que los esfuerzos de conservación tanto *in situ* como *ex situ* deben enfocarse en dicha región. De acuerdo con la Figura 10, en el área mencionada se observa la presencia de hasta ocho especies, lo cual contrasta con las áreas cálidas y húmedas del país donde sólo se presenta una especie. Desde la perspectiva de conservación *in situ*, esto representa un reto debido a que en el altiplano central no existen áreas de reserva, a excepción de algunos conos volcánicos, en los cuales la riqueza de *Phaseolus* es menor debido a los requerimientos climáticos de cada una de las especies.

3.2.3. Papa *(Solanum tuberosum)*

La papa es una especie con alta diversidad genética en Mesoamérica, tanto en las variedades cultivadas como en las diferentes especies silvestres emparentadas con la especie cultivada. En Guatemala se cultivan dos clases de papas, las nativas (mal llamadas criollas) y las variedades introducidas. El área cultivada comercialmente está cubierta principalmente con las variedades introducidas, mientras que los materiales nativos se cultivan en pequeña escala a nivel local o regional.

Las especies silvestres emparentadas con la papa pertenecen a la subsección *Tuberarium* del género *Solanum* y se distribuyen en dos centros de diversidad en América Latina, uno de ellos comprendido por México y parte de Centroamérica, y el otro en la región andina (Simmonds, 1995). En Guatemala existen cinco especies de papa silvestre (Spooner *et*

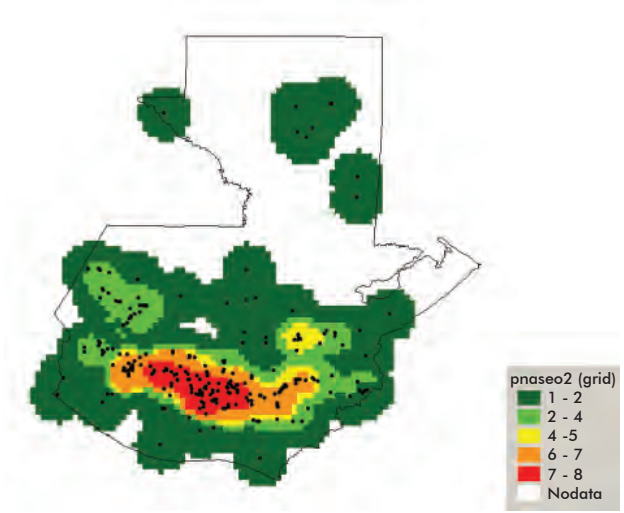


Figura 10. Riqueza de *Phaseolus* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

al., 1998). Tres de ellas *(Solanum clarum, S. bulbocastanum* subsp *partitum* y *S. morelliforme)* son diploides, mientras que las restantes dos son poliploides: *S. demissum, hexaploide;* y *S. agrimonifolium*, tetraploide. Las papas silvestres se encuentran por arriba de los 2,000 metros sobre el nivel del mar, por lo cual están localizadas principalmente en el occidente de Guatemala, precisamente en las mismas áreas que se cultiva la papa domesticada, *S. tuberosum*.

Las especies *S. bulbocastanum, S. agrimonifolium* y *S. demissum* están más emparentadas filogenéticamente entre sí que con *S. morelliforme*, que pertenece a un grupo separado (Spooner, Sytsma y Conti, 1991). Las especies diploides son generalmente de polinización abierta, mientras que las poliploides son en alto grado autopolinizadas (Simmonds, 1995). En programas de mejoramiento tradicional de la papa cultivada, *S. demissum* ha sido utilizada con mayor frecuencia porque tiene genes resistentes al tizón.

La mayor riqueza de especies de *Solanum* parientes de la papa se encuentra en dos regiones del país. Una está localizada en el área de los Cuchumatanes, en el departamento de Huehuetenango, y la otra en la parte correspondiente a Totonicapán y Sololá (Figura 11).

3.2.4. Aguacate *(Persea spp.)*

El aguacate es un cultivo importante en países como Estados Unidos (California y Florida), Israel, Sudáfrica, Nueva Zelanda y, más recientemente, México. El desarrollo de estos cultivos se basa en materiales genéticos procedentes de su centro de origen (Mesoamérica), especialmente de Guatemala, donde se cuenta con innumerables materiales genéticos de aguacate, conocidos como criollos, los cuales han sido seleccionados y conservados por los agricultores que practican la agricultura tradicional.

Los materiales guatemaltecos cultivados pertenecen a tres subespecies que son también reconocidas como razas. Así, se cuenta con *Persea americana* subsp. *americana* (raza antillana), *P. americana* subsp. *guatemalensis* (raza guatemalteca) y *P. americana* subsp. *drymifolia* (raza mexicana). La más abundante es la raza guatemalteca, distribuida en las partes intermedias y altas del país. A su vez, la raza antillana se distribuye en la costa del Pacífico, y la raza mexicana es poco abundante y se localiza en partes altas del occi-

dente de Guatemala. Las razas guatemalteca y antillana están más emparentadas entre sí (Bufler y Ben-Ya'acov, 1992). Existe otra especie que puede estar cultivada o en forma silvestre, *Persea schiedeana*, conocida como shucte o coyou, la cual no está directamente emparentada con el aguacate común (Furnier, Cummings y Clegg, 1990).

Desde 1970 se tiene registro de exploraciones de recolección y colecta de materiales criollos en Guatemala, las cuales dieron origen a colecciones de germoplasma que en la actualidad ya no existen (Azurdia y González, 1986a). Estudios más recientes fueron conducidos por personal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y por el Acuerdo de Investigación Agrícola Alemán-Israelí (Martínez, Pretzanzin y López, 1994; Ben-Ya'acov, 1998), en los cuales se hizo énfasis en materiales de aguacate criollo y especies silvestres.

Existen cinco especies silvestres que se encuentran filogenéticamente emparentadas con el aguacate, razón por la que se les considera como sus posibles ancestros. Éstas son *P. standleyi, P. steyermarkii, P. tolimanensis, P. zentmeyrii* y *P. americana* var. *nubigena* (Bergh, 1995; Bufler y Ben-Ya'acov, 1992; Furnier, Cummings y Clegg, 1990; Zentmyer y Schieber, 1990). El análisis conducido por Furnier, Cummings y Clegg (1990), utilizando AFLPs, mostró que la raza guatemalteca pudo surgir como resultado de la hibridación de *P. steyermarkii* como el progenitor femenino (dos mutaciones del ADN del cloroplasto similares) con *P. americana* var. *nubigena* (una mutación del ADN de la mitocondria similar). Por lo tanto, se esperaría que este grupo de especies tenga capacidad de intercambio genético con el aguacate cultivado. Otras especies más alejadas del aguacate son la muy frecuente *P. donnell-smithii* y las poco conocidas *P. petenensis, P. rigens, P. sessilis* y *P. vesticulata*.

La diversidad genética de *Persea* existente en Guatemala es importante como reservorio de genes para que se utilicen en mejoramiento de la especie cultivada *(Persea americana)*, por lo que las poblaciones naturales existentes en el país, tanto de especies silvestres como cultivadas por los agricultores (materiales criollos), pertenecen a la riqueza que debe ser conservada.

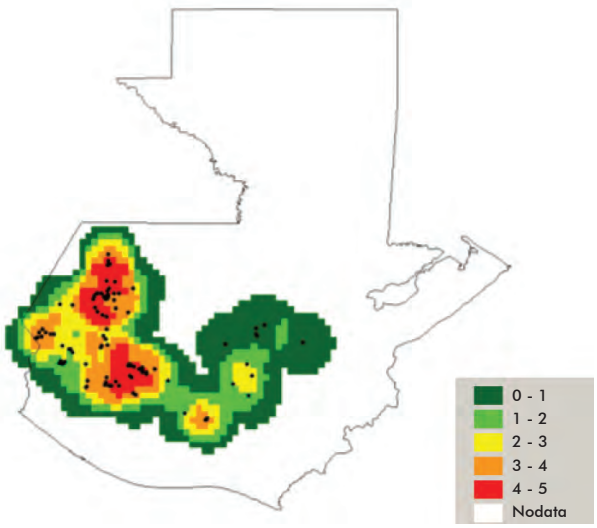


Figura 11. Riqueza de especies silvestres de *Solanum* parientes de la papa. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

El área con mayor riqueza (cuatro a cinco especies) se sitúa en el departamento de Alta Verapaz, en la zona de vida identificada como bosque pluvial montano bajo (Figura 12).

3.2.5 Yuca *(Manihot esculenta)*

La yuca es un cultivo de gran importancia en las regiones tropicales del mundo debido a su alta capacidad de producción de carbohidratos y su habilidad para alcanzar rendimientos considerables en las áreas con climas y suelos marginales. La producción mundial de yuca asciende a cerca de 150 millones de toneladas, de las cuales un tercio es producido en Sudamérica, un tercio en África y el resto en Asia y varias islas tropicales. Es cultivada principalmente por pequeños agricultores, para quienes representa, en la mayoría de casos, su fuente principal de alimento. Sin embargo, debido a la importancia comercial de la yuca como fuente de almidones y alimentación de ganado, en algunos países es un cultivo con importancia económica.

En Guatemala, es un cultivo milenario que forma parte, la mayoría de veces, del sistema de agricultura tradicional. Por otro lado, es reconocido que Guatemala es un país donde existe diversidad genética de *Manihot*, tanto entre las variedades cultivadas como entre las especies silvestres emparentadas.

La diversidad genética de yuca cultivada en el país ya fue considerablemente estudiada (Azurdia y González, 1986; Azurdia *et al.*, 1995c) y mostró que existe una gran variabilidad morfológica, agronómica y nutricional. Estudios conducidos por la Unidad de Recursos Genéticos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que empleó marcadores bioquímicos (isoenzimas), mostró una variación en los diferentes alelos de la enzima esterasa (Debouck, comunicación personal[4]). Esta información se usó para hacer un análisis de diversidad genética y se llegó a comprobar que el área de El Progreso es donde se concentra la mayor variación. Estudios más recientes (Azurdia *et al.*, 2002), que utilizan marcadores moleculares del tipo microsatélites, mostraron que Guatemala es un centro en el cual se encuentran genes únicos a nivel mundial, por lo cual su uso y conservación es prioritario.

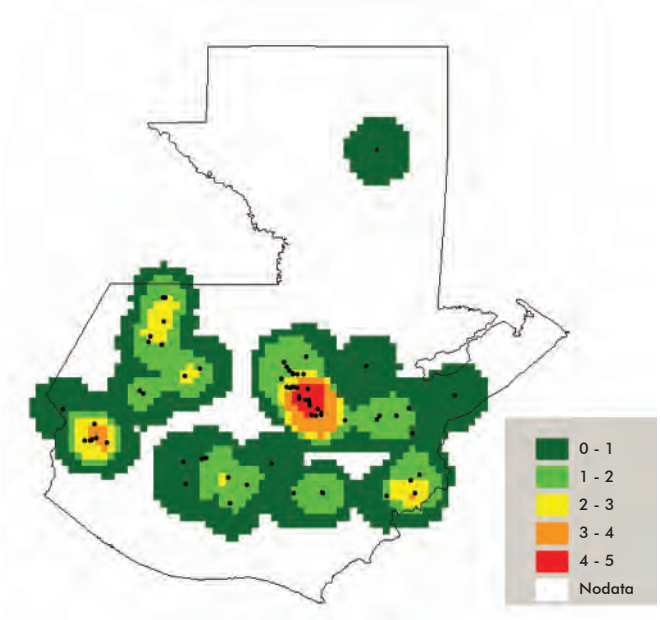


Figura 12. Riqueza de *Persea* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

La diversidad más amplia del género *Manihot* se encuentra en Brasil (área de diversidad primaria) y en las regiones suroccidental de México y noroeste de Guatemala. De acuerdo con Roger y Appan (1973), en Guatemala se presentan las especies *Manihot aesculifolia* (Humbolt, Bonpland & Kunth Pohl) y *Manihot rhomboidea* Mueller von Argau con dos subespecies, *M. rhomboidea* subsp. *rhomboidea* y *M. rhomboidea* subsp. *microcarpa*, todas en estado silvestre.

La especie *M. aesculifolia* tiene amplia distribución en México y Centroamérica, y está asociada al bosque seco espinoso con vegetación dominada por *Acacia, Coccoloba* y *Randia* o en la orilla de sabanas con gramíneas en crecimiento secundario. En Guatemala, se encuentra en el bosque muy seco y el bosque seco. Según Roger y Appan (1973), *M. aesculifolia* es la especie silvestre más emparentada con *M. esculenta* e indican que los fitomejoradores pueden encontrar en *M. aesculifolia* un material genético rico para diferentes propósitos. Jennings (1995) cita que *M. aesculifolia* ofrece genes con resistencia a suelos calcáreos.

El área que presenta más riqueza de yuca silvestre en Guatemala es la región que abarca el departamento de Huehuetenango (Figura 13), donde se pueden encontrar las dos especies silvestres, así como las dos variedades de una de ellas. La otra área reportada es la que comprende el departamento de Guatemala. Sin embargo, búsquedas recientes de estas especies en dichas áreas no obtuvieron resultados positivos debido al considerable desarrollo urbano experimentado por la región. Por esta razón, ésta debería ser una zona de conservación.

3.2.6 Camote *(Ipomoea batatas)*

El camote es uno de los siete cultivos alimenticios más importantes a nivel mundial. El mayor productor es China, que acapara el 80% de la producción del orbe. Este cultivo es también importante en el Caribe, Polinesia, algunas áreas de Asia, África y Sudamérica. En Guatemala, es cultivado en pequeñas extensiones o dentro de huertos familiares. Su producción se destina al autoconsumo, a la venta en mercados locales o a la alimentación de cerdos.

Austin (1988) propone que el camote se originó en la región comprendida entre Yucatán, en México, y la desembocadura del río Orinoco, en Venezuela, la cual coincide con la distribución de las especies silvestres *I. trífida* e *I. triloba*, consideradas filogenética-

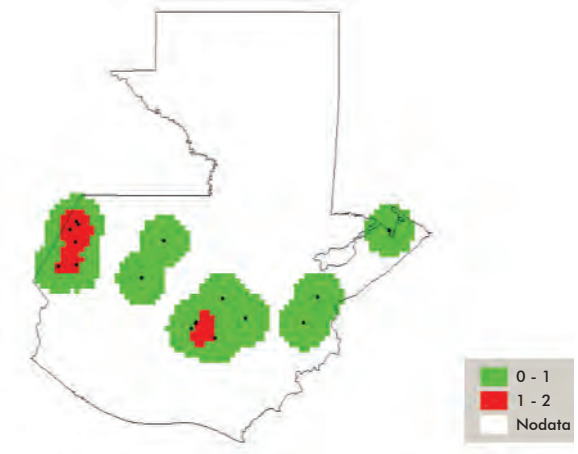


Figura 13. Riqueza de *Manihot* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

mente relacionadas con el camote cultivado. Además, en esta misma región se presenta en la actualidad la mayor diversidad de camote cultivado.

Los parientes silvestres del camote son especies ubicadas en la sección batatas, dentro de las cuales sobresalen *I. ramosissima*, originaria de Centroamérica; *I. trífida,* de Centro y Sudamérica; e *I. tiliacea,* del Caribe y Centroamérica. Estudios conducidos por Jarret y Austin (1994), que emplean marcadores moleculares, mostraron que *I. trífida* y formas tetraploides de *I. batatas* de México y Ecuador, así como una nueva especie recién descubierta en México *(I. tabascana)*, son los parientes silvestres más cercanos del camote. Esta última especie, también situada en la sección batatas (McDonald y Austin, 1990), no ha vuelto a ser encontrada en México y se tiene germoplasma de una sola localidad en el estado de Tabasco, a cinco kilómetros de la frontera con Guatemala. Por esta razón, se considera prioritario realizar exploraciones para recolectar semilla de esta especie en el lado guatemalteco (Austin, De la Puente y Contreras, 1991).

Los trabajos realizados en el mejoramiento genético usaron ampliamente a *I. trífida* como especie silvestre con probabilidad de transferir genes útiles al camote ya cultivado (Iwanaga, Freyre y Orjeda, 1990; Freyre, Iwanaga y Orjeda, 1990; Oracion, Niwa y Shiotani, 1990; Shiotani, Yoshida y Kawase, 1990; Orjeda, Freyre e Iwanaga, 1991).

En los departamentos de San Marcos, Retalhuleu, Guatemala e Izabal hay áreas donde se pueden encontrar hasta tres especies de *Ipomoea* silvestre parientes del camote (Figura 14).

3.2.7 Anona *(Annona spp.)*

Anona es un término que nombra a varias especies del género *Annona*, que son originarias del trópico americano, especialmente de Mesoamérica. Dada su importancia comercial como especies productoras de frutos, éstas llegaron a convertirse en cultivos importantes en otras latitudes. En Mesoamérica se encuentran poblaciones de otras especies de *Annona* emparentadas con las cultivadas, las cuales son importantes desde el punto de vista del mejoramiento.

Las especies cultivadas en Guatemala son *Annona cherimola, A. diversifolia, A. squamosa, A. purpurea* y *A. muricata*, que también se pueden encontrar en estado silvestre (con la excepción de *A. muricata*) junto con

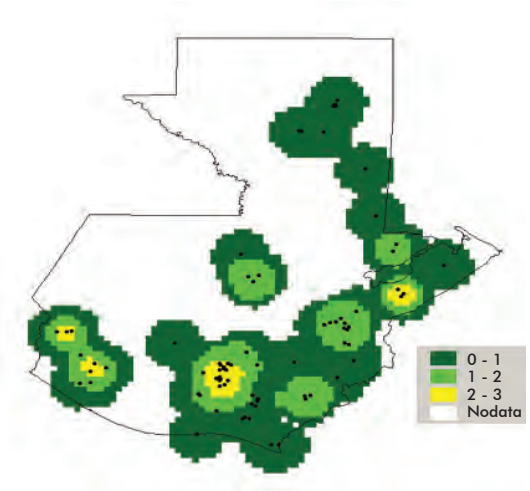


Figura 14. Riqueza de *Ipomoea* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

otras siete que sólo crecen en estado silvestre (*A. glabra, A. reticulata, A. lutescens, A. macrophyllata, A. primigenia, A. scleroderma* y *A. volubilis*).

Annona cherimola es una de las especies más conocidas comercialmente a nivel mundial, y es cultivada en países como España, Chile y México, y el estado de California. En Guatemala, se distribuye en áreas con clima templado y frío, sobre todo en la parte occidental del país, como parte de los huertos familiares o asociado, algunas veces, al cultivo de café. En el estudio conducido por Martínez, Orellana y Martínez (2003), se estableció que los frutos se caracterizan en la zona suroccidente del país por tener carpelos pronunciados y también lisos. Se encuentran por encima de los 900 msnm y sus frutos son dulces o muy dulces, sin agrietarse al madurar.

Annona diversifolia es conocida como anona blanca y crece en las zonas cálidas del país, especialmente en la costa suroriental. Es una fruta de muy buena calidad, de pulpa blanca y rosada, con el inconveniente de que se raja antes de que se coseche. En México, se le considera como una buena alternativa para la diversificación agrícola (Marroquín, 2003). Sus frutos, desde muy dulces a desabridos, se encuentran sólo en huertos familiares. La mayor diversidad en Guatemala se encontró en los municipios de Chiquimulilla, San Juan Tecuaco y Moyuta (Martínez, Orellana y Martínez, 2003).

La sincuya *(A. purpurea)* es frecuente en la zona costera del Pacífico y se caracteriza por tener pulpa anaranjada. Es más aromática y menos dulce que las otras especies cultivadas de interés comercial. Presenta diversidad en tamaño y peso, sus flores son de color púrpura, no se encuentran formas lisas y algunas veces se agrietan al madurar (Martínez, Orellana y Martínez, 2003). Crecen tanto en forma silvestre como dentro de huertos familiares.

La guanaba *(A. muricata)* es una especie muy conocida a nivel mundial y Brasil es uno de los primeros productores. Se localiza frecuentemente en la costa del Pacífico y el norte del país. En la parte suroccidental de Guatemala se encontró en un rango altitudinal de 250 a 1,000 msnm (Martínez, Orellana y Martínez, 2003).

La llamada anona colorada *(A. reticulata)* es poco conocida debido a que sus frutos, en la mayoría de los casos, son de baja calidad. Es frecuente en el suroriente de Guatemala, en la Franja Transversal del Norte y, con mayor abundancia, en Petén. Crece bien en suelos de condición desfavorable, por lo que se puede usar como patrón para injertar especies de mayor valor económico. En el suroriente, se distribuye en un rango altitudinal de 10 a 1,250 msnm (Martínez, Orellana y Martínez, 2003).

En Guatemala se presentan 11 especies en estado silvestre (incluyendo cinco que también se hallan en estado cultivado). El Cuadro 9 muestra sus rangos de distribución altitudinal.

Annona glabra podría usarse como patrón para injertar las otras especies de importancia comercial, especialmente con *A. cherimola* con la cual está más emparentada (Samuel *et al.*, 1991). Otra especie interesante es *A. scleroderma*, la cual tiene frutos de 5 a 10 cm de diámetro y su pulpa es cremosa, de textura fina, con sabor agridulce y sin muchas semillas. Los árboles alcanzan buena producción y pueden usarse como sombra para los cultivos de café (Mahdeem, 2003).

En lo relativo a riqueza (Figura 15), se observará que en los departamentos de Petén, Alta Verapaz y Guatemala existen áreas donde se pueden encontrar creciendo de tres a cinco especies de anona silvestre. Petén resulta ser la región en la cual hay mayor riqueza.

Cuadro 9. Especies silvestres de *Annona* y su distribución altitudinal en Guatemala

Especie	Rango altitudinal (msnm)
Annona cherimola	150-2,300
Annona glabra	60-850
Annona diversifolia	60-850
Annona lutescens	300
Annona macrophyllata	1,110 (una sola accesión)
Annona primigenia	150-770
Annona purpurea	450
Annona reticulata	150-1,000
Annona scleroderma	75-1,800
Annona squamosa	250-1,500
Annona volubilis	200

Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

3.3. Estado de conservación y posibilidades de ampliar las áreas de protección

3.3.1. Identificación de especies prioritarias

Se identificaron 22 especies de importancia especial para Guatemala, con las cuales se realizó una investigación más profunda para establecer recomendaciones específicas sobre su conservación. El uso de la tierra para esas 22 especies se muestra en el Cuadro 10. Se identificaron 14 especies de alta prioridad para conservación, ya que éstas tienen menos del 10% de su distribución potencial dentro de áreas protegidas (que representan menos de 100 mil ha).

3.3.2. Establecimiento de prioridades de conservación

Basado en la apreciación preliminar indicada, se principió a establecer áreas prioritarias de conservación para las 14 especies en riesgo identificadas. Se sobrepuso su distribución potencial para identificar áreas de alta riqueza, las cuales deberían ser áreas ideales para conservación futura.

Se identificaron las especies *Capsicum lanceolatum, Carica cauliflora, Phaseolus macrolepis, Solanum demissum* y *Zea mays* como prioritarias, por lo que es necesario poner más atención en su conservación. Su disposición potencial casi no está comprendida dentro del actual SIGAP y, además, su distribución en el territorio nacional no es muy amplia. En este sentido, en la Figura 16 se puede observar la posición potencial de las especies mencionadas y el traslape que podría existir entre cada una de ellas.

Es importante anotar que predecir la distribución basada en datos climáticos no es una forma exacta de priorizar actividades de conservación, pues muchos factores pueden causar la desviación de los patrones predecidos. La deforestación o degradación del hábitat, los factores edáficos limitantes, los

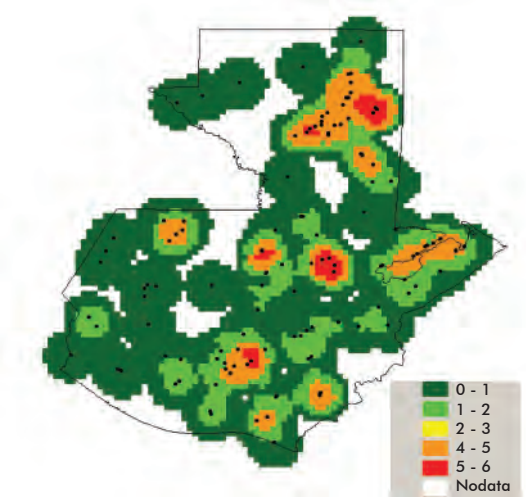


Figura 15. Riqueza de *Annona* silvestre en Guatemala. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

asentamientos humanos, la agricultura, la competición de otras especies y otros factores sociales, biológicos y geográficos juegan un papel en la distribución de las especies. Las predicciones basadas en factores climáticos pueden sobreestimar el rango de distribución actual de las especies. Por lo tanto, el rango de ocurrencia de las especies en el cuadro de uso de la tierra (Cuadro 10) puede estar sobreestimando la cantidad de hábitat de las especies que están actualmente bajo protección. Sin embargo, como una herramienta de priorización, estos mapas iniciales pueden ayudar a guiar la investigación al eliminar lugares donde no es posible encontrar especies debido a condiciones climáticas desfavorables. De igual manera, también presentan algún uso relativo en cuanto al conocimiento del grado de amenaza que enfrenta cada uno de los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Se puede establecer, por ejemplo, que especies como *Zea mays* y *Capsicum lanceolatum* tienen distribución limitada y, por lo tanto, deben de estar en peligro.

Una recomendación general obtenida del estudio es que el departamento de Petén ya se encuentra bien protegido y, si el gobierno se interesa en proteger a las variedades silvestres de las plantas cultivadas, se deberá ampliar la red de áreas conservadas en el suroeste del país (Figura 16). De hecho, ya existe una propuesta (Castro y Secaira, 1999) en la cual se indica que es necesario priorizar biorregiones, es decir, conjuntos de ecosistemas interrelacionados y dependientes, donde existe un conjunto de áreas silvestres, corredores biológicos que las unen y las zonas intermedias urbanas, agrícolas y ganaderas que se relacionan directamente con las áreas silvestres. Tres de las ecorregiones priorizadas más importantes son las llamadas Volcanes occidentales, Cuchumatanes occidentales y Sierra de las Minas, que coinciden con las regiones sugeridas para la conservación de las especies de agrobiodiversidad importantes para Guatemala y con mayor peligro de erosión genética (Figura 16). De esta manera, las especies presentes en la biorregión de Volcanes occidentales son *Solanum demissum, Capsicum lanceolatum* y *Phaseolus macrolepis*; en la biorregión Cuchumatanes occidentales, *Zea mays* subs. *huehuetenanguensis, C. lanceolatum, P. macrolepis* y *S. demissum*; en la Sierra de las Minas, *S. demissum, C. lanceolatum* y *P. macrolepis*.

Cuadro 10. Área en ha del uso de la tierra, predicción para 22 especies silvestres priorizadas, emparentadas con plantas cultivadas de Guatemala

Nombre de la especie	Total	Protegida	Impactada fuertemente	No Protegida	% Protegido	% No Protegido
Solanum demissum	165,972	165	18,057	147,750	0%	89%
Zea mays	11,790	907	1,237	9,812	8%	83%
Solanum agrimonifolium	520,837	3,958	24,323	492,886	1%	95%
Carica cauliflora	751,944	8,410	45,430	697,609	1%	93%
Capsicum lanceolatum	164,076	11,048	1,649	151,048	7%	92%
Phaseolus xanthotrichus	721,190	13,439	115,100	595,124	2%	83%
Phaseolus vulgaris	1,052,804	18,634	118,151	917,751	2%	87%
Phaseolus leptostachyus	875,784	22,591	104,959	751,944	3%	86%
Phaseolus macrolepis	277,939	25,147	13,192	240,424	9%	87%
Phaseolus coccineus	984,123	28,693	139,258	819,471	3%	83%
Passiflora platyloba	1,562,675	29,435	131,838	1,400,331	2%	90%
Persea americana	970,354	56,066	138,186	779,977	6%	80%
Theobroma cacao	1,610,991	59,694	54,252	1,494,159	4%	93%
Phaseolus dumosus	1,064,842	66,785	120,707	882,133	6%	83%
Persea schiedeana	1,384,995	229,211	39,081	1,113,322	17%	80%
Annona glabra	1,713,723	387,433	27,621	1,293,311	23%	75%
Ipomoea tiliacea	2,842,546	480,684	169,600	2,193,665	17%	77%
Fernaldia pandurata	3,109,272	715,336	126,149	2,268,200	23%	73%
Spondias radlkoferi	3,515,091	1,153,970	66,042	2,289,884	33%	65%
Pachyrhizus erosus	3,467,023	1,231,803	148,492	2,094,148	36%	60%
Amaranthus powelli	3,513,854	1,294,135	170,424	2,054,654	37%	58%
Carica papaya	3,639,261	1,423,087	69,093	2,148,317	39%	59%

Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

Al estudiar las biorregiones que fueron priorizadas por Castro y Secaira (1999), se establece que las áreas que poseen mayor riqueza de varios de los géneros silvestres nativos del territorio guatemalteco, se encuentran localizadas en dichas biorregiones. Por ejemplo, en la biorregión de los Volcanes occidentales se localizan y están presentes los centros de riqueza de los siguientes géneros: *Annona, Amaranthus, Capsicum, Chamaedorea, Crotalaria, Phaseolus, Ipomoea, Persea* y *Solanum*. Para la biorregión de los Cuchumatanes occidentales, *Manihot, Solanum* y *Spondias*. En la Sierra de las Minas, *Chamaedorea, Dioscorea* y *Persea*. Al revisar la riqueza de todos los géneros objeto de estudio (Figura 17), se establece que la región más rica se encuentra en el altiplano central de Guatemala (44-58 especies), en la biorregión de los Volcanes occidentales.

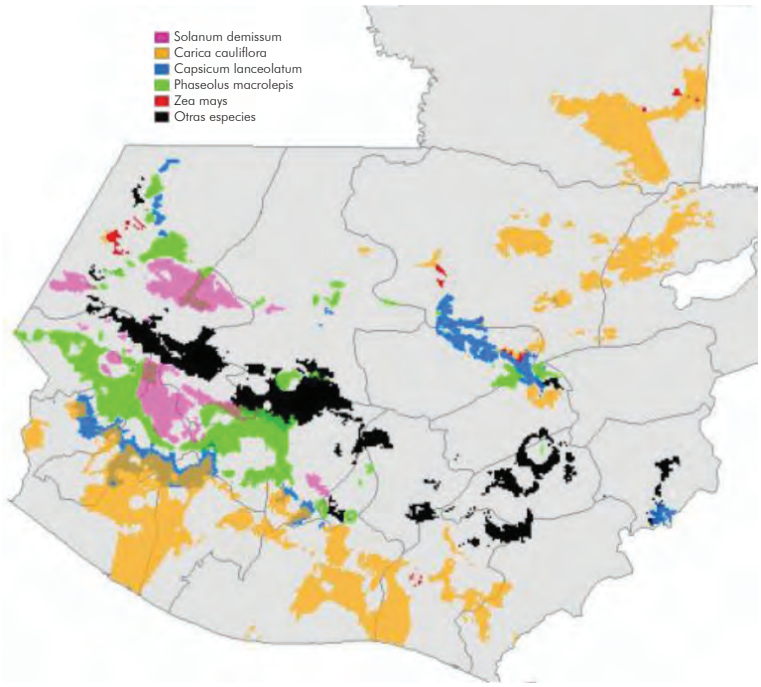


Figura 16. Áreas de prioridad para investigar y expandir la red de conservación de Guatemala con el fin de mejorar la protección de parientes silvestres de las plantas cultivadas (el negro muestra áreas con por lo menos seis especies). Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

El estado de la vegetación a través del tiempo es definido por la interacción de factores como el desarrollo urbano, el crecimiento de la frontera agrícola, el cambio en el uso de la tierra, el cambio climático, etc. La selección de áreas de conservación debe tomar en cuenta estos elementos para que lleguen a ser funcionales. En este sentido, se estudió el efecto que podría tener el cambio climático en un período de 50 años en la distribución de especies claves como *Annona glabra* (Figura 18), *Capsicum lanceolatum* (Figura 19), *Persea americana* var. *nubigena* (Figura 20), *Phaseolus vulgaris* (Figura 21) y *Zea mays* subsp. *huehuetenanguensis* (Figura 22).

La nueva distribución potencial por efectos de cambio climático de *A. glabra* (Figura 18) muestra que algunas de las nuevas áreas en que podría darse el clima apropiado para el desarrollo de esta especie se encuentran, en parte, en la ecorregión de la Sierra de las Minas. Para el caso de *C. lanceolatum* (Figura 19) y *P. americanum* var. *nubigena* (Figura 20), la nueva distribución de las especies comprendería áreas dentro de las tres biorregiones mencionadas. Para *P. vulgaris* (Figura 21), su nueva área de distribución estaría dentro de las biorregiones de los Cuchumatanes occidentales y los Volcanes occidentales. Por último, para *Z. mays* subsp. *huehuetenanguensis* (Figura 22), la biorregión de los Cuchumatanes orientales cubriría las nuevas áreas potenciales de distribución de la especie. Por lo tanto, este análisis fortalece aún más el hecho de que se consideren como nuevas áreas de protección las tres ecorregiones discutidas y propuestas con anterioridad por Castro y Secaira (1999).

4. RECURSOS GENÉTICOS DE ALGUNAS ESPECIES IMPORTANTES

4.1. Maní *(Arachis hypogaea)*

El maní o manía es una especie originaria de Sudamérica. Sin embargo, se considera que su cultivo en el área mesoamericana es

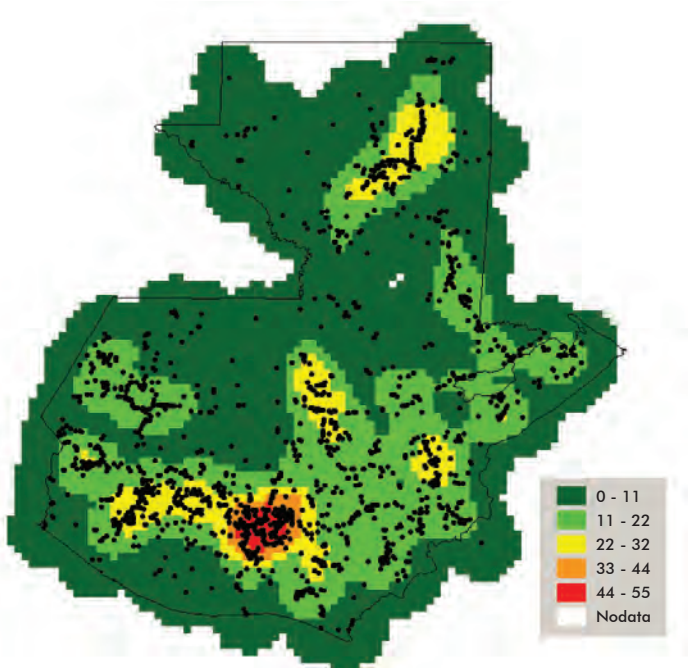


Figura 17. Muestra total de los parientes silvestres de las plantas cultivadas de Guatemala. El área con color rojo representa aquélla con mayor riqueza. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

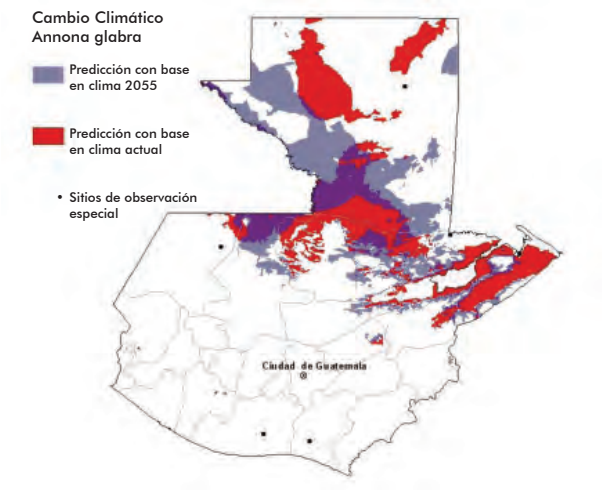


Figura 18. Cambios en la distribución potencial de *Annona glabra* por efectos de cambio climático en un período de 50 años. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

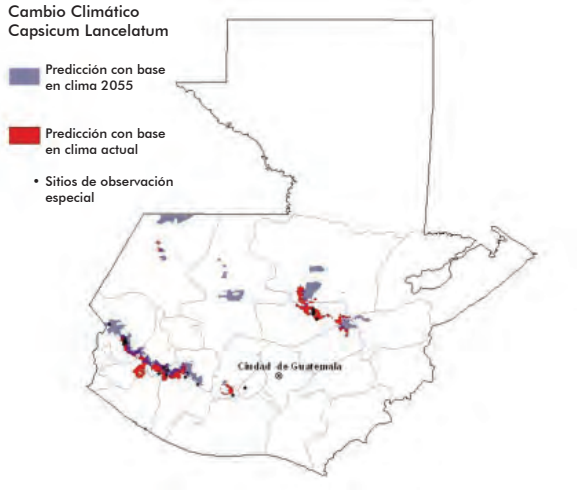


Figura 19. Cambios en la distribución potencial de *Capsicum lanceolatum* por efectos de cambio climático en un período de 50 años. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

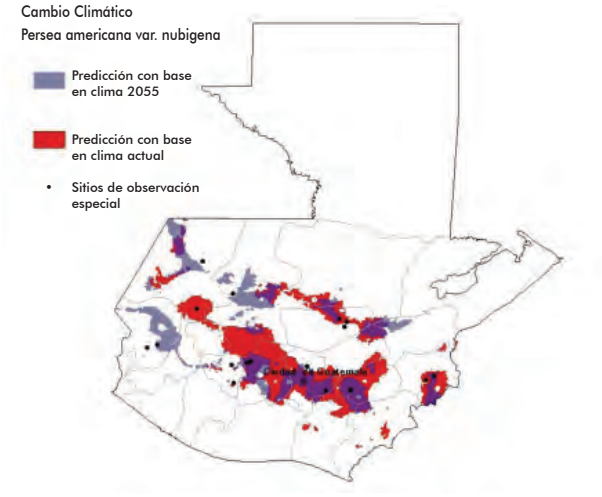


Figura 20. Cambios en la distribución potencial de *Persea americana var. nubigena* por efectos de cambio climático en un período de 50 años. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

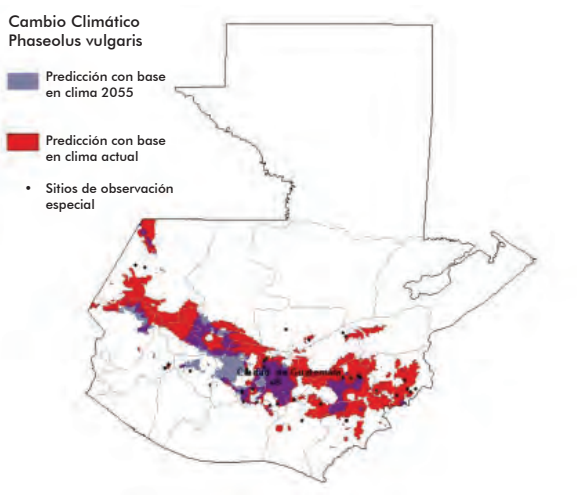


Fig. 21. Cambios en la distribución potencial de *Phaseolus vulgaris* por efectos de cambio climático en un período de 50 años. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

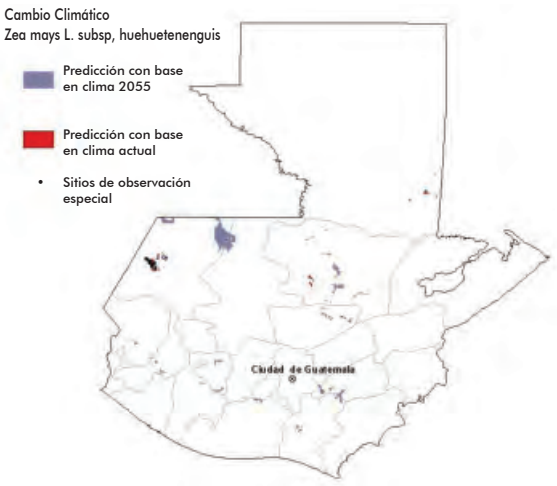


Figura 22. Cambios en la distribución potencial de *Zea mays* subsp. *huehuetenanguensis* por efectos de cambio climático en un período de 50 años. Fuente: USDA, IPGRI, FAUSAC (2006)

prehispánico. Los trabajos desarrollados por Azurdia *et al*. (2001a) reflejan información de 55 accesiones recolectadas en el país. Comprenden materiales de introducción reciente y antigua, pertenecientes a cinco variedades botánicas (a nivel mundial existen seis variedades botánicas). La variedad *hipogaea* es la más ampliamente distribuida (26 accesiones), y le sigue en orden de importancia la *fastigiata* (diez accesiones), la *vulgaris* (ocho accesiones), *peruviana* (seis accesiones) y la *hirsuta* (cuatro accesiones). La mayor diversidad se encuentra en el departamento de Huehuetenango, donde se cultivan las cinco variedades botánicas y el mayor número de razas. Se observó que la introducción reciente de materiales mejorados desplaza los materiales antiguos. Los datos preliminares de caracterización indicaron la presencia de por lo menos 22 razas, distribuidas así: 11 de *hypogaea*, seis de *peruviana*, tres de *hirsuta* (Figura 23), una de *fastigiata* y una de *vulga-*

ris. Los resultados confirman que las especies introducidas en tiempos ancestrales generaron variabilidad; por lo tanto, no se puede dejar de lado el estudio de las especies introducidas y sólo enfatizar en especies nativas.

4.2. Pepitoria *(Cucurbita argyrosperma)*

La pepitoria es reconocida como una fuente importante de aceites y proteínas contenidas en sus semillas. Además, la carnaza del fruto puede emplearse en alimentación humana y animal; y sus flores y hojas tiernas, en alimentación humana. El cultivo de pepitoria se distribuye en áreas de Petén, Baja Verapaz, Escuintla, Guatemala y Retalhuleu, con una altitud de 0 a 1,400 msnm (Azurdia y González, 1986). De los trabajos conducidos por Azurdia *et al*. (1995a), se conoce que las características morfológicas del germoplasma de origen guatemalteco son sumamente variables. Esta variabilidad se agrupa en dos núcleos: uno constituido por materiales provenientes de Baja Verapaz y el otro por los restantes originarios de las localidades mencionadas. Se diferencian principalmente porque los materiales de Baja Verapaz tienen caracteres de fruto y tamaño de guía más grandes. El análisis nutricional mostró que la pulpa tiene valores de proteína de 3.25% a 13.06%, fibra de 6.32% a 20.53% y azúcares de 0.26% a 5.13%. En cuanto a la semilla, su contenido de proteína varió en el rango de 26.38% a 40.40%, y contenido de extracto etéreo de 48.66% a 58.35 %, caracteres que la hacen superior a otros cultivos de oleaginosas.

Durante la evaluación agronómica conducida en diferentes localidades (El Oasis, Zacapa; San Jerónimo, Baja Verapaz; Teculután, Zacapa; y Usumatlán, Zacapa) se estableció que la pepitoria en monocultivo no es una alternativa económicamente viable. Por lo tanto, se realizaron experimentos en otras localidades (Oratorio, Jutiapa; y Guastatoya, El Progreso) con el propósito de comparar la producción de pepitoria en monocultivo, en asocio con maíz y maíz en monocultivo. Los resultados en ambas localidades mostraron que la rentabilidad fue negativa en el sistema pepitoria en monocultivo, positivo en el sistema maíz en monocultivo y valores positivos muchísimo más altos en el sistema pepitoria-maíz. Esto demuestra que los materiales genéticos que tienen los agricultores actuales responden de manera adecuada a un sistema de policultivo, por lo cual, si se quiere desarrollar la pepitoria en monocultivo, habrá que desarrollar el mejoramiento genético para tener las variedades adecuadas a dicho sistema.

4.3. Chile *(Capsicum spp.)*

El chile es una especie con vasta distribución en el territorio guatemalteco, esto debido a la importancia que tiene en la dieta del ser humano. La mayor parte se consume en los hogares y se produce en los huertos familiares y en las parcelas de agricultores. Algunos otros materiales genéticos con uso industrial se cultivan en parcelas más grandes, generalmente con la aplicación de tecnología más avanzada.



Figura 23. *Arachis hypogaea ssp. hypogaea var. hirsuta* raza 14. Crédito: Azurdia, C.

Debido a que Guatemala es un centro de origen y diversidad de *Capsicum*, la variabilidad presente en el país es considerable (Figura 24). La más amplia se encuentra en variedades de chile pertenecientes a la especie *Capsicum annuum* debido a que es nativa de Guatemala, mientras que especies como *C. pubescens* y *C. chinensis* tienen menor variabilidad debido a que son nativas de Sudamérica. Los estudios desarrollados por Azurdia y González (1986) muestran las clases y la distribución de chiles presentes en Guatemala (Cuadro 11), entre los que se incluyen dos especies silvestres.

El atractivo del mercado de variedades mejoradas hace que éstas ganen terreno dentro de la agricultura del país, lo cual provoca el desplazamiento de chiles nativos. Sin embargo, la diversa composición étnica que presenta Guatemala permite que cada una de las comunidades locales guarde una relación íntima con las variedades de chile con las que estén relacionadas, de manera que dichas comunidades, principalmente las indígenas, protegen celosamente sus cultivares, a tal grado de que al migrar hacia nuevas áreas o regiones las llevan consigo. Un claro ejemplo de ellos son las migraciones humanas a Petén, área en la cual se encuentra chile cobanero llevado por gente q'eqchi' y chile chocolate, por población proveniente de la costa sur.

La caracterización morfológica, conducida en varias localidades del país (Azurdia *et al.*, 1995b), mostró la alta variabilidad existente en el germoplasma guatemalteco, pues ningún carácter observado o medido con el descriptor respectivo resultó constante. Dentro de los caracteres estudiados, sobresale que el 62% de los materiales cultivados presentan pedicelo erecto o intermedio, lo que a la par del 83% de estos mismos materiales que tienen el estigma exserto puede permitir polinización cruzada que ayude a producir mayor variación genética. Otro elemento es la posición de los frutos, ya que los materiales cultivados tienen frutos declinados y los materiales silvestres poseen frutos erectos. Este carácter diferencia el grado de evolución, ya que los materiales silvestres dependen de las aves para la distribución de sus frutos y semillas; por ello, la posición vertical es la más apropiada para conseguirlo.

Los datos reportados por Molina, Curley y Bressani (1997) muestran que el contenido nutricional de las hortalizas introducidas es más bajo que el de las hortalizas nativas. El chile no es una excepción. Se puede observar que los chiles que crecen en condiciones de maleza (chiltepe y diente de perro) se diferencian notablemente, en los siguientes aspectos, de aquellos que ya fueron sometidos a cultivo: poseen mayor contenido de kilocalorías/gr y fibra cruda, y menor contenido de carotenos, ácido ascórbico y humedad (Cuadro 12). Los chiles para ser consumidos en forma deshidratada (chocolate, cuerudo y cobanero) presentan los valores más altos de cenizas y carotenos.

4.4. Zapote *(Pouteria sapota)*

La importancia del zapote radica en el valor comercial de sus frutos, que son utilizados en alimentación humana en las regiones donde crece en forma silvestre o cultivada. Su potencial no se aprovecha porque aún no representa una actividad económica importante. En Guatemala se cultiva solamente en pequeñas áreas, la mayoría de veces como una especie componente de un sistema agroforestal. Además, no se conoce mucho con respecto a técnicas agronómicas para su cultivo ni mucho menos procedimientos adecuados de postcosecha, mercadeo e industrialización. Por otro lado, la demanda para estos frutales se ve afectada por la preferencia de la población por otros frutos exóticos con mayor disponibilidad y mayor prestigio social. Información completa sobre ésta y otras especies de árboles frutales de las sapotáceas se

puede consultar en la monografía escrita por Azurdia (2006).

El zapote se produce en regiones por debajo de los 1,200 msnm y es frecuente en la mayoría de localidades de la costa sur y costa norte, así como en áreas de bosque seco pero con auxilio de irrigación. Estudios desarrollados en la costa suroccidental del país muestran que hay alrededor de dos mil productores que cultivan zapote como sombra de café y que alcanzan a producir alrededor de siete mil toneladas de fruto, del cual el 25% se destina a la industria, 25% se exporta a México y El Salvador y 50% se utiliza para consumo fresco en el país. Otra

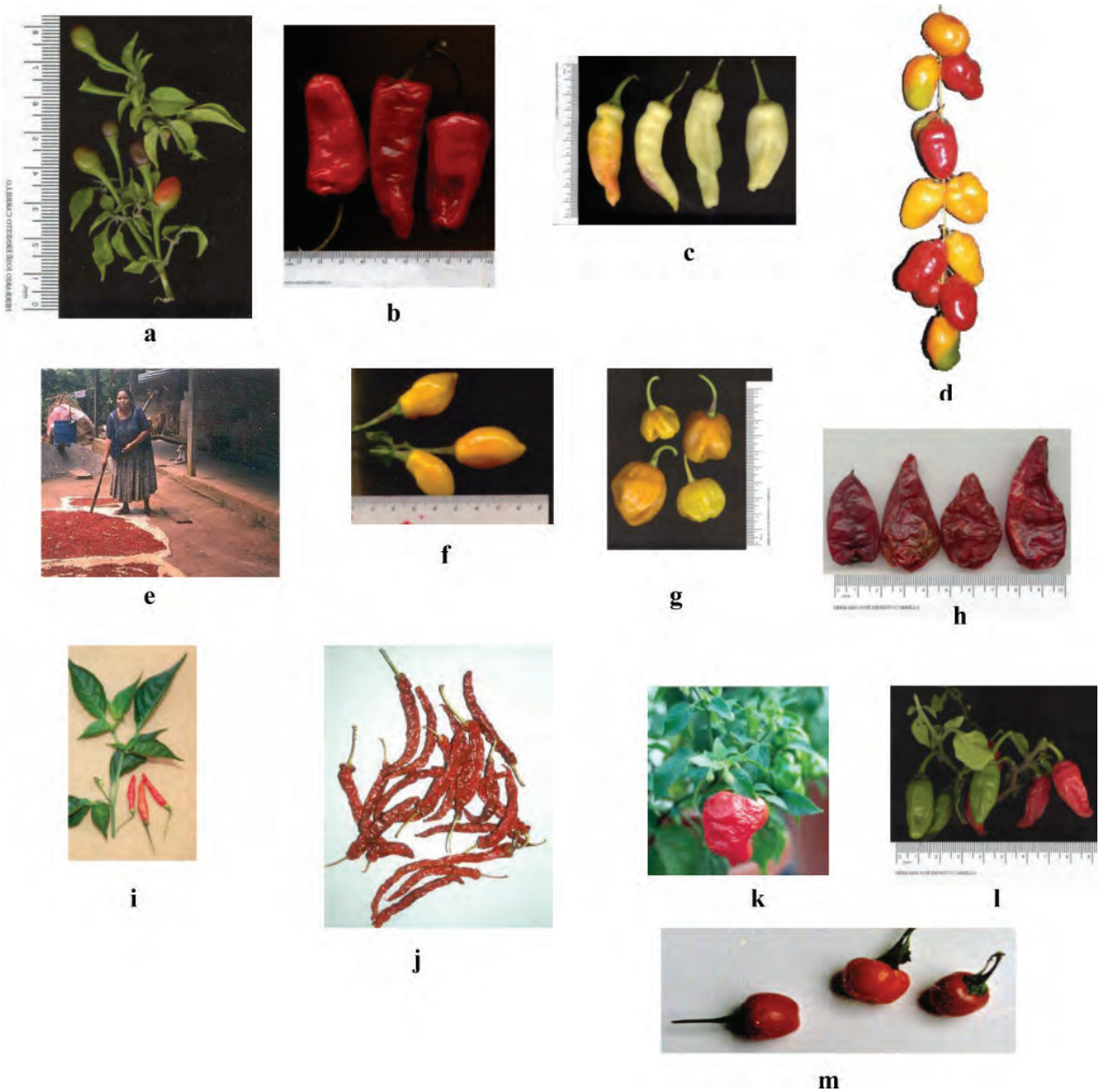


Figura 24. Diferentes clases de chile de Guatemala. a. chiltepe; b. guaque; c. blanco; d. de caballo; e. cobanero; f. huerta; g. habanero; h. sambo; i. pico de gallina; j. chocolate; k. chamborote; l. cuerudo; m. tolito
Crédito: Ayala, H.

Cuadro 11. Materiales genéticos de chile presentes en Guatemala

Nombre común	Nombre científico	Distribución
Habanero	*Capsicum chinense*	Alrededores del lago Petén Itzá
De caballo	*C. pubescens*	Montañas por encima de 1,800 msnm
Guaque	*C. annuum*	Altiplano central y parte del occidental
Chamborote	*C. annuum*	Chuarrancho, San José del Golfo y partes bajas del departamento de Sacatepéquez
Blanco	*C. annuum*	Costa sur y atlántica
Huerta	*C. annuum*	Altiplano central desde 1,500 a 2,000 msnm
Cobanero	*C. annuum*	Alta Verapaz, norte de Izabal y centro de Petén
Chocolate	*C. annuum*	Zonas cálidas del país, principalmente en el departamento de Izabal y en la costa sur
Sambo	*C. annuum*	Alta Verapaz
Pico de gallina	*C. annuum*	Zonas cálidas del país
Chiltepe	*C. frutescens*	Petén
Chiltepe	*C. annuum* var. *glabriusculum*	Zonas cálidas, de 0 a 500 msnm
Dulce de Petén	*C. annuum*	San Andrés, Petén
Tolito, Santo Domingo	*C. annuum*	Región cálido húmeda de la costa sur, principalmente
Cuerudo	*C. annuum*	Santa Rosa, Petén
Huista	*C. annuum*	Huehuetenango
Muco	*C. annuum*	Zonas frías de San Marcos
Tabasco	*C. frutescens*	Petén
San Pedro	*C. annuum*	Alta Verapaz

Fuente: Azurdia y González (1986)

región importante es Quezaltepeque, en Chiquimula, donde se producen 362 toneladas, procedentes de árboles presentes en huertos frutales, así como 480 toneladas a partir de zapote asociado con café. En los huertos de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, se producen 778 toneladas de zapote.

Las poblaciones silvestres de *P. sapota* forman parte de la selva lluviosa, y se caracterizan por ser árboles de porte erecto y tallos de gran altitud debido a que integran el dosel principal del bosque. Los árboles silvestres de Petén presentan los frutos y semillas más grandes y pesados, así como los árboles más altos. Estos ejemplares se localizan dentro de áreas arqueológicas, por lo cual se plantea la duda de si son de origen silvestre o, de alguna manera, plantados.

Con respecto a árboles cultivados, la caracterización *in situ* conducida en 441 árboles en Guatemala mostró que los caracteres más variables son el peso del fruto, el número de semillas/fruto, los pesos de semillas/fruto y la altura y diámetro del árbol. En lo relacionado

Cuadro 12. Algunos componentes bromatológicos de cultivares de chile *(Capsicum spp.)*

Cultivar	Cenizas (%)	Kcal/gr	Fibra (%)	Carotenos (mg)	Ácido ascórbico (mg)	Humedad (%)	Proteína (%)
Chocolate	7.58	5.83	13.73	18.73	1,403	77.83	---
Cobanero	9.42	5.84	13.74	12.81	1,093	73.10	---
Diente de perro	6.36	6.07	17.61	10.36	477	66.00	---
Habanero	6.60	5.23	9.13	12.33	1,684	87.00	---
Chiltepe	6.80	6.07	16.53	7.95	597	58.50	---
Cuerudo	7.80	5.60	12.10	19.50	1,753	78.00	---
Dulce del Petén	7.31	5.20	10.11	18.33	1,503	84.16	---
Pico de gallina	6.00	---	16.40	36.90	---	67.10	11.90
Tol	6.75	---	18.98	26.20	---	69.99	11.88
Blanco	8.90	---	13.90	3.20	---	84.00	14.20
Sambo	8.00	---	11.30	23.27	---	82.97	10.90
Huistla	6.40	---	18.30	29.50	---	73.98	11.30
Caballo	4.36	---	10.83	11.18	---	82.54	10.31
Huerta	5.20	---	18.49	48.60	---	71.23	13.12
Chamborote	5.26	---	13.74	36.63	---	67.73	14.02
Guaque	4.51	---	17.95	36.40	---	71.71	11.41
Variedades mejoradas	7.12	5.40	7.45	11.85	1,570	85.26	---

Fuente: Azurdia *et al.* (1995b)

con los caracteres cualitativos, se presentaron 16 formas de fruto. El 67% de los frutos presentaba solamente una semilla, 33% tenían semilla germinada y el promedio del contenido de azúcares libres fue de 15.36 grados brix. En San Agustín Acasaguastlán se reportó la presencia de dos árboles con mesocarpio de color amarillo, los únicos reportados para Centroamérica.

4.5. Bledo *(Amaranthus spp.)*

El género *Amaranthus*, del cual existen varias especies comestibles nativas de la región mesoamericana y que en Guatemala son conocidas como bledo, blero o tzetz, posee un valor nutritivo que puede contribuir a satisfacer la demanda de proteína, minerales y vitaminas de la población. El bledo fue parte de la cultura agrícola y religiosa de algunos pueblos de la región, lo que facilitaría su aceptación como alimento y, con ello, podría diversificar la producción alimenticia y mejorar la dieta de la población en general.

Los guatemaltecos emplean el bledo casi exclusivamente como hortaliza y son contados los casos donde se acude al grano tostado a manera de cereal. Las diferentes especies de bledo son muy solicitadas en los mercados de

pueblos y ciudades del país. El bledo proviene de poblaciones en estado de maleza, ya sea ruderal o arvense. En el segundo caso, el bledo se deja crecer a la par de los cultivos mediante la realización de deshierbos selectivos o se obtiene a partir de aquéllos que se desarrollan después de pasado el período crítico de competencia de las malezas respecto al cultivo. Otra fuente es el bledo cultivado en poblaciones indígenas del altiplano central cercanas a la capital.

Dentro de los materiales de bledo en Guatemala existen accesiones con grado considerable de domesticación *(A. cruentus* y *A. caudatus)*, que crecen en huertos familiares, donde se plantan y destinan para consumo familiar o venta en los mercados locales. También existen otros con presencia de caracteres primitivos y que constituyen poblaciones en estado ruderal o arvense *(A. scariousus, A. hybridus, A. spinosus* y *A. polygonoides)*. *A. hybridus* es la especie que presenta más accesiones dentro del germoplasma de origen guatemalteco colectado en la década de 1980 (Azurdia y González, 1986). De acuerdo con el National Research Council (1984), de las especies tipo maleza, sólo *A. hybridus* merece atención, porque algunos materiales genéticos tienen cierta importancia para convertirse en productores de hojas y por representar una buena fuente de genes para mejorar los bledos productores de semilla.

Las caracterizaciones conducidas en diferentes localidades del país mostraron la alta diversidad presente en el germoplasma de origen guatemalteco. Tal cualidad se debe, en principio, a que las localidades donde se condujo la caracterización varían en condiciones climáticas y edáficas, así como la utilización de germoplasma perteneciente a diferentes especies. Los resultados obtenidos en cuanto a producción de semilla y hoja se presentan en el Cuadro 13. Se puede observar que los materiales genéticos que mejor responden en la producción de follaje y semilla son los pertenecientes a *A. cruentus, A. caudatus* y algunos a *A. hybridus*, con independencia de la localidad de que se trate. Estudios desarrollados por Calderón (1989), con algunos materiales genéticos seleccionados, mostraron alta variabilidad en todas las características evaluadas, tanto para localidad y cultivar como para la interacción localidad X cultivar, lo cual indica alta variabilidad de los materiales e influencia del ambiente en la expresión.

A. caudatus y *A. cruentus* guardan una distribución más restringida a nivel nacional y están presentes en el altiplano central y occidental de Guatemala preferentemente. Los materiales tipo maleza, como *A. scariousus* y *A. polygonoides*, se distribuyen, respectivamente, en las zonas costeras del país y en el altiplano central.

La calidad nutricional de las hojas de bledo es similar o mejor que la presente en otras hortalizas de mayor reconocimiento. El contenido de materia seca es alto, lo que da lugar a que la cantidad de nutrientes supere dos a tres veces las presentes en otros vegetales (National Research Council, 1984). Además, la semilla de bledo presenta cualidades nutricionales que lo hacen, en muchos aspectos, superior a los cereales. Su proteína contiene un patrón excepcional de aminoácidos esenciales, alto en lisina, triptofano y metionina; los dos primeros deficientes en la proteína de los cereales; y la metionina, en la proteína de las leguminosas (Bressani, 1988).

La bibliografía reporta que el contenido de proteína en la hoja y en la semilla varía según la especie de que se trate. Esto se pudo comprobar en las caracterizaciones conducidas en diferentes localidades del país (Cuadro 14). De los resultados mostrados en el Cuadro 13 y 14, se puede indicar que la especie *A. cruentus* es la que presenta mejores características agronómicas (rendimiento de hoja y semilla) y nutricionales (proteína de se-

milla). La segunda más importante resulta ser *A. caudatus* y *A. hybridus*. Poco se conocía sobre las especies que no fueron sometidas a cultivo, es decir aquéllas tipo maleza como *A. scariosus* y *A. polygonoides*. Algunos datos sobresalientes son los siguientes: en Patzicía, Chimaltenango, *A. polygonoides* reportó el contenido más alto de proteína (26.74%), así como el más bajo de fibra (10.85%) en hoja. A su vez, *A. scariosus* reportó el valor más alto de cenizas presentes en la semilla (3.78%) para la ciudad capital. Estos resul-

Cuadro 13. Rendimiento de hoja y semilla de materiales genéticos de diferentes especies de *Amaranthus*, caracterizados en diferentes localidades

Especie y localidad	Rendimiento de hoja (kg/ha)		Rendimiento de semilla (kg/ha)	
	$\bar{X}$	Rango	$\bar{X}$	Rango
Jutiapa				
A. hybridus	358	334-1,357	92	2-259
A. cruentus	794	377-1,252	276	147-417
A. caudatus	353	138-495	98	45-145
A. scariosus	79	---	11	---
Patzicía, Chimaltenango				
A. hybridus	2,231	667-8,275	1,179	80-2,233
A. dubius	824	785-863	304	297-312
A. polygonoides	1,612	1,330-1,893	2,346	2,292-2,400
A. cruentus	3,500	3,205-4,363	2,779	2,490-3,067
A. caudatus	1,413	1,338-1,488	1,687	1,133-2,240
A. viridis	1,368	---	1,950	---
San Miguel Petapa, Guatemala				
A. hybridus	2,736	1,438-5,894	1,021	87-3,368
A. dubius	372	369-375	797	531-1,063
A. polygonoides	2,899	2,878-2,921	221	88-353
A. cruentus	1,864	775-2,953	1,155	1,063-1,247
A. caudatus	2,306	1,609-3,003	1,728	1,062-2,394
Ciudad de Guatemala				
A. hybridus			958	284-1,863
A. scariosus			708	518-1,258
A. caudatus			2,039	1,521-3,278
A. dubius			2,137	
A. cruentus			1,541	1,339-1,743
A. polygonoides			403	

Fuente: Azurdia *et al.* (1995d)

tados llevan a plantear la riqueza bromatológica de la que son poseedores también aquellos materiales tipo maleza, por lo que deben tomarse en cuenta como una alternativa alimentaria, más cuando, en un momento dado, pueden convertirse en plantas deseables por el ser humano al manejarse como malezas toleradas o sometidas a cultivo (Azurdia *et al.*, 1995d).

Según Becker y Saunders (1984), el contenido mineral total (cenizas) de las especies de bledo es por lo general más alto que el de los cereales de consumo tradicional. Los resultados obtenidos en la ciudad de Guatemala confirman el alto contenido de cenizas presentes en los materiales genéticos de las especies caracterizadas. Además, estos resultados son superiores a los reportados por National Research Council (1984).

Las hojas de bledo son una fuente importante de vitamina A, la que en los trópicos representa una serie deficiencia que conduce a la ceguera a miles de niños cada año. Los materiales genéticos pertenecientes a *A. cauda-*

Cuadro 14. Algunos componentes bromatológicos de la hoja y semilla de diferentes especies de bledo *(Amaranthus spp.)* caracterizados en diferentes localidades de Guatemala

Especie y localidad	Hoja			Semilla
	Proteína (%)	Caroteno (mg/gr)	Fibra cruda (%)	Proteína (%)
Patzicía, Chimaltenango				
A. hybridus	23.42	19.40	11.86	14.25
A. dubius	25.72	18.85	11.17	14.78
A. polygonoides	16.74	19.37	10.85	14.71
A. cruentus	22.85	18.15	11.89	14.87
A. caudatus	21.95	22.09	12.68	15.08
San Miguel Petapa, Guatemala				
A. hybridus	27.36		11.47	14.89
A. dubius	28.14		12.04	14.91
A. polygonoides	25.98		11.41	15.17
A. cruentus	26.44		15.02	15.53
A. caudatus	27.72		12.04	15.90
Ciudad de Guatemala				
A. hybridus				13.84
A. scariosus				13.14
A. dubius				13.80
A. polygonoides				14.10
A. caudatus				14.06
A. cruentus				14.45

Fuente: Azurdia *et al.* (1995)

tus reportan los valores más altos de carotenos (precursor de la vitamina A), seguido por los de *A. hybridus* y *A. polygonoides* (22.09 mg/g, 19.4 mg/g y 19.37 mg/g, respectivamente).

4.6. Chipilín *(Crotalaria longirostrata)*

Los trabajos desarrollados por Azurdia y González (1986) señalan que el chipilín *(Crotalaria longirostrata)* se distribuye en las partes cálidas y templadas del país (0 a 1,600 msnm). Es un alimento bastante consumido por la población guatemalteca y se obtiene a partir de campos cultivados con otras especies importantes (maíz y frijol, entre los más comunes), donde crece como maleza; o en campos abiertos, donde crece en forma de especie ruderal. El chipilín se elimina en áreas con desarrollo de agricultura tecnificada, pues se considera como una maleza. Por el contrario, en áreas manejadas con tecnología agrícola tradicional, el chipilín es adecuadamente manejado para su empleo en la alimentación del hogar o para destinarlo a la venta en mercados locales. El chipilín es un cultivo importante en algunas áreas de la costa sur.

Los materiales genéticos caracterizados corresponden a los recolectados de 1982 a 1985 (Azurdia y González, 1986), así como algunos provenientes de la caracterización que desarrolló Martínez (1984). Se condujo una caracterización en Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez, y una evaluación agronómica en Cuyuta y Sabana Grande, Escuintla.

Con base en el descriptor que se elaboró para el género *Crotalaria*, se observó que el 79% de los caracteres reportaron por lo menos dos estados, mientras que el 21% fueron constantes. La variabilidad presente en el germoplasma caracterizado es evidente debido a que los materiales genéticos estudiados provienen de poblaciones que aún no fueron sometidas a un proceso de domesticación. Los caracteres agronómicos relativos a la producción se muestran en el Cuadro 15, donde se identifican aquéllos con más alta producción. En general se puede adelantar que la producción de hoja de chipilín reportada es bastante similar a la obtenida en producción de hoja de otras hortalizas nativas, como *Amarathus spp.* (bledo) y *Solanum americanum* (hierba mora).

El análisis bromatológico mostró la alta variabilidad y calidad nutricional del chipilín (Cuadro 16). El análisis global de la información nutricional del chipilín indica que presenta una riqueza considerable, sólo comparada con la contenida en otras hortalizas nativas, como el bledo y la hierba mora, lo cual comprueba una vez más la superioridad de las hortalizas nativas sobre las foráneas.

La caracterización agronómica conducida en Cuyuta mostró que se alcanza mayor producción de materia seca de hoja cuando se utiliza la siembra por postura (Cuadro 17). Sin embargo, es necesario indicar que los datos reportados para esta metodología son el resultado de una cosecha única de 90 días después de la siembra, mientras que para el sistema al chorrillo se realizaron dos cortes, el primero a los 45 días y el segundo a los 90 días de plantado. Es de suponer que la calidad nutricional de los materiales cosechados a los 45 días puede ser mayor que la de aquellos cosechados a los 90 días. La producción de los materiales sembrados al chorrillo responde de alguna manera a la capacidad de brotación de los materiales genéticos evaluados. Si se observa la información de Sabana Grande (Cuadro 17), se notará que la producción en ambos sistemas de siembra no es significativa, por lo cual se infiere que el mejor sistema en esta localidad es al chorrillo. La diferencia estadísticamente significativa reportada entre las dos localidades, para los cultivares en ambos sistemas de siembra, demostró que el ambiente influyó en

Cuadro 15. Rendimiento de los principales materiales genéticos de chipilín *(Crotalaria spp.)* caracterizados en Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez. Densidad: 26,667 plantas/ha

No. colecta	Lugar de recolección	Peso neto foliar kg/ha	Peso neto seco foliar Kg/ha	Proteína kg/ha
19	Aldea San Antonio, Jutiapa	3,597	525	201
21	Ipala, Chiquimula	4,616	573	211
22	Aldea Olopita, Esquipulas, Chiquimula	3,470	701	250
23	Aldea Olopita, Esquipulas, Chiquimula	3,698	514	187
88	Venecia, San Diego, Zacapa	4,006	497	162
330	Aldea Las Crucitas, Asunción Mita, Jutiapa	2,742	435	151
831	Nicá, Malacatán, San Marcos	3,250	444	151
864	Palo Blanco, Nueva Concepción, Escuintla	3,163	557	175
852	Pampa Seca, Caballo Blanco, Retalhuleu	2,106	404	127
1,142	Pucaj, San Sebastián, Retalhuleu	4,750	681	210

Fuente: Azurdia *et al.* (1995)

el comportamiento de los materiales genéticos, de manera que los mejores materiales genéticos en una localidad no mantuvieron idéntico comportamiento en la otra. Además, en la prueba de comparación múltiple de medias para las localidades, éstas fueron separadas ampliamente en ambos sistemas de siembra. Así, Cuyuta mostró mayor capacidad de producción que Sabana Grande.

Los resultados son preliminares y constituyen elementos pioneros en la investigación que es necesario emprender sobre el chipilín. Es importante continuar estudios en aspectos como distancias de siembra, época y número de cortes, fertilización, presencia y control de plagas y enfermedades, investigaciones para establecer el sistema de cruzamiento y el inicio de algunos métodos de selección y mejoramiento genético.

4.7. Hierba mora *(Solanum americanum, S. nigrescens)*

La hierba mora es una planta abundante en todo el país y se presenta como maleza ruderal y arvense, y con menor frecuencia en cultivos de huerto familiar. El altiplano central de Guatemala es la región más importante en cuanto a hierba mora o macuy. Su presencia es familiar como maleza tolerada en los cultivos de maíz y el frijol, en huertos familiares y, aún más interesante, cultivada en forma similar a las hortalizas de origen europeo. En esta región, la especie más habitual es *S. nigrescens*, presente por encima de los 1,800 msnm, aunque por debajo de esta altura persiste la especie *S. americanum*.

Los trabajos de Vásquez (1983) y Velásquez (1986) mostraron que los caracteres estudiados presentan alta variabilidad, excepto la localización de la inflorescencia, la forma de la hoja y la pubescencia de la semilla, que tienden a ser constantes. Los caracteres agronómicos básicos que se midieron presentan alta variabilidad. Por ejemplo: días para la germinación, 7-17; área foliar en cm^2, 26-71; días para la floración, 40-82; período de floración en días, 41-99; días para la maduración del fruto, 7-39; días para la fructificación, 54-113; rendimiento en peso bruto,

566-4,073 kg/ha; rendimiento en peso neto, 252-2,040 kg/ha.

Con respecto a la composición bromatológica, se reportan resultados sobresalientes: proteína, 20.8-28.5%; cenizas, 12.38-32.33%; calcio, 589-2,691 mg%; magnesio, 139-246 mg%; potasio, 1,045-2,094 mg%; sodio, 10.5-45.15 mg%; fósforo, 505-777 mg%; hierro, 67.9-189.9 mg%. Además, se reporta la presencia de materiales precoces y tardíos en cuanto a la floración. En relación con el hábito, los hay rastreros, intermedios y erectos. Se observó que los materiales rastreros son los de más alta producción.

Como no existe un paquete tecnológico para el cultivo de hierba mora, uno de los primeros pasos fue conocer el rendimiento y contenido de proteína de la hoja en diferente

Cuadro 16. Caracterización bromatológica de los principales materiales genéticos de chipilín *(Crotalaria spp.)* caracterizados en Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez

No. de colecta	Fibra cruda %	Proteína %	Cenizas %	Hierro mg/100g materia seca	Carotenos mg/100 g
19	10.53	38.26	9.29	83.60	11.01
21	10.15	36.91	9.95	59.00	14.75
22	10.19	35.60	9.67	78.70	15.79
23	10.84	26.26	8.72	43.10	19.08
88	9.77	32.63	9.21	41.40	27.09
330	9.26	34.68	8.43	55.05	25.45
831	9.62	33.93	8.83	48.45	32.94
864	8.49	31.46	8.35	60.85	24.12
852	8.77	31.38	8.34	46.70	13.87
1,142	8.89	30.81	8.41	41.00	26.06

Fuente: Azurdia *et al.* (1995)

Cuadro 17. Evaluación de métodos de siembra de chipilín en dos localidades de la costa sur de Guatemala

Cuyuta				Sabana Grande			
Postura		Chorrillo		Postura		Chorrillo	
Peso seco kg/ha		Peso seco kg/ha		Peso seco kg/ha		Peso seco kg/ha	
Cultivar	Media	Cultivar	Media	Cultivar	Media	Cultivar	Media
831	4,385	831	1,021	3	1,353	3	1,265
23	4,128	21	857	22	1,095	1,142	1,127
22	3,739	1,142	836	21	1,031	22	846
864	3,267	22	833	1,142	762	19	842

Fuente: Azurdia *et al.* (1995)

número de días para la cosecha y en número de cortes.

Los resultados obtenidos por Delgado (1984) indicaron que la época de corte a los 40 días tiene mayor rendimiento por corte individual promedio (581 kg/ha) y en total de cortes (2,324 kg/ha) para materia verde en bruto. El contenido de proteína no presenta diferencia entre las tres épocas de corte estudiadas (20, 30 y 40 días). Al relacionar el contenido de proteína con el rendimiento neto, el corte a 40 días presenta mayor rendimiento en proteína, tanto para corte individual promedio (64.98 kg/ha) como para el total de los cuatro cortes (259.92 kg/ha).

La evaluación agronómica y nutricional conducida en dos localidades importantes de producción de hierba mora (ciudad capital y San Mateo Milpas Altas, Sacatepéquez) identificó a aquellos materiales genéticos recomendados para cada una de ellas. Sin embargo, en general se observó que estas especies tienen alta plasticidad (Zamora, 1988).

5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CONSERVACIÓN *IN SITU* Y *EX SITU*

La conservación *ex situ* de la biodiversidad comprende todos aquellos lugares o instalaciones diseñadas para guardar especímenes de fauna, flora y material genético, tanto de especies silvestres como de especies cultivadas y domesticadas. En este sentido, se incluyen jardines botánicos, zoológicos, acuarios, zoocriaderos, centros de rescate de fauna, viveros de flora, colecciones de campo, bancos de semillas, bancos de tejidos y bancos de semen. Por el contrario, la conservación *in situ* de la biodiversidad se lleva a cabo en espacios naturales, delimitados para la protección de las especies, los ecosistemas y la variabilidad genética a nivel de genes y genomas. Estos abarcan parques nacionales, refugios de vida silvestre, biotopos, reservas naturales, zonas de veda definitiva, áreas de protección especial, humedales, sistemas tradicionales de cultivo, huertos familiares y corredores o espacios designados para crear conectividad entre áreas protegidas. Se entiende que ambas metodologías de conservación son complementarias.

La diferencia entre conservación *in situ* y *ex situ* es que la conservación *ex situ* se limita a guardar muestras de genes y de organismos, con lo cual puede contribuir a conservar poblaciones viables, pero no procesos y ecosistemas. Entre tanto, la conservación *in situ* no sólo protege los genes y genomas, sino también las especies y sus comunidades, el hábitat y los ecosistemas, y alcanza con ello la protección de todos los niveles de organización de la biodiversidad. Sin embargo, la agrobiodiversidad se puede conservar mediante la utilización de las metodologías *ex situ* y algunas *in situ*, especialmente en huertos familiares y sistemas tradicionales de cultivo, como ya se describió.

En Guatemala, las pocas colecciones de agrobiodiversidad bajo condiciones *ex situ* están a cargo de empresas privadas y públicas, y se destinan a la docencia, investigación, educación ambiental y producción de especímenes para la comercialización. El Cuadro 18 muestra las instituciones que tienen bancos de semillas en Guatemala, e indica, además, los cultivos, especies y el objetivo de la institución.

Debido a que los bancos nacionales no cuentan con condiciones que garanticen la conservación del germoplasma por períodos largos, se hizo necesario depositar buena parte del germoplasma cultivado en bancos internacionales (Cuadro 19). Si se revisa parte de la historia de algunos proyectos de recolección de germoplasma nativo de Guatemala (Azurdia y González, 1986; Azurdia, 1989), se podrá ver que la mayoría de las colecciones recolectadas y conservadas durante la década de 1980 ya no existen en

Guatemala, debido a que el banco ya no es funcional (caso del banco de germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala) o no se realizaron regeneraciones de germoplasma, por lo cual éste perdió toda su viabilidad (caso del banco de germoplasma del ICTA). El germoplasma depositado en los bancos mencionados en el Cuadro 19 está en buenas condiciones y puede acudirse a él cuando sea requerido.

Aquellas especies que no pueden almacenarse bajo las condiciones de un banco de semillas requieren ser conservadas *ex situ* mediante el establecimiento de colecciones de campo o en cultivo *in vitro*. Algunos esfuerzos se desarrollan en Guatemala (Cuadro 20), pero el mantenimiento de dichas colecciones corre el mismo riesgo mencionado para los bancos de semillas nacionales.

Muchas especies que poseen importancia económica se manejan bajo condiciones *ex situ*, con la finalidad de producirlas y más adelante comercializarlas. Sin embargo, se considera que durante el proceso, en una forma indirecta, se realiza además su conservación *ex situ*. El Cuadro 21 muestra la situación actual en Guatemala con respecto a este renglón.

En la mayoría de las colecciones de elementos de la biodiversidad existentes, la conservación *ex situ* está implícita, pero no responde a un programa nacional de conservación. Además, se ha constatado que los centros de conservación *ex situ* muestran serias limitantes: presupuestos restringidos, espacios e infraestructura inadecuados, equipo obsoleto, escaso personal, inventarios incompletos y escasa coordinación interinstitucional; lo cual se agrava por la falta de financiamiento que impide cubrir la demanda de infraestructura y equipo, la contratación de personal especializado y, a la vez, el aumento del uso práctico de las técnicas de conservación *ex situ* de tal manera que sirvan de complemento a la gestión de conservación *in situ* (CONAP, 2006).

En Guatemala la conservación *in situ* se desarrolla principalmente a través del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Para noviembre de 2005, el SIGAP contaba con 162 áreas protegidas en una extensión total de 3,357,470 ha que constituyen aproximadamente un 30.83% del territorio nacional (CONAP, 2005). Como ha sido discutido en la parte referente a parientes silvestres, el papel que juegan las áreas protegidas en la conservación de los parientes silvestres de las plantas cultivadas es mínimo; sin embargo, la identificación de áreas con alta concentración de diversidad en cuanto a parientes silvestres puede guiar la selección de nuevas áreas de conservación que incluyan este componente importante de la agrobiodiversidad.

El análisis de la conservación *in situ* en Guatemala (CONAP, 2005a) mostró que la agrobiodiversidad es un elemento que no se ha tomado en cuenta en los sistemas de conservación *in situ* en Guatemala. Una de las razones que podrían justificarlo, en apariencia, es que el objetivo de dichas áreas de conservación se dirige con exclusividad a poblaciones de biodiversidad en condiciones silvestres. Sin embargo, no hay que olvidar que dentro de algunas categorías de áreas protegidas existen zonas especiales con diferente grado de manejo, como las zonas de amortiguamiento y las de usos múltiples, dentro de las cuales existen comunidades humanas que desarrollan una agricultura tradicional y cuentan con huertos familiares. Por lo tanto, aún dentro del propio SIGAP se pueden desarrollar estos dos sistemas de manejo tradicional que involucran directamente el uso sostenible de la agrobiodiversidad.

En este sentido, el CONAP, consciente de su responsabilidad ante la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad,

Cuadro 18. Instituciones que funcionan como bancos de semillas en Guatemala

Institución	Cultivo	Especies	Objetivo
ICTA	• Maíz • Frijol • Trigo • Arroz • Tomate • Papa • Chile	• *Zea mays* • *Phaseolus spp.* • *Triticum aestivum* • *Oryza sativa* • *Lycopersicum esculentum* • *Phlebodium pseudoaureum* • *Tagetes lucida* • *Thymus vulgaris* • *Capsicum chinense* • *Pimenta dioica* • *Ocimum basilicum*	Apoyo a los programas de mejoramiento del ICTA
Bansefor-INAB	35 especies forestales	• *Caesalpina velutina* • *Swietenia humillis* • *Cupressus lusitanica* • *Leucaena leucocephala*	Distribución para la reforestación, agroforestería, uso energético, maderable y ornamental.
Cunsuroc-USAC	• Frijol de vara • Granadilla • Nance • Chiles nativos	• *Vigna sexipedalis* • *Passiflora edulis* • *Byrsonima crassifolia* • *Capsicum spp.*	La semilla se comercializa localmente.
Cunuroc-USAC	Especies forestales	Varias especies	
FAUSAC	• Manía • Chile • Chilacayote • Güicoy • Miltomate • Hierba mora	• *Arachis hypogaea* • *Capsicum spp.* • *Cucurbita ficifolia* • *Cucurbita pepo* • *Physalis spp.* • *Solanum spp.*	Conservación de la variabilidad genética. Documentación de la información en PCGRIN. Actualmente no tienen personal para manejar el banco.
Laboratorios de semillas de tipo privado comercial: Agroselva S.A. Agrokan Pilones de Antigua PyC Maderas	Más de 100 especies de árboles de coníferas y latifoliadas	• *Caoba africana* • Tecas • Acacias • *Callandria* • *Canavalia* • *Cassia* • *Casuarina* • *Eucalyptus* • *Guayacum oficinales* • *Swietenia macrophylla* • *Tabebuia rosea* • *Pinus caribaea* • *Pinus oocarpa*	Venta de la semilla para la reforestación de bosques naturales y cultivados; para la agroforestería; para uso maderable y ornamental.

Fuente: CONAP (2005)

emprendió acciones para incorporar la metodología de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad dentro de las zonas protegidas de Guatemala. El primer paso fue el desarrollado de dos proyectos preparatorios para incorporar las metodologías de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad (huertos familiares y parcelas manejadas con agricultura tradicional) en áreas protegidas donde, por su naturaleza, es permisible. Se identificaron las áreas prioritarias del país y sugirieron metodologías para estudiar el componente de agrobiodiversidad y el cultural asociado (CONAP, 2006; CONAP, 2006a). De esta

Cuadro 19. Material genético en bancos de germoplasma del exterior

Institución	País	Sistema	Grupo de especies
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	Colombia	Colecciones de campo Cultivos de tejidos	• Yuca cultivada en Guatemala • Variedades cultivadas de los agricultores o "landraces"
		Banco de semillas	• Frijol cultivado • Frijoles silvestres
Centro Internacional de la papa (CIP)	Perú	Cultivo de tejidos	• Papa silvestre • Papa cultivada
		Banco de semillas	• Camote silvestre • Camote cultivado
Centro de Agricultutra Tropical y Enseñanza (CATIE)	Costa Rica	Colecciones de campo	• Frutales tropicales • Sapotáceas
		Banco de semillas	• Chiltepe • Hierba mora • Tomate • Miltomate • Bledo • Chile • Curcúbitas
Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT)	México	Banco de semillas	• Maíz de "landraces" • Maíz silvestre
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)	Estados Unidos	Colecciones	• Maní • Frijol • Chile • Algodón silvestre
Universidad de California en Davis	Estados Unidos	Banco de semillas	• Tomate silvestre

Fuente: CONAP (2005)

manera, se pretende llenar el vacío que por años existió en la conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad del país.

Una parte importante de este estudio es la valoración de los recursos genéticos a través de la participación de las comunidades humanas asentadas dentro de las áreas protegidas como una forma de reconocimiento de su conocimiento tradicional. Por lo tanto, el estudio en huertos familiares y sistemas tradicionales de producción en campos de cultivo puede proporcionar elementos mínimos para hacer una conservación holística. El estudio y valoración de los huertos familiares y sistemas tradicionales de cultivo dentro de las zonas de amortiguamiento y zonas de usos múltiples de las áreas protegidas ayudará a proporcionar opciones del manejo y utilización de la vegetación de especies útiles que aseguren alimento e ingreso económico y, en última instancia y en forma indirecta, contribuyan a disminuir la presión sobre las zonas núcleo.

Cuadro 20. Instituciones que favorecen la conservación de material genético vegetal en Guatemala

Institución	Tipo	Cultivo	Explicación	Objetivos
Cultivos de Polen				
Cecon-USAC	Estatal autónoma	Colecciones de referencia de varias especies de plantas.		Elaboración de un atlas polinológico con fines educativos y de conservación.
Bancos de tejido *in vitro*				
ICTA	Estatal descentralizada autónoma	• Papa • Ajo	• *Solanum tuberosun* • *Allium sativum* • *Pinus chapensis* • *Abies guatemalensis* • Varias especies	Conservación de la diversidad genética. Apoyo a los programas de mejoramiento del ICTA.
FAUSAC	FAUSAC Estatal autónoma	• Yuca • Camote	• *M. esculenta* • *I. batatas*	Producción, docencia e investigación.
Yaxha Orchides	Privado comercial	23 especies de orquídeas guatemaltecas y mesoamericanas, endémicas para Guatemala e híbridos.	• *Brassavola nodosa* • *Cattleya aurantiaca* • *Cattleya guatemalensis* • *Cattleya skinneri* • *Encyclia bacullus* • *Epidendrum nocturnum* • *Lycaste skinneri rosea* • *Lycaste skinneri var alba*	Conservación de la diversidad genética de las orquídeas de Guatemala, amenazadas o en peligro de extinción. Reducir la presión de la colecta de la naturaleza. Fines comerciales.
Jardines clonales				
Gremial de huleros	Privado	Finca Santa Ana Mixpalla, carretera a Chicacao, Suchitepéquez	480 clones organizados en un museo clonal. Los clones son cruces entre *Hevea brasilensis* y otras especies silvestres de hule.	Mejoramiento, investigación y comercialización.
ENCA	Estatal autónoma	• Banano • Cítricos • Aguacates • Pitaya • Macadamia	• *Musa sapientum* • *Citrus spp.* • *Persea spp.* • *Hylocereus undatus* • *Macadamia integrifolia*	Producción para el abastecimiento de la Escuela. El excedente se comercializa. Docencia e investigación.

Fuente: CONAP (2005)

Cuadro 21. Especies de flora ornamental y número de empresas que las comercializan

Nombre común	Nombre científico	Número de viveros
Orquídeas	Varias especies	4
Calaguala	*Phlebodium spp.*	1
Pony	*Beucarnea guatemalensis*	25
Izote	*Yucca elephantipes*	7
Bromeliáceas	*Tillandsia spp.*	24
Xate	*Chamadorea spp.*	4
Chupte o helecho	*Cyathea spp.*	2
Cica	*Zamia furfuracea*	7
Cactus introducidos y sábila	*Schlumberga spp.* y *Aloe vera*	1

Fuente: CONAP (2005)

6. NOTAS

1. Agricultura tradicional y conservación de la biodiversidad. www.agroeco.org/material/Agro09.pdf.
2. Esta sección se basa en datos obtenidos del documento: USDA, IPGRI, FAUSAC. 2006. *Atlas de los parientes silvestres de Guatemala*. En edición final.
3. Coordinador del Programa de Maíz, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), Guatemala.
4. Debouck, Daniel, Coordinador de la Unidad de Recursos Genéticos, CIAT, Cali, Colombia.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. ARÉVALO, M. E. (1997). Caracterización de la producción de maíz bajo el sistema de agricultura migratoria en el área de usos múltiples de San Miguel La Palotada, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 114 p.

2. ARIAS, L.; JARVIS, D.; WILLIAMS, D.; LATOURNERIE, L.; MÁRQUEZ, F.; CASTILLO, F.; RAMÍREZ, P.; ORTEGA, R.; ORTIZ, J.; SAURI, E.; DUCH, J.; BASTARRACHEA, J.; GUADARRAMA, M.; CÁZARES, E.; INTERÍAN, V.; LOPE, D.; DUCH, T.; CANAL, J.; BURGOS, L.; CAMACHO, T.; GONZÁLEZ, M.; TUXILL, J.; EYZAGUIRRE, C. y COB, V. (2004). "Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México". En: CHÁVEZ-SERVIA, J. L.; TUXILL, J. y JARVIS, D.I. (Eds). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. p. 36-46.

3. AUSTIN, D. F. (1988). "The taxonomy, evolution, and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species". En: Exploration and maintenance and utilization of sweet potato genetic resources, first planning conference, Lima, Perú. International Potato Center (CIP), p. 27-59.

4. AUSTIN, D.F.; DE LA PUENTE, F. and CONTRERAS, J. (1991). *Ipomoea tabascana*, an endangered tropical species. Economic Botany 45(3): 435-438.

5. AZURDIA, C. (1981). Estudio de las malezas en valles centrales de Oaxaca. Tesis MsC. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 242 p.

6. _____ (1984). Enfoques antropocéntricos: relación hombre-planta. Perspectiva 4: 106-111.

7. _____ (1984a). La otra cara de las malezas. Tikalia 3 (2): 5-23.

8. _____ (1989). Biodiversidad y conservación: parte flora de Guatemala. USAC 5: 81-103.

9. _____ (1994). Genetic diversity in the *Phaseolus vulgaris* complex in Guatemala. Ph D. thesis, University of California, Davis, Estados Unidos. 138 p.

10. _____ (2006). Tres especies de zapote en América tropical (*Pouteria campechiana, P. sapota y P. viridis*). Southampton Centre for Underutilised Crops, Universidad de Southampton, Southampton, Reino Unido, 216 p.

11. AZURDIA, C. y GONZÁLEZ, M. (1986). Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF). 256 p.

12. _____ (1986a). Situación y planes futuros de los recursos genéticos de Guatemala. En: CATIE (Ed.). Reunión regional sobre recursos fitogenéticos de Mesoamérica y el Caribe. V. 1, p. 305-482.

13. AZURDIA, C. y LEIVA, M. (1998). Conservación de la biodiversidad: su relación dentro del contexto de los huertos familiares en Mesoamérica. Tikalia 17(1): 7-24.

14._____ (2004). "Home-garden biodiversity in two contrasting regions of Guatemala". En: EYZAGUIRRE, B. and LINARES, O. (Eds.). Home gardens and agrobiodiversity. Smithsonian Institution. p. 168-184.

15. AZURDIA, C.; LEIVA, M. y LÓPEZ, E. (2000). Contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales. II. Caso de la región de Alta Verapaz, Guatemala. Tikalia 18(2): 35-78.

16. AZURDIA, C.; AYALA, H. y LEIVA, M. (2001). Diversidad genética de güisquil *Sechium edule* (Cucurbitaceae) en huertos familiares de Alta Verapaz. Revista Guatemalensis 4 (1 y 2): 5-19.

17. AZURDIA, C.; COBÓN, N.; MEJÍA, A.; MARTÍNEZ, A. y RODRÍGUEZ, F. (1995). "Chipilín (*Crotalaria spp.*)". En: AZURDIA, C. (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos (IPGRI). p. 23-39.

18. AZURDIA, C.; GARCÍA, R.; OTZOY, M.; PELICÓ, M. y ESQUIVEL, R. (1995a). "Pepitoria (*Cucurbita argyrosperma*)". En: AZURDIA, C. (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos (IPGRI). p. 65-74.

19. AZURDIA, C.; GONZÁLEZ, M.; SAPÓN, M.; CANIL, B.; ÁVILA, J. y TOJÍN, J. (1995b). "Chile (*Capsicum spp.*)". En: AZURDIA, C. (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos (IPGRI). p. 75-101.

20. AZURDIA, C.; GÓMEZ, J.; GARCÍA, A.; JUÁREZ, F.; LÓPEZ, R.; ZAPETA, M. y ROSSEL, J. (1995c). "Yuca (*Manihot esculenta*)". En: AZURDIA, C. (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos (IPGRI). p. 143-164.

21. AZURDIA, C.; MARTÍNEZ, A.; GONZÁLEZ, M.; GONZÁLEZ, M.; MAKEPEACE, O.; OROZCO, E. y SOLÍS, F. (1995d). "Bledo (*Amaranthus spp.*)". En: AZURDIA, C. (Ed.). Caracterización de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos (IPGRI). p. 2-22.

22. AZURDIA, C.; LEIVA, M.; AYALA, H. OVANDO, W. and LÓPEZ, E. (2001). El loroco, *Fernaldia pandurata* (Apocynaceae), una especie en vías de domesticación. Tikalia 19 (2): 39-54.

23. AZURDIA, C.; WILLIAMS, D.; WILLIAMS, K. y AYALA, H. (2001a). Diversidad genética de maní (*Arachis hypogaea*) en Guatemala. Presentado en la III reunión latinoamericana de especialistas en *Arachis*. Londrina, Paraná, Brasil. 19-22 noviembre de 2001. En línea: http://www.chmguatemala.org/network/other/F1134401743/F1160066279/F1160066527/1160408349. Consultado el 23/10/06.

24. AZURDIA, C.; MONTES, L.; DEBOUCK, D. and FREGNE, M. (2002). Simple sequence repeat (SSR) marker assessment of genetic diversity of cassava land races from Guatemala. En: CIAT (Ed.): Annual report.

25. AZURDIA, C.; AYALA, H. y MONTES, L. (2005). "Diversidad genética y conservación *in situ* de zapote (*Pouteria sapota, Sapotaceae*) en condiciones silvestres y en huertos familiares". En: CONAP (Ed.). La agrobiodiversidad y su conservación *in situ*: un reto para el desarrollo sostenible. p. 81-91.

26. AZURDIA, C.; AYALA, H.; ROCHA, O.; AGUILAR, G.; MAKEPEACE, O. y ROMA, R. (2005). "Propuesta para definir unidades de conservación *in situ* en huertos familiares: caso del güisquil (*Sechium edule*) en Guatemala". En: CONAP (Ed.). La agrobiodiversidad y su conservación *in situ*: un reto para el desarrollo sostenible. p. 3-31.

27. AZURDIA, C.; LÓPEZ, E.; OVANDO, W. y LEIVA, M. (2006). Plantas medicinales en huertos familiares. En línea: http://www.chmguatemala.org/network/other/F1134401743/F1160066279/F1160066527/1119222930. Consultado el 13/10/2006.

28. BECKER, R. y SAUNDERS, R. (1984). "El amaranto y su morfología, composición y usos como alimento y forraje". En: El amaranto y su potencial. Boletín (Guatemala) 1: 1-3.

29. BEN-YA'ACOV, A. (1998). The *Persea* germplasm resources potential as discovered during an international collection program. Avocado workshop, University of California at Riverside.

30. BERGH, B.O. (1995). "Avocado". In: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). Evolution of crop plants. Longman Scientific & Technical. p. 340-245.

31. BRESSANI, R. (1988). "Contribución del INCAP en la producción, evaluación nutricional y desarrollo de productos de grano de amaranto". En: USAC y HELVETAS (Eds.). Primer simposium nacional sobre el cultivo del bledo (*Amaranthus spp.*). p. 27-28.

32. BUFLER, G. and BEN-YA'ACOV, A. (1992). A study of avocado germplasm resources, 1998-1990. III. Ribosomal DNA repeat unit polymorphism in avocado. Proc. of Second World Avocado Congress. p. 545-550.

33. CALDERÓN, E. (1989). Determinación de la interacción cultivar-localidad sobre algunas características fenotípicas de 12 cultivares de *Amaranthus spp.* en cuatro localidades de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 52 p.

34. CASTIÑEIRAS, L.; FUNDORA, Z.; PICO, S. and SALINAS, E. (2000). The use of home gardens as a component of the national strategy for the *in situ* conservation of plant genetic resources in Cuba. Plant Genetic Resources Newsletter 123: 9-18.

35. CASTRO, F. y SECAIRA, F. (1999). Conociendo el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP). Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad. CONAP, MAGA, GEF. 90 p.

36. CHARGOY, C. (2004). "Manejo de la sucesión ecológica como herramienta de diversificación agrícola y conservación de las selvas". En: CHAVEZ, J.; TUXILL, J. y JARVIS, D. (Eds.). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. p. 131-140.

37. CHÁVEZ-SERVIA, J. L.; TUXILL, J. y JARVIS, D.I. (Eds.). (2004). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 255 p.

38. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2005). Situación actual de la conservación *ex situ* de la biodiversidad en Guatemala. Informe de diagnóstico. Documento técnico 33 (14-2005). 85 p.

39. _____ (2005a). Situación actual de la conservación *in situ* de la biodiversidad en Guatemala. Informe de diagnóstico. Documento técnico 32 (13-2005). 92 p.

40. _____ (2006). Determinación de elementos biológicos estratégicos para el estudio piloto y experiencias comunitarias de conservación *in situ* de agrobiodiversidad en áreas protegidas a través de huertos familiares y sistemas tradicionales de producción. 78 p.

41. _____(2006a). Propuesta metodológica de diseño de herramientas técnicas de investigación socio-económica y cultural. Estudio piloto de experiencias comunitarias de conservación *in situ* de recursos fitogenéticos en áreas protegidas a través de huertos familiares y sistemas tradicionales de producción. 70 p.

42. DELGADO, F. (1984). Rendimiento y contenido de proteína de hierba mora (*Solanum sp.*) a diferente número de días a cosecha y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 76 p.

43. DÍAZ, L. y AZURDIA, C. (2001). El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz. FAO, IPGRI. 56 p.

44. FREYRE, R.; IWANAGA, M. and ORJEDA, G. (1990). Use of *Ipomoea trifida* (HBK.) G. Don germ plasm for sweet-potato improvement. 2. Fertility of synthetic hexaploids and triploids with 2n gametes of *I. trifida*, and their interspecific crossability with sweet potato. Genome 34: 209-214.

45. FREYTAG, F. and DEBOUCK, D. (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. Botanical Research Institute of Texas. 300 p.

46. FUENTES, M. (1995). Desarrollo de germoplasma de maíz para el altiplano de Guatemala. Presentado en la XVI Reunión Andina, Bolivia. 16 p.

47. FURNIER, G.R.; CUMMINGS, M.P. and CLEGG, M.T. (1990). Evolution of the avocado as revealed by DNA restriction fragment variation. Journal of Heredity 81:183-188.

48. GOODMAN, M.M. (1995). Maize. *Zea mays* (Gramineae-Maydea). En: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). Evolution of crop plants. Longman Group, Reino Unido. p. 192-202.

49. GUZMÁN, F.A.; AYALA, H.; AZURDIA, C.; DUQUE, M.C. and DE VICENTE, M. C. (2005). AFLP Assessment of Genetic Diversity of *Capsicum* Genetic Resources in Guatemala: Home Gardens as an Option for Conservation. Crop Sci. 45: 363–370.

50. ILTIS, H.; KOLTERMAN, D. and BENZ. B.F. (1986). Accurate documentation of germplasm: The lost Guatemalan teosintles (*Zea Gramineae*). Econ. Bot. 40 (1): 69-77.

51. IWANAGA, M.; FREYRE, R. and ORJEDA, G. (1990). Use of *Ipomoea trifida* (HBK.) G. Don germ plasm for sweet potato improvement. 1. Development of synthetic hexaploids of *I. trifida* by ploidy-level manipulations. Genome 34: 201-208.

52. JARRET, R.L. and AUSTIN, D.F. (1994). Genetic diversity and systematic relationships in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and related species as revealed by RAPD analysis. Genetic Resources and Crop Evolution 41: 165-173.

53. JENNINGS, D.L. (1995). "Cassava. *Manihot esculenta* (Euphorbiaceae)". En: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). Evolution of crop plants. 2a. edición. Longman Scientific and Technical. p. 128-132.

54. KEMPTON, J.H. and POPENOE, W. (1937). Teosintle in Guatemala. Carnegie Inst. Wash. 483: 199-218.

55. KUMAR, B.M. and NAIR, P.K.R. (2004). The enigma of tropical homegardens. Agroforestry Systems 61: 135-152.

56. LEIVA, J.M. y LÓPEZ, J. (1985). Los sistemas agroforestales de la cuenca del río Polochic. Tikalia (1 y 2): 47-84.

57. LEIVA, J.M.; AZURDIA, C. y OVANDO, W. (2000). Contribución de los huertos familiares para la conservación *in situ* de recursos genéticos vegetales. I. Caso de la región semiárida de Guatemala. Tikalia 18 (1): 7-34.

58. LEIVA, M.; AZURDIA, C.; OVANDO, W.; LÓPEZ, E. and AYALA, H. (2002). "Contribution of home gardens to *in situ* conservation in traditional farming systems-Guatemalan component". En: WATSON, J.W. and EYZAGUIRRE, P.B. (Eds.). Proceeding of the Second International Home Gardens Workshop: Contribution of home gardens to *in situ* conservation of plant genetic resources in farming systems, 17-19 July 2001, Witzenhausen, Alemania. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. p. 56-72.

59. LOCK, R. (Ed.). (1998). Huertos caseros tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia desde un enfoque multidisciplinario. Costa Rica, CATIE/ÁGUILA/IDRC/ETC. 232 p.

60. LÓPEZ, E.; AZURDIA, C. y LEIVA, M. (2001). Estudio de la estructura y composición florística de los huertos familiares en el departamento de Alta Verapaz, Guatemala. Informe final. Universidad de San Carlos de Guatemala. Convenio FAUSAC-IPGRI-IPK-GTZ. 87 p.

61. MAHDEEM, H. (2003). El mundo de las frutas anonáceas y las amplias posibilidades para futuras investigaciones y desarrollo. I Congreso Nacional de Horticultura. 18-19 de agosto de 2003. Sociedad Guatemalteca de Ciencias Hortícolas.

62. MARROQUÍN, L. (2003). La ilama en México como frutal alternativo en la diversificación frutícola. I Congreso Nacional de Horticultura. 18-19 de agosto de 2003. Sociedad Guatemalteca de Ciencias Hortícolas.

63. MARTÍNEZ, V. (1984). Recolección y caracterización del germoplasma de chipilín (*Crotalaria spp.*) de la vertiente del Pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 223 p.

64. MARTÍNEZ, E.; PRETZANZIN, E. y LÓPEZ, E. (1994). "Proyecto de investigación en *Persea* spp". Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía (Ed.). Informes de investigación. p. 73-77.

65. MARTÍNEZ, E.; ORELLANA, A. y MARTÍNEZ, V. (2003). Diversidad, conservación y uso sostenible de especies de anonas de Guatemala. I Congreso Nacional de Horticultura. 18-19 de agosto de 2003. Sociedad Guatemalteca de Ciencias Hortícolas.

66. McBRYDE, F.W. (1945). Cultural and historical geography of southwest Guatemala. Smithsonian Inst. 4: 1-184.

67. McDONALD, J.A. and AUSTIN, D.F. (1990). Changes and additions in Ipomoea section Batatas (Convolvulaceae). Brittonia. 42: 116-120.

68. MÉNDEZ, B. (2003). El ramón (*Brosimum alicastrum*): espécie arbórea del pasado y del futuro de Mesoamérica. Tikalia 21 (1) :61-82.

69. MOLINA, A.; CURLEY L. M. y BRESSANI, R. (1997). "Redescubriendo el valor nutritivo de las hojas de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)". En: Ciencia en Acción 3. Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala.

70. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1984). Amaranth: Modern prospects for an ancient crop. National Academy Press. Washington D. C. 80 p.

71. NIÑEZ, V. (1990). "Garden production in tropical America". En: LAUNDER, K. and BRAZIL, M. (Eds.) Tropical Home Gardens. United Nations University Press. p. 186-192.

72. ORACION, M.S.; NIWA, K. and SHIOTANI, I. (1990). Cytological analysis of tetraploid hybrids between sweet potato and diploid *Ipomoea trifida* (HBK.) Don. Theor. Appl Genet 80: 617-624.

73. ORJEDA, G.; FREYRE, R. and IWANAGA, M. (1991). Use of *Ipomoea trifida* germ plasm for sweet potato improvement. 3. Development of 4x interspecific hybrids between *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (2n=6x=90) and *I. trifida* (HBK.) G. Don. (2n=2x=30) as storage-root initiatiors for wild species. Theor. Appl. Genet. 83: 159-163.

74. PARRA, M. (1980). El proceso de producción de maíz en condiciones de temporal en Tequezquinahua, Texcoco, México. Tesis Maestría, Centro de Botánica, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

75. ROGER, D.J and APPAN, S.G. (1973). "*Manihot*, Manihotoides (Euphorbiaceae)". En: Flora Neotropica (Monograph No. 13). Hafner Press. New York.

76. RUONOVAARA, D. (1996). A farming systems approach to traditional household gardens: the case of The Peten. Journal of Farming Systems Research-Extension 6(1): 81-91.

77. SAMAYOA, E. y VARGAS, F. (1986). Caracterización del sistema de producción agrícola de Guatemala. Informe de la integración de ocho trabajos de tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 117 p.

78. SAMUEL, R.; PINSKER, W.S.; BALASUBRAMANIANM, S. and MORAWETZ, W. (1991). Allozyme diversity and systematics in Annonaceae- a pilot project. Pl. Syst. Evol 178: 125-134.

79. SHIOTANI, I.; YOSHIDA, S. and KAWASE, T. (1990). Numerical taxonomic analysis and crosability of diploid *Ipomoea* species related to the sweet potato. Japón. J. Breed. 40: 159-174.

80. SIMMONDS, N.W. (1995). "Potatoes (*Solanum tuberosum*)". En: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). *Evolution of crop plants*. Longman Group, Reino Unido. p. 466-471.

81. SPOONER, D.M.; HOEKSTRA, R.; VAN DEN BERG, R. and MARTÍNEZ, V. (1998). *Solanum* sect. Petota in Guatemala; taxonomy and genetic resources. Amer. J. of Potato Res 75: 3-17.

82. SPOONER, D.M.; SYTSMA, K. and CONTI, E. (1991). Chloroplast DNA evidence for genome differentiation in wild potatoes (*Solanum* sect. Petota). American Journal of Botany 78 (10): 1,354-1,366.

83. SOEMARWOTO, O. (1987). Home gardens: a traditional Agroforestry System with promising future. En: STEPPLER, H. and NAIR, P.K. (Eds.) Agroforestry: A decade of development. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, p. 157-170.

84. TUXILL, J. (2004). "Effects of a regional drought on local management of seed stocks of maize, beans, and squash in central Yucatan State, Mexico: Preliminary findings". En: CHÁVEZ, J.; TUXILL, J. y JARVIS, D. (Eds.). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. p. 141-149.

85. VÁSQUEZ, F. (1983). Recolección y caracterización del germoplasma de hierba mora (*Solanum sp.*) de la vertiente del Pacífico de la República de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 183 p.

86. VELÁSQUEZ, M. 1986. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 35 cultivares de hierba mora (*Solanum sp.*) nativos de Guatemala, en el valle de la Asunción, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 59 p.

87. VELÁSQUEZ, W.; OTZOY, M.; ESPAÑA, E.; SÁNCHEZ, M. y ESTEBAN, C. (2001). Huertos caseros de la etnia quiché del departamento de Suchitepéquez. Centro Universitario del Sur Occidente, Fideicomiso para la Conservación en Guatemala. Documento de trabajo.

88. WELLHAUSEN, E.J.; FUENTES, A. and HERNÁNDEZ, A. (en colaboración con MANGELSDORF, P.C.). (1957). Races of maize in Central America. Natl. Res. Council Publ. 511 p.

89. WILKES, G. (1993). "Conservation of maize crop relatives in Guatemala". En: POTTER, C.; COHEN, J. and JANCZEWSKI, D. (Eds.): Perspectives on biodiversity. Division of the American Association for the Advancement of Science. p. 75-88

90. ZAMORA, A. (1988). Evaluación de 16 cultivares de hierba mora (*Solanum sp.*) bajo las condiciones de los campos de la Facultad de Agronomía, USAC y San Mateo Milpas Altas, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.

91. ZENTMYER, G.A. and SCHIEBER, E. (1990). *Persea tolimanensis*: a new species for Central America. Acta Horticulturae 275: 383-386.

La biodiversidad agrícola y forestal de Guatemala:
un acercamiento a su conocimiento bioquímico y molecular y sus implicaciones en conservación



César Azurdia*

RESUMEN

Guatemala es un país megadiverso; por esta razón, la biodiversidad debe conservarse adecuadamente para aprovechar esta ventaja comparativa.

Los métodos de conservación establecidos en Guatemala hacen énfasis, principalmente, en ecosistemas y poblaciones. Sin embargo, se reconoce que es de suma importancia conservar la diversidad a nivel genético. Los marcadores bioquímicos y moleculares son herramientas modernas que ayudan al conocimiento de la diversidad en este nivel.

Estrategias adecuadas de conservación de la biodiversidad *(in situ* o *ex situ)* dependen de la disponibilidad de información relacionada con localización, distribución y tipo de diversidad genética.

El uso de marcadores bioquímicos y moleculares, conjuntamente con datos de tipo morfológico y georreferenciados, proveen información confiable para estimar la cantidad de diversidad genética, estructura de la diversidad en muestras y poblaciones, tasas de divergencia genética entre poblaciones y distribución de diversidad genética en poblaciones presentes en diferentes localidades.

En el presente capítulo se hace una revisión del conocimiento molecular de algunas especies vegetales nativas de Guatemala, con importancia económica local y mundial, y se enfatiza en aspectos como riqueza comparativa, centros de origen y diversidad, genética de poblaciones, presencia de genes útiles, entre otros.

También se formula una discusión general en torno a las implicaciones de esta información con el objeto de orientar los métodos de conservación *in situ* y *ex situ* y su complementariedad.

Palabras clave: *Biodiversidad, conservación* in situ *y* ex situ*, marcadores bioquímicos y moleculares*.

SUMMARY

Guatemala is a megadiverse country; consequently, biodiversity should be properly preserved to take advantage of this comparative benefit.

Conservation methods established in Guatemala make primary emphasis on ecosystems and populations. However, it is of great importance to preserve diversity at genes level. Biochemical and molecular markers are modern tools that help to learn about diversity at this level.

Proper strategies for biodiversity preservation (*in situ* or *ex situ*) depend on availability of information related to location, distribution and kind of genetic diversity.

The use of biochemical and molecular markers, along with morphological and georeferenced data provide truthful information to estimate the amount of genetic diversity, diversity structure in samples and populations, rates of genetic divergence among populations, and distribution of genetic diversity in populations present in different locations.

* Consultor independiente.

This chapter reviews the molecular knowledge of some native vegetable species of Guatemala with local and global economical importance, emphasizing aspects as comparative richness, centers of origin and diversity, populations genetic, presence of useful genes, among others.

There is a general discussion about the implications of this information to guide *in situ* and *ex situ* conservation methods and their complementarity.

Key words: *Biodiversity,* in situ *and* ex situ *conservation, biochemical and molecular markers*.

ULAJUJ UQ'AT WUJ

JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL TIKO'NIJEM RACHI'L K'ACHE'LAJ RECH PAXIL KAYALA': RETA'MAXIK UWACH KAXLAN MES XUQUJE' K'UXJASTAQ RACHI'L UK'EYEWAL ULOQ'OQ'EXIK RI JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL.

CH'UTI'SANEM

Ri amaq' Paxil Kayala' nim uwach ri jalajoj k'aslemalil, rajawaxik kaya' uq'ij uloq'oq'exik, ukojixik rononej tiko'm k'o chuwachulew, rech kato'b'an che ukojik uwach pa junamilal.
Ri ub'e'al chak che uloq'oq'exik jalajoj uwach k'aslemalil pa (in situ rachi'l ex situ) ri reta'maxik ukojik-ub'anik b'ixkil are kaya'w ub'e utarne'xik jas taq k'o wi rulewal ri jalajoj uwach k'aslemalil ija'.
Ri ukojik taq k'ak' ub'e'al chak chech k'axlan mes, rachi'l taq k'uxjastaq kuya' ub'e utarne'xik uk'exenik uwach ija' xuquje' kuya' ub'e uchakuxik uwach janipa' jalajoj uwach k'aslemalil ija' k'o chuwach ulew, ja taq e k'iyinaq wi uloq.

Wa jun no'jwuj xusolij uwach ri no'jib'alil chirij uk'uxjastaq kech ronojel ajwaralik q'ayesichaj rech Paxil Kayala' jas kuya wi q'inomalil che komom xuquje' che chaqap taq amaq', xq'alajisax ub'ixik ujunamilal q'inomal chike jas poq'inaq wi, janipa' uwach kik'aslemalil, ucholaj ri utzilaj ija'.

Xsolik uwach ronojel b'ixkil b'anom puwi suk'majinem ub'e ronojel chak che uloq'oq'exik uwach ri jalajoj k'aslemalil e k'o (in situ xuquje' ex situ) rachi'l utz'aqatil.

UCHOLAJ TZIJ: *jalajoj uwach k'aslemalil, uloq'oq'exik uk'ux ija'-tiko'nijem, Ub'e'al chak puwi kaxlan mes rachi'l k'uxjastaq chuwachulew*.

1. INTRODUCCIÓN

El Convenio sobre la Diversidad Biológica, del cual Guatemala es signatario, señala la necesidad de conservar la biodiversidad en tres niveles: ecosistemas, poblaciones y genes. El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas se enfoca principalmente en el primer nivel, aunque debe admitirse que, a consecuencia de ello, también incluye, en alguna medida, parte de los restantes niveles. Esto porque la conservación de la biodiversidad debe ser complementada con las diferentes modalidades de conservación *ex situ*, que se centran en el nivel de población y variación a nivel de genes. La conservación de la variación intraespecífica se ha tomado como elemento prioritario en relación con el mantenimiento del potencial evolutivo de las especies (Newton *et al.*, 1999). En este sentido, el uso de marcadores bioquímicos y moleculares es la técnica mediante la cual se puede detectar la variación como resultado de diferencias, ya sea en la secuencia de un segmento o en genes específicos, o bien en elementos modificadores. Debido a su naturaleza, la caracterización molecular ofrece mayores ventajas para determinar diversidad (genotipos y genes) en comparación con los métodos tradicionales, ya que éstos revelan diferencias a nivel de ADN y no son afectados por efectos ambientales.

Guatemala es reconocido como un país megadiverso (CONAP, 2006), por tal razón es necesario desarrollar políticas tendientes a conservar y utilizar de manera sostenible dicha diversidad, mediante el empleo de metodologías modernas que orienten las decisiones para alcanzar este objetivo. Es comprensible que el uso de marcadores moleculares sea una tecnología moderna que no ha alcanzado en el país su máximo desarrollo; sin embargo, existe información generada por otras instituciones de investigación de países con mayor desarrollo tecnológico en el tema, así como trabajos pioneros formulados por investigadores de centros nacionales de investigación.

Por lo tanto, la escasa información que se ha generado debe discutirse y analizarse para así presentar propuestas que incidan en las decisiones que adopten las instituciones nacionales encargadas de la conservación de la biodiversidad. También es necesario porque ello propiciará que las unidades de investigación definan el tema como algo prioritario y diseñen metodologías de conservación sustentadas científicamente.

El presente capítulo muestra la revisión del conocimiento bioquímico y molecular de algunas especies vegetales nativas de Guatemala y de importancia económica para el país. Se realiza un análisis comparativo que evidencia la condición de Guatemala como un país megadiverso, así como otros datos relacionados con la distribución de diversidad, centros de origen y diversidad, presencia de genes útiles y elementos de genética de poblaciones, entre otros. En su conjunto, estos datos pueden utilizarse para orientar científicamente el uso y conservación de la biodiversidad. Finalmente, se realiza una reflexión acerca de las implicaciones de la información genética presentada, con el objetivo de orientar la conservación de la biodiversidad en Guatemala, tanto *in situ* como *ex situ*.

2. ALGUNOS EJEMPLOS DE DIVERSIDAD DE FLORA ÚTIL

2.1. Agrobiodiversidad

2.1.1. Chile (*Capsicum spp.*)

Existen cinco especies de chile cultivadas: *Capsicum annuum, C. frutescens, C. chinense, C. pubescens y C. baccatum*. En Guatemala se cultivan las cuatro primeras especies anotadas; sin embargo, se considera que solamente *C. annuum* y *C. frutescens* son nativas del país, mientras que *C. chinense* y

C. pubescens fueron introducidas en tiempos prehispánicos desde su centro de origen, situado en América del Sur.

En este sentido, la gran diversidad presente en Guatemala corresponde principalmente a variedades nativas pertenecientes a *C. annuum*. Además, en el país existen cinco especies silvestres: *Capsicum annuum var. glabriusculum, C. ciliatum, C. frutescens, C. lanceolatum* y *C. rhomboideum*.

La más común es la conocida como "chiltepe" (*C. annuum var. glabriusculum*), que se distribuye en todas las partes cálidas del país y alcanza alturas hasta de 1,800 msnm. Se considera como el ancestro directo de todos los materiales de chile domesticado pertenecientes a *C. annuum* se encuentra en forma de maleza, que crece a la orilla de caminos, bosques y algunas veces en huertos familiares donde, dada su alta demanda, llegó a cultivarse.

Estudios conducidos por Votava, Nabhan y Bosland (2002) acerca de poblaciones de chiltepe (*Capsicum annuum var. glabriusculum*) (Figura 1) provenientes de la distribución periférica y del centro de origen de dicha especie mostraron ser diferentes. Específicamente, las poblaciones de Guatemala se parecen tan sólo en un 25% a las que provienen del norte de México y de Arizona, Estados Unidos. Se reporta que las accesiones guatemaltecas presentan secuencias únicas, con base en estudios que utilizaron marcadores moleculares RAPDs (ADN Polimórfico Amplificado al Azar).

La diversidad molecular de las poblaciones de chiltepe de Guatemala es notoria. Guzmán *et al*. (2005) reportan la existencia de cuatro grupos de accesiones, dos de ellos asociados con materiales genéticos cultivados de la misma especie y los otros dos asociados inclusive con otras especies de *Capsicum: C. chinense* y *C. frutescens*. Se verificó también que los huertos familiares de Alta Verapaz son un reservorio importante en la conservación *in situ* de germoplasma de chile, ya que la diversidad identificada con marcadores AFLP (Polimorfismo en la Longitud de los Fragmentos Amplificados) fue similar a la presente en la colección nacional de semillas (conservación *ex situ*).



Figura 1. Capsicum annun var. glabriusculum
Crédito: Ayala, H.

Al hacer el estudio cromosómico, los cruces de dos líneas de *C. frutescens* de origen guatemalteco (Figura 2) revelaron la presencia de translocaciones recíprocas únicas (Yamoah, 1975). Además, al estudiar la diversidad genética utilizando isoenzimas, se observó que accesiones de Perú, Bolivia y Brasil están estrechamente relacionadas, ya que muestran distribución isoenzimática e índice de polimorfismo similares.

Las poblaciones mexicanas estudiadas reportaron ser más cercanas a las accesiones de los países mencionados, mientras que las de Guatemala y Colombia se diferencian considerablemente de éstas (Yamoah, 1975).



Figura 2. *Capsicum frutescens.* Crédito: Ayala, H.

2.1.2. Frijoles (*Phaseolus ssp.*)

Mesoamérica es centro de origen y diversidad del género *Phaseolus*. Guatemala posee por lo menos 12 especies, tres de ellas endémicas (*Phaseolus persistentus, Phaseolus macrolepis y Phaseolus dumosus*).

Las especies más importantes desde el punto de vista económico, y por ende las más estudiadas, son *P. vulgaris*, *P. dumosus*, *P. coccineus* y *P. lunatus*. En Guatemala éstas presentan poblaciones en estado silvestre.

Los análisis moleculares en accesiones de *Phaseolus vulgaris* silvestre de Guatemala muestran una variabilidad única. Por ejemplo, al utilizar ADN mitocondrial, Khairallah *et al*. (1992) evidenciaron que los patrones de polimorfismo detectados mediante el uso de marcadores moleculares tipo RFLPs (Polimorfismo en la Longitud de los Fragmentos de Restricción), encontrados en un material de origen mesoamericano, son muy próximos a aquellos presentes en una accesión procedente de Sacatepéquez, Guatemala. Estos resultados indican, de alguna manera, que el altiplano central de Guatemala podría ser un área específica de domesticación.

Tohme *et al*. (1996), usando AFLPs en ADN genómico, encontraron que las accesiones silvestres de origen guatemalteco (11 en total) representan un grupo de diversidad único, el cual es distinto de los materiales silvestres de origen mexicano, algo que no se había reportado con anterioridad.

Las poblaciones silvestres de *Phaseolus vulgaris* de Guatemala (Figura 3) presentan relación con la región ecológica de origen. Azurdia *et al*. (1999), mediante el uso de proteínas de almacenamiento, evidenciaron que la diversidad de faseolinas presenta un gradiente de variación que va del oeste al este del país. Dichos autores mostraron que la variabilidad molecular, utilizando marcadores AFLPs, distingue grupos según la región de origen.

El material genético de frijol domesticado (*P. vulgaris*) proveniente de Mesoamérica presenta tres haplotipos de ADN del cloroplasto, típicos de los materiales silvestres de frijol. De estos tres haplotipos, dos se encuentran en materiales silvestres provenientes de Guatemala y conforman el genoma de las cuatro razas de frijol cultivado presentes en Mesoamérica (Mesoamérica, Durango, Jalisco y Guatemala). El llamado haplotipo I es el único presente en la raza Guatemala y se puede encontrar en los materiales silvestres de frijol de Chiapas y en los de la parte occidental y central de Guatemala (Pickersgill, Chacón y Debouck, s.f.). Esto indica que la raza Guatemala fue domesticada acá o en Chiapas, tal como fuera sugerido previamente por Beebe *et al*. (2000).

Además, en los materiales silvestres de Mesoamérica se presentan nueve haplotipos, cuatro presentes en Guatemala y uno de ellos (el conocido como G), único y no presente en ningún material cultivado (Pickersgill, Chacón y Debouck, s.f.).



Figura 3. *Phaseolus vulgaris* silvestre. Crédito: Azurdia, C.

Phaseolus dumosus es una especie cultivada en México, Centroamérica y parte de América del Sur. Poblaciones en estado silvestre se

encuentran solamente en el altiplano central y suroccidental de Guatemala, por lo cual se considera que dicha especie fue domesticada en el país (Figura 4).

Schmit y Debouck (1991), mediante el uso de proteínas de almacenamiento en la semilla, descubrieron la existencia de 10 patrones electroforéticos en algunas accesiones silvestres de Guatemala y numerosas accesiones cultivadas provenientes del continente americano. De estos patrones, ocho corresponden a materiales genéticos mesoamericanos y a dos andinos. La mayor diversidad (seis patrones) se encontró en las formas silvestres ancestrales presentes en el centro del país.

El patrón denominado "b", dominante en todos los materiales cultivados mesoamericanos, está presente, con alguna frecuencia, en materiales colombianos cultivados. Estos resultados indican que esta especie fue domesticada a partir de un ancestro silvestre aún presente en Guatemala. Otra evidencia que contribuye a sustentar esta teoría fue generada por Azurdia (1994a), quien mostró, mediante el uso de isoenzimas, marcadores moleculares tipo RAPDs con ADN total y RFLPs con ADN de cloroplasto, que las accesiones silvestres se agrupan perfectamente con las accesiones cultivadas originarias de Guatemala (Figura 5).



Figura 4. Diferentes estados en la evolución de *Phaseolus dumosus*. Crédito: Azurdia, C.

Phaseolus dumosus ha sido reconocido como resistente a la enfermedad llamada antracnosis, producida por *Colletotrichum lindemuthianum*, la cual ocasiona grandes pérdidas en el cultivo de frijol común (*P. vulgaris*). Por esta razón se utiliza *P. dumosus* como fuente de resistencia para el mejoramiento de frijol común (Mahuku *et al.*, 2002).

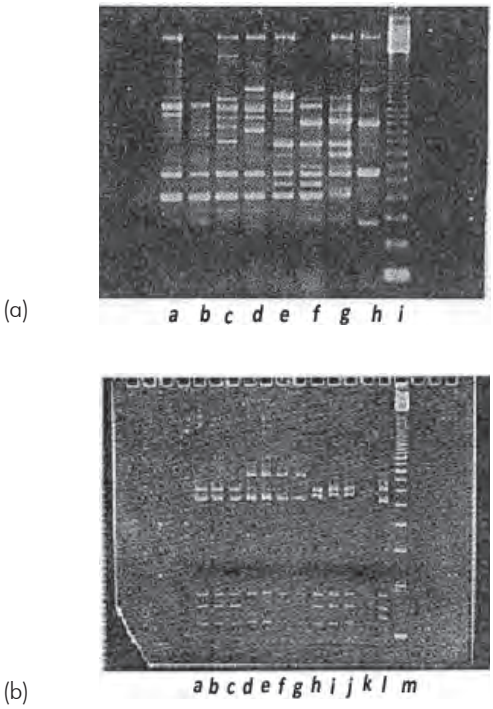


Figura 5. Diversidad genética identificada con RAPDs (a) y con RFLPs (b) en especies de *Phaseolus* de Guatemala. Crédito: Azurdia, C.

Phaseolus coccineus (Figura 6) es nativo de Mesoamérica, presenta una gran variabilidad agrupada en 19 variedades taxonómicas; de las cuales, de acuerdo con Freytag y Debouck (2002), el 21% se encuentra en Guatemala.

Análisis utilizando RAPDs revelaron que en el país existen dos grupos de *P. coccineus* silvestre; uno que está evolucionando más rápi-

damente debido a la presencia de flujo genético con materiales cultivados, y otro que permanece en estado silvestre y se caracteriza por semilla pequeña de color uniforme y porque crece en áreas no perturbadas (Azurdia, 1994a).

Por otro lado, se estableció que *P. coccineus* está más ligado a *P. dumosus* cuando se analiza el ADN nuclear, mientras que está más alejado cuando se estudia la variación en ADN citoplásmico.

Otro dato importante es el relativo a la tasa de cruzamiento y genética de poblaciones. Mediante el uso de isoenzimas, se estableció que *P. coccineus* silvestre y cultivado es una especie alógama que presenta mayor diversidad genética dentro de poblaciones que entre poblaciones (Azurdia, 1994a).



Figura 6. *Phaseolus coccineus* silvestre. Crédito: Ayala, H.

2.1.3. Maíz (*Zea mays*)

Mesoamérica es reconocida como un centro de origen y diversidad del maíz. De acuerdo con Wellhausen *et al.* (1957), en Guatemala existen 13 razas distintas y nueve sub-razas, donde se incluyen dos razas antiguas de maíz palomero o reventón, cuatro razas que fueron introducidas al país en épocas prehistóricas, y siete razas que se cree se han originado a través de hibridaciones entre razas primitivas y entre el maíz y el teocinte.

La riqueza genética anotada es considerable si se compara el número de razas de maíz presentes en México (25 razas según Wellhausen *et al.*, 1952), considerando el territorio cubierto por dicho país en relación con el guatemalteco.

De las 14 razas de maíz reportadas para Centroamérica, solamente una no se localiza en el país. Estos resultados han llevado a considerar a Guatemala como un centro de convergencia y divergencia de razas de maíz, especialmente el área occidental (Mangelsdorf y Cameron, 1942).

Estudios iniciales de tipo citogenético conducidos por McClintock (s.f.) mostraron que los materiales genéticos guatemaltecos presentan por lo menos dos tipos de nudos cromósomicos. Uno caracterizado por nudos grandes (patrón que se distribuye de México hasta Sudamérica), y otro por nudos pequeños, también predominante en la parte occidental del país. Además, se estableció que en los materiales genéticos de origen guatemalteco no existe presencia del llamado cromosoma B (cromosoma accesorio que no tiene información genética).

Estudios isoenzimáticos conducidos por Bretting, Goodman y Stuber (1990) revelaron la alta variabilidad genética presente en las razas de maíz guatemalteco. Se indica que la variación isoenzimática en este germoplasma se asocia con la altitud sobre el nivel del mar. Las razas de la parte baja se diferencian de las de la parte alta ya que, en general, estas últimas presentan mayor variación genética y mayor similitud con materiales de origen mexicano.

Bretting, Goodman y Stuber (1990) sugieren que las diferentes combinaciones isoenzimá-

ticas, cariotípicas y características morfológicas encontradas en Guatemala evolucionaron en razas de maíz locales, quizá como resultado de los diferentes regímenes selectivos impuestos por los indígenas que las cultivaron y domesticaron.

El taxon *Zea mays ssp. huehuetenanguensis* (Figura 7) es endémico para localidades de los municipios de Santa Ana Huista, San Antonio Huista, Jacaltenango y Nentón, en el departamento de Huehuetenango (USDA *et al.*, 2006).

La otra especie de teocinte (*Zea luxurians*) se distribuye en los departamentos de Jalapa y Chiquimula.

Estudios conducidos por Mano, citado por Mano *et al.* (2005), indicaron que plántulas de *Z. mays ssp. huehuetenanguensis* pueden sobrevivir después de aplicarles un tratamiento de inundación con 12 cm de agua, porque son capaces de formar una corona de raíces adventicias. Esto sugiere que el germoplasma tiene el potencial de sobrevivir en áreas anegadas, hecho que incide en la mejora del maíz para resistencia a anegamiento.

El primer paso para identificar la posición del gen o genes responsables de este comportamiento fue la elaboración de un mapa genético de maíz, mediante el análisis de la segregación F2 del cruce obtenido entre un maíz cultivado y *Z. mays ssp. huehuetenanguensis* proveniente de San Antonio Huista (Mano *et al.*, 2005). Se detectó en el genoma de *Z. mays ssp. huehuetenanguensis* la presencia de un gen que potencialmente favorece a aquellos gametos que lo portan a tener un grano con un tubo polínico que crece más rápido, esto lo convierte en un material con características avanzadas desde el punto de vista de la polinización y supervivencia en el medio natural. Adicionalmente, se estableció la probable posición de los genes responsables de la resistencia a zonas inundadas (Mano *et al.*, 2005a). Se determinó que las regiones que contienen estos genes (llamados QTL en inglés, que significa loci para caracteres cuantitativos) se encuentran en los cromosomas 4 y 8 del genoma de *Z. mays ssp. huehuetenanguensis* crucial para la creación de materiales cultivados de maíz resistentes a zonas inundadas.

2.1.4. Cebada (*Hordeum spp.*)

La cebada es un cereal de importancia mundial. Fue domesticado a partir de razas silvestres que en la actualidad se encuentran en el suroeste de Asia. El género *Hordeum* está constituido por especies con tres citotipos (2x, 4x y 6x) y sus relaciones filogenéticas son reticuladas y complejas. En América existen especies nativas de Norteamérica, Sudamérica y una endémica para Guatemala, *Hordeum guatemalense* (Figura 8), descrita como especie nueva por Bothmer, Jocobsen y Jorgensen (1985).



Figura 7. *Zea mays ssp. huehuetenanguensis*
Crédito: Azurdia, C.

Esta especie se ubica en los Cuchumatanes, específicamente en el llano de Paquix, Chiantla, Huehuetenango. Su área de distribución es pequeña, se presenta en zonas inundadas a lo largo de corrientes de agua, a menudo sumergidas, a una altitud de 3,100 msnm.

Los estudios citológicos conducidos con *H. guatemalense* muestran que es una especie tetraploide (2n=4x=28), reproductivamente aislada de otras pertenecientes al mismo género y, de alguna manera, más estrechamente relacionada con taxa norteamericanos. Es probable que su diferenciación sea resultado de su aislamiento geográfico (Bothemer y Jacobsen, 1989). Estudios moleculares conducidos con marcadores moleculares del ADN del cloroplasto expusieron que el origen de *H. guatemalense* quizá involucró la hibridación entre *H. brachyantherum* subsp. *californicum* y un genoma diploide alterado tipo H (Nishikava *et al.*, 2002).



Figura 8. *Hordeum guatemalense*. Crédito: Montes, L.

2.1.5. Papaya (*Carica papaya*)

La papaya cultivada pertenece a la especie *Carica papaya*, también presente en Guatemala en estado silvestre (Figura 9). Jobin-Decor *et al.* (1997), mediante la utilización de marcadores tipo RAPDs, indican que las especies silvestres de origen centroamericano (*C. cauliflora* y *C. quercifolia*) no son necesariamente los parientes más cercanos.

Estudios conducidos con marcadores moleculares de ADN del cloroplasto mostraron que la papaya no tiene un origen monofilético como sucede con otras especies cultivadas. Se pudo observar que esta especie se separa de otras variedades silvestres de *Carica*, se supone que evolucionó aisladamente, posiblemente en Centroamérica (Aradhya *et al.*, 1999), en la región Yucatán-Petén-Río Motagua, ya que de acuerdo con el estudio conducido por Morshidi (1996), desarrollado con especies americanas, y utilizando isoenzimas, dicha región es la más variable.

Además, el origen centroamericano de la papaya se fundamenta en el trabajo desarrollado por Mallikarjuna *et al.* (1999) mediante el uso de marcadores moleculares.



Figura 9. *Carica papaya* silvestre. Crédito: Azurdia, C.

2.1.6. Camote (*Ipomoea batatas*)

Estudios conducidos por Zhang *et al.* (2000) y Dapeng *et al.* (2000) revelaron, mediante el uso de marcadores moleculares del tipo microsatélite y AFLPs respectivamente, que

el camote es originario de Mesoamérica. En Guatemala se encuentran presentes diferentes especies de *Ipomoea* silvestres (Figura 10), dentro de las cuales está *Ipomoea trifida*, considerada como el pariente silvestre más cercano del camote cultivado (Jarret y Austin, 1994; Huang y Sun, 2000).

Por otro lado, en el análisis conducido por Zhan *et al.* (2000) se observó que el material cultivado de origen guatemalteco, identificado como GUA 940, procedente de Uspantán, Quiché (Azurdia y González, 1986), presenta un fragmento único que lo diferencia de 24 materiales genéticos cultivados de Latinoamérica.

2.1.7. Yuca (*Manihot esculenta*)

En relación con el origen de la yuca (*Manihot esculenta*) se han postulado dos centros de origen, uno ubicado en Sudamérica y el otro en Mesoamérica (Roger y Appan, 1973). Diversos estudios muestran que el probable origen de esta especie es sudamericano (Fregene *et al.*, 1994; Olsen y Schaal, 1999).



Figura 10. *Ipomoea* silvestre creciendo como ruderal. Crédito: Azurdia, C.

Sin embargo, la diversidad genética presente en Mesoamérica es alta. Por ejemplo, dos estudios recientes (Chavarriaga *et al.*, 1999 y Fregene *et al.*, 2003) revelaron la presencia de alelos únicos en "landraces o variedades locales" de Guatemala, con una frecuencia suficientemente alta, lo cual sugiere a Mesoamérica como un centro de diversidad de yuca.

Estos estudios se realizaron con pocos materiales genéticos. Montes *et al.* (2004) condujeron un análisis con una muestra más amplia de variedades locales (120) de origen guatemalteco. Los resultados revelaron la presencia de alelos únicos propios de Guatemala generados por marcadores de tipo microsatélite (Figuras 11 y 12), lo cual provee evidencia adicional para considerar al país como otro centro de origen de la yuca.

El siguiente paso que se desarrolla es el análisis detallado de las secuencias de fragmentos amplificados, a partir de segmentos de ADN, en un grupo de variedades locales y accesiones silvestres de origen guatemalteco (Azurdia, Montes y Fregene, 2005).

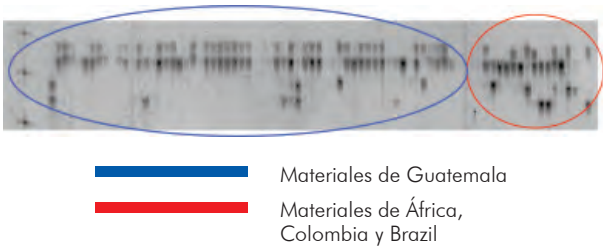


Figura 11. Diversidad de alelos en yuca procedente de Guatemala, comparado con material genético de otras latitudes. Información obtenida con el microsatélite ssry-21. Fuente: Montes *et al.* (2004)

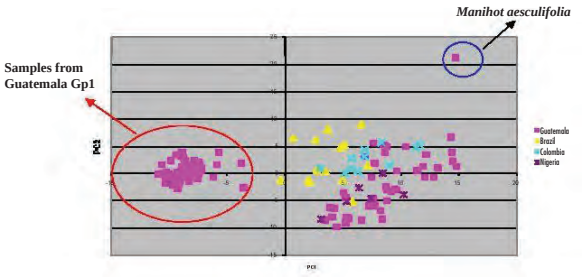


Figura 12. Diversidad genética de yuca cultivada (*Manihot esculenta*) presente en Guatemala, comparada con materiales genéticos de otras partes del mundo. Fuente: Montes *et al.* (2004)

En Guatemala se encuentra la especie silvestre *Manihot aesculifolia* que, según Roger y Appan (1973), figura entre las más emparentadas con la yuca cultivada, por lo cual puede ser importante en mejoramiento (Figura 13). Jennings (1995) cita que *M. aesculifolia* ofrece genes con resistencia a suelos calcáreos.

2.1.8. Güisquil (*Sechium edule*)

El güisquil es una especie nativa del sur de México y Guatemala, países donde se encuentra la mayor diversidad, así como la presencia de materiales silvestres y la especie silvestre más emparentada (*S. compositum*) (Figura 14).

Azurdia *et al.* (2005b) muestran, mediante el uso de isoenzimas, que los materiales cultivados en huertos familiares de la parte fría y cálida del departamento de Alta Verapaz se diferencian por las frecuencias alélicas y por los niveles de heterocigosidad reportados.



Figura 13. *Manihot aesculifolia*. Crédito: Azurdia, C.

El uso de AFLPs (Figura 15) mostró que los materiales cultivados en huertos familiares no se diferencian claramente de los materiales utilizados en plantaciones comerciales, ello se debe posiblemente a que estos últimos materiales genéticos no son el resultado de un programa intensivo de mejoramiento. Por lo tanto, aún no hay diferenciación genética clara entre ambos tipos de materiales genéticos.

Se concluye que existe diversidad a nivel de huerto familiar, entre localidades y, de alguna manera, entre ecorregiones (fría y cálida).

Por último, Azurdia *et al.* (2005b), con base en información morfológica, isoenzimática y molecular; proponen una metodología para determinar áreas mínimas de conservación *in situ* en huertos familiares.



Figura 14. *Sechium compositum* y diversidad de güisquil cultivado (*Sechium edule*). Crédito: Azurdia, C.

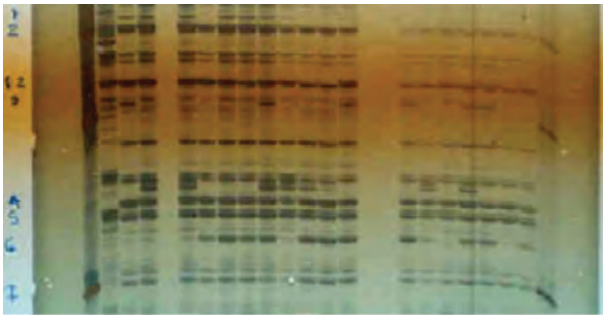


Figura 15. Diversidad en *Sechium edule*, identificada mediante el uso de AFLPs. Crédito: Azurdia *et al.* (2005b)

2.1.9. Cacao (*Theobroma cacao*)

Estudios desarrollados por Motamayor y Lanaud (2002) sugieren que el centro de origen del cacao es Sudamérica, de donde se movilizó una pequeña parte para Mesoamérica; según Wolters (1999), no existe evidencia de domesticación en tiempos precolombinos en la Amazonia, su hábitat natural. En Mesoamérica se originaron algunas mutaciones responsables de las características del fruto. Estas mutaciones fueron seleccionadas por los agricultores y han dado origen a la

alta diversidad morfológica que existe hoy en dicha región.

Esta diversidad puede verse reflejada en la presencia de materiales resistentes a enfermedades. Por ejemplo, Marita *et al.* (2001) mostraron que de los materiales genéticos evaluados contra la enfermedad llamada "escoba de bruja", solamente un material de origen mesoamericano presenta resistencia: el identificado como SGU 26, procedente de Guatemala.

2.1.10. Jocote (*Spondias purpurea*)

El centro de origen del jocote (*Spondias purpurea*) es Mesoamérica (Figura 16). Recientemente se descubrió que existen dos centros de origen en Mesoamérica, uno localizado en el centro occidental de México y el otro en la parte sur de México y Centroamérica (Miller y Schaal, 2005). El segundo centro tiene su posible origen a partir de materiales genéticos, con un haplotipo presente en materiales silvestres aún disponibles en Guatemala (Villa Canales) y en El Salvador.

Además, en los materiales cultivados de Mesoamérica se encontraron cinco haplotipos no presentes en materiales silvestres. Uno de ellos, el reconocido como AE, se obtuvo a partir de un cerco vivo de Guatemala.

La presencia de haplotipos únicos en hábitats donde se desarrolla agricultura informal (huertos familiares, cercas vivas) provee sustento para indicar que la agricultura tradicional es un reservorio importante de variabilidad genética de especies cultivadas, en especial cuando las poblaciones silvestres de la especie cultivada están declinando.

Estudios adicionales desarrollados por Miller y Schaal (2006), utilizando marcadores AFLPs, confirman la presencia de los dos centros de origen mencionados. Los estudios indican que de todos los materiales cultivados originarios de Mesoamérica que evaluaron, la población proveniente de huertos familiares presente en las faldas de la Sierra de las Minas, en jurisdicción de Río Hondo, Zacapa, reporta el porcentaje más alto de loci polimórficos.



Figura 16. Frutos de *Spondias purpurea*. Crédito: Ayala, H.

2.1.11. Madrecacao (*Gliricidia sepium*)

Madrecacao (Figura 17) es una especie nativa de Mesoamérica, cuyas flores son usadas como fuente de alimento humano, para la alimentación de ganado y la instalación de cercas vivas.



Figura 17. Arbol de madrecacao. Crédito: Ixmalej, A.

Se considera que existen dos especies: *Gliricidia sepium*, distribuida en la costa pacífica desde el centro mexicano hasta Panamá, y *G. maculata*, localizada en la península de Yucatán.

Análisis de ADN genómico mediante el uso de marcadores RAPDs mostraron que materiales procedentes de Poptún, Petén, presentan características de ambas especies, por lo cual pueden considerarse como un híbrido (Dawson y Chamberlain, 1996).

Además, análisis de ADN de cloroplasto mediante el uso de RFLPs revelaron la existencia de cinco genomas, dos de ellos pertenecientes a la especie *G. maculata* y tres propios de germoplasma de *G. sepium* procedentes de México y Centroamérica. De éstos, al menos cuatro se encuentran en Guatemala. La mayor variación en términos de ADN de cloroplasto proviene de accesiones procedentes del este de México, Guatemala y áreas adyacentes a Honduras.

Una explicación para este patrón de variación puede ser que las poblaciones ancestrales de esta especie se encuentran en el país y en regiones cercanas (Lavin, Mathews y Hughes, 1991).

El análisis de ocho poblaciones provenientes de Mesoamérica, mediante análisis de isoenzimas, mostró que las poblaciones procedentes de la costa sur de Guatemala, precisamente de Ocosito y Monterrico, son las que presentan más alta heterocigosidad (Dawson y Chamberlain, 1996).

Estudios más detallados conducidos por estos mismos autores en poblaciones de Monterrico, mediante el uso de ADN mitocondrial, indican que existe variación subpoblacional porque se pueden encontrar dos haplotipos de ADN mitocondrial. Como resultado de estos estudios, en la actualidad se da énfasis, en un programa de mejoramiento, al uso de germoplasma procedente de Monterrico y Retalhuleu (Dawson y Chamberlain, 1996).

2.1.12. Aguacate *(Persea americana)*

El aguacate (*Persea americana*) cultivado corresponde a tres subespecies que son también reconocidas como razas. Así, se cuenta con *Persea americana ssp. americana* (raza antillana), *P. americana ssp. guatemalensis* (raza guatemalteca) y *P. americana ssp. drymifolia* (raza mexicana). Existe otra especie cultivada (*P. schiedeana*) que no está directamente emparentada con el aguacate común. Todas las especies cultivadas mencionadas se encuentran en el país, junto a cinco especies silvestres que están filogenéticamente emparentadas con el aguacate, por lo que se consideran como sus posibles ancestros. Se trata de *P. standleyi*, *P. steyermarkii, P. tolimasensis, P. zentmeyrii* y *P. americana* var. *nubigena* (Bergh, 1995; Buffer y Ben-Ya'acov, 1992; Furnier, Cummings y Clegg, 1990; Zentmyer y Schieber, 1990; Scora y Ahmed, 1993).

El análisis desarrollado por Furnier, Cummings y Clegg (1990), utilizando RFLPs, reveló que la raza guatemalteca pudo haber aparecido como resultado de la hibridación de *P. steyermarkii* como el progenitor femenino (dos mutaciones del ADN del cloroplasto similares) con *P. americana* var. *nubigena* (una mutación del ADN mitocondrial similar) (Figura 18).

Estudios desarrollados por Ashworth y Clegg (2003), empleando marcadores moleculares del tipo microsatélite, confirmaron la separación de las tres subespecies ya mencionadas. Además, se comprobó la alta diversidad genética presente entre accesiones de origen guatemalteco.



Figura 18. *Persea americana* var. *nubigena*
Crédito: Azurdia, C.

2.1.13. Loroco *(Fernaldia pandurata)*

El loroco es una especie nativa de Mesoamérica utilizada en alimentación humana sólo en El Salvador y Guatemala. Se reportan dos especies, *Fernaldia pandurata* y *F. brachypharynx* (Figura 19), y esta última es endémica del departamento de Escuintla.

Análisis molecular utilizando marcadores RAPDs, conducidos con materiales silvestres y cultivados de origen salvadoreño, y dos accesiones correspondientes a las especies silvestres de Guatemala (López, Montes, Azurdia, 2005), mostraron que no existe una clara separación entre los materiales silvestres y los cultivados. Ello implica que los llamados cultivados aún no han sufrido un proceso de domesticación significativo que los separe de sus parientes silvestres.

Además, los materiales silvestres guatemaltecos se distribuyen en diferentes grupos dentro del fenograma elaborado. Por esta razón, se puede inferir que los materiales genéticos salvadoreños comparten características genéticas con los silvestres de origen guatemalteco.

(a)



(b)



(c)



Figura 19. Dos especies de loroco. a. *Fernaldia brachyphrarynx* b. *Fernaldia pandurata* silvestre. c. Diferencias entre las flores de las dos especies. A la izquierda de la moneda se tienen flores de *P. pandurata* y a la derecha, flores de *P. brachypharynx*. Crédito: Azurdia, C.

2.1.14. Algodón *(Gossypium hirsutum)*

Más del 90% de la producción mundial de algodón proviene de cultivares modernos de *Gossypium hirsutum*, denominado Upland cotton. Se mencionan dos áreas geográficas de diversidad, una en el sureste de México y Guatemala, y la otra en el Caribe (Wendel *et al.*, 1992).

Las variedades más productoras tipo "upland" que dominan el mercado mundial tienen su origen a partir de materiales locales semidomesticados, procedentes del centro de diversidad cercano a la frontera mexicano-guatemalteca (Hutchinson *et al.*, 1947), lo cual se ha confirmado mediante datos genéticos (Wendel *et al.*, 1992).

Los algodones de las planicies de los Estados Unidos, cultivados principalmente en Texas y Oklahoma, fueron derivados a partir de introducciones mexicanas mejoradas con diversidad genética procedente de germoplasma q'eqchi', recolectado en Guatemala durante la primera década del siglo XX (Wendel, 1995).

Estudios más detallados, utilizando marcadores moleculares (Brubaker y Wendel, 1994), mostraron que las poblaciones de algodón presentes en las costas de Yucatán son verdaderas poblaciones silvestres, las cuales están geográficamente cerca de formas agronómicas primitivas. Esto implica que la península yucateca puede ser el centro primario de origen, a partir del cual surgió el centro secundario localizado en el sureste mexicano y en Guatemala.

2.1.15. Injerto *(Pouteria viridis)*

El injerto es una especie sapotácea frutal nativa de Centroamérica (Figura 20). En la actualidad se considera como una alternativa para la diversificación frutícola de la región (Azurdia, 2006). En Guatemala se encuentra principalmente en áreas templadas y su uso no ha sido muy difundido.

Estudios conducidos en Centroamérica (Azurdia, 2004) revelaron la alta diversidad que se puede encontrar en la región. Sin embargo, el análisis de diversidad mediante el uso de marcadores morfológicos evidenció que la mayor riqueza y diversidad genética se encuentra en el departamento de Alta Verapaz (Figura 21).

Estudios más detallados, que utilizaron marcadores bioquímicos con materiales genéticos de Guatemala, revelaron la presencia de polimorfismo en las cinco enzimas estudiadas. Peroxidasa resultó ser la más variable, a tal grado que la mayoría de los materiales genéticos presentan su propio zimograma, lo cual indica que sólo con estudiar esta enzima se puede diferenciar los materiales genéticos en estudio. La serie de zimogramas obtenidos para las cinco enzimas polimórficas muestra que ninguna accesión de *P. viridis* es similar a otra. Es decir, cada una de ellas puede ser identificada plenamente por una combinación particular de bandas (Azurdia, Mejía y Nufio, 1997).

El fenograma resultante del análisis isoenzimático mostró que los materiales de Alta Verapaz están presentes en los dos grupos de diversidad genética formados. Ello podría corroborar, en parte, lo planteado por Azurdia (1994) y Azurdia *et al.* (1997b) que indican, con base en información de tipo etnobotánico, morfológico y presencia de parientes silvestres, que *P. viridis* podría ser originario del área altaverapacense.



Figura 20. Diversidad en frutos de injerto
Crédito: Azurdia, C.

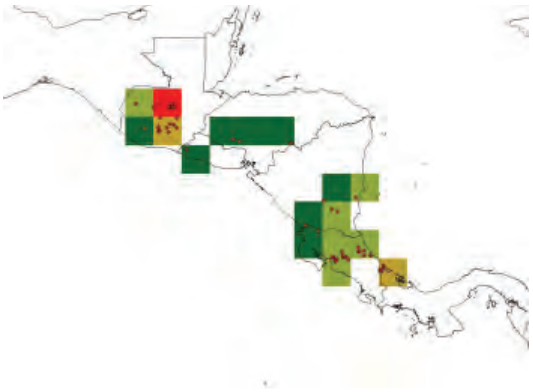


Figura 21. Riqueza de *Pouteria viridis* en Centroamérica. El color rojo identifica al área con mayor concentración Crédito: Azurdia, 2006

2.2. Especies forestales

2.2.1. Caoba (*Swietenia macrophylla*)

La caoba es una especie neotropical que se encuentra enlistada en el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), debido a que está extinta en la mayoría de las áreas de su distribución original. En Guatemala aún existen poblaciones en el norte de Petén, precisamente en la Reserva de la Biósfera Maya (Figura 22).

Estudios genéticos conducidos por Vásquez (1998) en materiales procedentes de Centroamérica y México, utilizando marcadores moleculares tipo RAPDs, mostraron que los materiales guatemaltecos poseen el índice de diversidad genética más alto (ya sea el de Shannon o bien el de Nei). Además, estas mismas poblaciones presentan la varianza más alta dentro de procedencias. Vásquez menciona que en Centroamérica se encuentran dos grupos de diversidad, uno constituido por materiales genéticos procedentes del sur (Costa Rica y Panamá) y el otro por el resto de países estudiados.

Es interesante resaltar que las accesiones procedentes de Guatemala se distribuyen en los diferentes subgrupos formados, lo cual muestra la diversidad existente en dichas poblaciones.



Figura 22. Árbol de caoba en el Parque Nacional Tikal. Crédito: Azurdia, C.

Estudios complementarios conducidos por Gillies *et al.* (1999) señalan que los materiales genéticos procedentes de La Técnica, Petén, presentan mayor diversidad genética con los diferentes cebadores utilizados. Esta población es la que reporta el valor más alto de heterocigosidad.

Otro dato importante reportado por estos autores es que las poblaciones estudiadas presentan mayor variación dentro de las poblaciones que el reportado entre poblaciones. Este elemento es crucial en la planificación de metodologías de muestreo y conservación.

Estudios más recientes utilizando marcadores moleculares tipo microsatélite confirmaron la existencia de dos grupos de diversidad genética en México y Centroamérica. Además, de nuevo se muestra la alta diversidad genética latente en poblaciones de caoba de Betel y Tikal, Petén. En Betel se reporta uno de los valores más altos de alelos (8.57 en promedio, con un rango de 5-13). Además, esta población presenta tres alelos únicos (Novick *et al.*, 2003).

2.2.2. Pinabete *(Abies guatemalensis)*

Abies guatemalensis (Figura 23) es la única especie de *Abies* presente en Guatemala, y está distribuido desde la parte sur de México hasta El Salvador y Honduras.

Esta especie se encuentra en peligro de extinción, por lo cual está considerada dentro de la Convención CITES.

El estudio conducido por Aguirre-Planter *et al.* (2000) indica que las poblaciones de pinabete muestran bajos niveles de variación genética (número de alelos por locus, heterocigosidad observada vrs. heterocigosidad esperada, porcentaje de loci polimórficos), baja diversidad genética dentro de las poblaciones y alta entre poblaciones. Estas carac-



Figura 23. *Abies guatemalensis* del altiplano occidental de Guatemala. Crédito: Roma, R.

terísticas son contrastantes por ser propias de especies autógamas, con distribución geográfica reducida y poblaciones pequeñas.

Se sabe que el pinabete es una especie alógama con distribución geográfica relativamente alta, pero sus poblaciones naturales son de tamaño reducido por la presión que han tenido; además, están separadas una de otra considerablemente (aislamiento), hecho que implica la presencia de endogamia.

Desde el punto de vista de conservación *in situ* es recomendable conservar el mayor número de poblaciones de pinabete antes que conservar pocas poblaciones de tamaño más grande.

2.2.3. Pinos *(Pinus spp.)*

En Guatemala se reportan nueve especies de pino y siete variedades (Fargon y Styles, 1997). De éstas, *P. caribae* var. *hondurensis*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi* y *P. oocarpa* han recibido más atención por ser considerados recursos forestales importantes para el país, así como para su expansión a otras latitudes. La poca investigación realizada sobre los pinos de Guatemala se centra en esas especies. Por ejemplo, se conoce que los pinos del grupo Oocarpae de Mesoamérica (dentro de los cuales se encuentran *P. oocarpa* y *P. tecunumanii* de Guatemala) representan un grupo de variación distintivo al compararlo con especies del grupo Australe, el cual tiene distribución geográfica más amplia (Dvorak *et al.*, 2000a).

Hodge y Dvorak (1999) mencionan que especies del grupo Oocarpae (*P. oocarpa* y *P. tecunumanii*) son mucho más resistentes a la enfermedad llamada cáncer de la médula (causada por *Fusarium subglutinans*), que las especies del grupo Australe. Ensayos en *P. maximinoii* de materiales procedentes de San Jerónimo, Baja Verapaz, conducidos en Brasil, Colombia y Sudáfrica, han mostrado que son una de las especies más productivas (Dvorak *et al.*, 2000).

Referente a *P. tecunumanii*, Dvorak *et al.* (1999) reportan que existe en Guatemala una población de tamaño grande con presencia de alelos específicos con alta frecuencia, y que estos alelos se presentan en alta frecuencia en poblaciones más pequeñas localizadas a distancia considerable. Este elemento debe ser considerado cuando se planifique conservación *in situ* de esta especie.

Por aparte, *P. chiapensis* se considera como un taxón con poblaciones en peligro de extinción. Se distribuye principalmente en México, pero en el departamento de Huehuetenango, Guatemala, se reportan las poblaciones más extremas de su distribución.

Estudios conducidos por Newton *et al.* (2002) muestran que la población huehueteca de Barillas reporta un índice de diversidad genética más bajo que el del promedio de las poblaciones analizadas, así como la presencia de un perfil genético basado en ADN de mitocondria, similar al de materiales genéticos provenientes de Chiapas. La disminución de la diversidad genética podría deberse al tamaño reducido de las poblaciones aún presentes en Huehuetenango, tal como ha sido reportado y discutido para el pinabete (*Abies guatemalensis*).

3. IMPLICACIONES EN LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD

Las estrategias adecuadas de conservación de la biodiversidad (*in situ* o *ex situ*) dependen de datos como localización, distribución, tipo y cantidad de diversidad genética. La caracterización molecular, conjuntamente con otro tipo de elementos; es decir, datos morfológicos y georreferenciados, proporcionan información confiable para estimar la can-

tidad de diversidad genética, estructura de la diversidad en muestras y en poblaciones, tasas de divergencia genética entre poblaciones y distribución de diversidad genética en poblaciones presentes en diferentes localidades (De Vicente *et al.*, 2005).

Toda esta información orienta las actividades de conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Algunas implicaciones se discuten en los siguientes apartados.

3.1. Nuevas áreas de conservación *in situ*

El objetivo de las áreas de conservación *in situ* consiste en tener representada la máxima variabilidad en los niveles de diversidad conocida (es decir, ecosistemas, poblaciones y genes), por lo que el conocimiento de la distribución de la variabilidad de la biodiversidad comparada con el actual sistema de áreas protegidas puede mostrar la presencia de vacíos.

El establecimiento de nuevas áreas de conservación puede responder a diferentes criterios. Por ejemplo, la presencia de especies endémicas no protegidas, especies con alto valor cultural y económico, ecosistemas especiales no incluidos en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, etcétera.

Un ejemplo importante por considerar es la presencia del maíz silvestre conocido como teocinte (*Zea mays ssp. huehuetenanguensis*), en el departamento de Huehuetenango, donde, a pesar de su importancia, no existe ningún área protegida que incluya las escasas poblaciones aún presentes. El establecimiento de un área protegida en este departamento puede incluir otras especies importantes de la agrobiodiversidad como *Phaseolus vulgaris* silvestre, *Cucurbita lundelliana* (pariente silvestre del ayote) y varias especies silvestres de *Solanum*, emparentadas con la papa (*Solanum tuberosum*).

Otro caso interesante, que indica la importancia del conocimiento de la distribución de la biodiversidad, es el relacionado con *Abies guatemalensis*.

Como se indicó con anterioridad, el hecho de que las pocas poblaciones existentes se diferencien en cuanto a su diversidad genética obliga a que se tenga que proteger una mayor cantidad de áreas para incluir más poblaciones, y de esta manera tratar de conservar la diversidad genética aún presente en el territorio nacional.

3.2. Apoyo a otras metodologías de conservación

En Guatemala no existe ningún programa que apoye la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad mediante el uso de huertos familiares y parcelas de agricultores con manejo tradicional.

Los estudios moleculares conducidos sobre *Capsicum* en los huertos familiares de Alta Verapaz (Guzmán *et al.*, 2005) demuestran la importancia de estos sistemas como reservorio de diversidad genética.

Estudios similares conducidos en especies frutales que crecen en huertos familiares llegaron a similares conclusiones (Azurdia, Ayala y Montes, 2005a). Mediante el uso de marcadores isoenzimáticos y moleculares (marcadores AFLPs), Azurdia *et al.* (2005b) recomiendan el establecimiento de una unidad de conservación *in situ*, constituida por diferentes sistemas de huertos familiares en Alta Verapaz.

El ejemplo del jocote, ya discutido, es interesante ya que, las formas de conservación *in situ* (huertos familiares y cercas vivas) conservan más variabilidad genética comparada con la contenida en poblaciones silvestres, debido a que éstas han sido casi eliminadas en su área de distribución.

Por otro lado, el concepto de colección nuclear fue referido para la utilización de una parte del germoplasma presente en grandes colecciones *ex situ*. En esta muestra, se considera que contiene la diversidad genética contenida en toda la colección almacenada en los bancos de germoplasma. Sin embargo, Azurdia *et al.* (1997a) proponen la inclusión de este concepto como una metodología de conservación.

En esencia, se sugiere tener una muestra representativa de accesiones de aquellas especies arbóreas, principalmente las que poseen semillas recalcitrantes (no se pueden almacenar en condiciones de baja temperatura), de las cuales no es posible contar con muchas accesiones por el espacio requerido para su establecimiento en una colección de campo.

Parte de la información requerida es la diversidad bioquímica y molecular contenida por un número alto de poblaciones normalmente presentes en condiciones silvestres o bajo otro sistema de manejo; es decir, huertos familiares o en parcelas de agricultores manejadas con tecnología tradicional.

3.3. Métodos de muestreo y decisiones referentes a tamaño y número de poblaciones por conservar

Mediante el uso de marcadores de expresión codominante (bioquímicos o moleculares) se establece el tipo de cruzamiento de las poblaciones de una especie. Así, se pueden conocer parámetros relativos a la genética de poblaciones.

Información relativa a tasa de cruzamiento, heterocigosidad esperada y observada, y la diversidad genética entre y dentro de poblaciones, son parámetros que orientan el muestreo de diversidad genética.

Por ejemplo, en poblaciones alógamas o de polinización cruzada (pinos, maíz, sapotáceas), la diversidad genética más alta se encuentra dentro de los componentes de una población antes que entre poblaciones (Azurdia, Ayala y Guarino, 2000). En este sentido, la recomendación es muestrear menor número de poblaciones (al no haber mucha diferencia entre ellas), pero incrementando el número de individuos muestreados en dichas poblaciones, ya que la variabilidad es alta dentro de la población.

Similar lógica se aplica cuando se tiene que contestar a la pregunta relacionada con el tamaño y número de áreas por conservar. Es decir, en especies alógamas se recomienda reducir el número de poblaciones por conservar, pero se necesita incrementar su tamaño. Esto es aplicable siempre y cuando las poblaciones objeto de estudio no hayan sufrido disminución de su diversidad genética por efectos de sobreexplotación del recurso, tal como ha sido discutido para el pinabete en Guatemala.

3.4. Complementariedad entre las dos formas de conservación (*in situ* y *ex situ*)

Las formas de conservación *ex situ* (bancos de semillas, colecciones vivas, colección *in vitro*, bancos de genes) funcionan como complemento a la conservación *in situ*. Los problemas que presentan, entre otros, son el costo de mantenimiento constante, el cese de la evolución de las especies, el peligro inminente de pérdida del germoplasma almacenado y el riesgo de creación de mutaciones en el material almacenado.

Sin embargo, esta metodología puede tener amplia utilidad cuando se pretende conservar y comercializar la biodiversidad, pues así se reduce la presión sobre el recurso conservado *in situ*.

Desde el punto de vista de conservación propiamente dicha, las dos metodologías son

complementarias. Por ejemplo, Guzmán *et al.* (2005) mostraron que la diversidad genética conservada *in situ*, en materiales de *Capsicum* en huertos familiares, es equivalente a la diversidad genética presente en la colección nacional *ex situ*. Por lo tanto, es evidente el papel que juegan los huertos familiares en la conservación de la biodiversidad. Además, se manifiesta la necesidad de realizar más colecciones en Alta Verapaz, donde existe la posibilidad de encontrar más diversidad genética que aún no está presente en la colección nacional.

Otro ejemplo interesante es el que presentan Azurdia, Ayala y Montes (2005) cuando comparan la diversidad genética presente en poblaciones de zapote en huertos familiares versus poblaciones en estado silvestre. Se reporta que bajo las diferentes formas de conservación se tiene diferente variabilidad genética, por lo cual la conclusión a que llegan es que la diversidad genética, en este caso, se debe conservar mediante el uso de huertos familiares y poblaciones silvestres.

3.5. Conservación *ex situ*

Para el manejo adecuado de las colecciones mantenidas *ex situ* se necesita conocer la diversidad genética existente en ella.

El uso de marcadores bioquímicos y moleculares ayuda a identificar esta diversidad, así como a orientar las actividades tendientes a la conservación y uso del germoplasma conservado. Por ejemplo:

- Establecimiento taxonómico, domesticación y estado evolutivo de la especie conservada.
- Estrategias de muestreo de germoplasma más adecuadas para conocer los sitios prioritarios en los que se encuentra la variabilidad genética de una especie en particular.
- Identificación de accesiones duplicadas en la colección.
- Identificación de genes útiles y enriquecimiento de la colección con estos materiales.
- Reconocimiento del papel que juegan los parientes silvestres en el perfeccionamiento de los materiales que han sido mejorados.
- Determinación del tamaño adecuado de la colección sin correr el riesgo de disminuir su variación genética.
- Establecimiento de colecciones núcleo para facilitar la utilización de las colecciones *ex situ*.
- Desarrollo de la huella genética de accesiones importantes en mejoramiento genético.

3.6. Otros usos

- Desarrollo de la investigación básica para establecer elementos sustantivos que respalden los análisis de riesgo ante la introducción de organismos vivos modificados que provoquen contaminación genética de la biodiversidad guatemalteca. Estos estudios incluyen aspectos como relaciones filogenéticas entre especies, estructura genética de las poblaciones, identificación de marcadores clave para el monitoreo, tasa de cruzamiento, distribución de la diversidad genética, etcétera.
- Esta información también puede aplicarse en el campo del uso sostenible de la biodiversidad, precisamente en el establecimiento de aquellas poblaciones de determinada especie que se seleccionen para desarrollar bioco-

mercio y su posterior monitoreo, para asegurar el mantenimiento de la diversidad genética contenida en ellas.

4. ALGUNOS RETOS INMEDIATOS

- Posicionamiento de Guatemala en el orden internacional basado en la riqueza de su biodiversidad. Por ejemplo, continuar con los trámites para que el país sea miembro del grupo de países reconocidos como "megadiversos", el cual tiene su espacio en todos los foros internacionales relacionados con el Convenio de Diversidad Biológica. Además, se puede acceder a mayor apoyo económico proveniente de fuentes financieras vinculadas con el tema de la biodiversidad. Por ejemplo, la nueva política de asignación monetaria de algunos donantes está basada, en parte, en la riqueza de biodiversidad de cada país.

- Apoyo a las instituciones de investigación y educación superior para promover el uso de las técnicas bioquímicas y moleculares relacionadas con la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Es necesario introducir cursos sobre esta temática a nivel de pregrado y posgrado en las universidades nacionales. A su vez, debe impulsarse el desarrollo de la investigación mediante la búsqueda de financiamiento nacional e internacional.

- Priorización de especies para desarrollar este tipo de estudio. Por ejemplo, los estudios sobre especies endémicas de Guatemala pueden establecer su diversidad genética y, también, orientar las metodologías de muestreo y conservación con una base científica. Otras especies de importancia son aquéllas consideradas en proceso de extinción (los ejemplos discutidos acerca del pinabete y teocinte aclaran mejor este punto), así como las que tienen importancia económica real o potencial. Un buen ejemplo que engloba los elementos discutidos es *Hordeum guatemalense*, pariente silvestre de la cebada para el cual se deben desarrollar estudios moleculares en sus pocas poblaciones existentes, porque es una especie endémica, en proceso de extinción, que tiene un alto valor en el mejoramiento genético de este cereal.

5. GLOSARIO

Accesión: Muestra de germoplasma representativa de uno o varios individuos de la población.

AFLP: Tecnología de análisis molecular que busca diferencias (polimorfismos) en el ADN mediante el uso de enzimas de restricción, amplificación mediante el uso de termociclador y separación de fragmentos en geles de alta resolución.

Cariotipo: Número, tamaño y morfología de los cromosomas presentes en una especie. Algunas veces se utiliza el término para describir fotos micrográficas de preparaciones de arreglo de cromosomas.

Codominante: Condición donde dos alelos de un gen se expresan cuando están en condiciones heterocigóticas.

Colección núcleo: Muestra representativa de una colección de germoplasma, de la cual se estima que contiene variabilidad genética. El 10% de la colección original puede ser considerada como una colección núcleo.

Fenograma: Diagrama en forma de árbol donde se muestran las relaciones de similitud o diferencia entre elementos de un sistema.

Fingerprinting: Patrón de variación molecular obtenido mediante marcadores moleculares o bioquímicos que identifica a un individuo en particular.

Haplotipo: Representación simbólica de una combinación de alelos físicamente cercanos o unidos y pertenecientes a un grupo de genes relacionados.

Isoenzimas: Formas múltiples que posee una enzima.

Landrace: También conocida como variedad local. Es una variedad desarrollada por los agricultores en condiciones agroecológicas y socioeconómicas particulares. Se asocia con aquella agricultura manejada con tecnología agrícola tradicional.

Marcadores moleculares: Identificación de segmentos de ADN correspondientes a regiones expresadas o no del genoma. Los más informativos son aquéllos con expresión codominante.

Marcadores bioquímicos: Identificación de fenotipos provenientes de la expresión de proteínas. Las más utilizadas son las proteínas de almacenamiento de las semillas y las llamadas isoenzimas. Estas últimas tienen expresión codominante.

Microsatélite: Secuencia de ADN altamente repetitiva. La variación en el número de estas secuencias se emplea como carácter diferencial para análisis de diversidad genética. En este sentido, se convierte en un marcador molecular donde se utilizan segmentos identificadores de la secuencia, amplificación de la misma y separación e identificación de los fragmentos mediante el uso de un gel de alta resolución.

Nudo cromosómico: Término usado en citogenética para nombrar a un cromosoma específico que tiene la capacidad de teñirse intensamente y de servir como punto de referencia. Este tipo de cromosoma se identifica inmediatamente en el estado de meiosis.

Primer: Cadena simple de ADN usada para iniciar la reproducción de un segmento de ADN por parte de ADN polimerasa III. En el uso de marcadores moleculares, esta cadena simple es creada artificialmente y utilizada para identificar y ampliar cadenas de ADN mediante el uso de un aparato artificial llamado termociclador.

QTL: Conjunto de genes responsables de la expresión de caracteres de tipo cuantitativo.

RAPD: Marcador molecular que emplea *primers* para amplificación de segmentos de ADN al azar.

Raza: Poblaciones diferenciadas de otras de la misma especie por tener características propias.

RFLP: Marcador molecular que se basa en la identificación de polimorfismos de la longitud de los fragmentos obtenidos por el corte enzimático del ADN e hibridación de éstos con secuencias homólogas de ADN.

Segregación: Fenotipos presentes en la progenie debido a la separación de diferentes alelos en la planta madre.

Translocación recíproca: Intercambio recíproco de segmentos cromosómicos entre dos cromosomas no homólogos.

Zimograma: Representación esquemática de la expresión fenotípica de una enzima específica.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUIRRE-PLANTER, E.; FURNIER, G. and EGUIARTE, L. (2000). Low levels of genetic variation within and high levels of genetic differentiation among populations of species of *Abies* from southern Mexico and Guatemala. En: American Journal of Botany 87(3). p. 362-371.

2. ARADHYA, M.; MANSHARDT, R.; ZEE, F. and MORDEN, C. (1999). A phylogenetic analysis of the genus *Carica L.* (Caricaceae) based on restriction fragment length variation in a cpDNA intergeneric spacer region. En: Genetic Resources and Crop Evolution 46. p. 579-586.

3. ASHWORTH, V.E.T.M. and CLEGG, M.T. (2003). Microsatellite markers in avocado (*Persea americana Mill.*): genealogical relationships among cultivated avocado genotypes. En: Journal of Heredity 94(5). p. 407-415.

4. AZURDIA, C. (1994). Algunas reflexiones acerca del origen del injerto (*Pouteria viridis*). En: Boletín de Recursos Fitogenéticos, Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala, p. 5-6.

5. _____ (1994a.) Genetic diversity in the *Phaseolus vulgaris complex* in Guatemala. Ph D. thesis, University of California, Davis. USA, 138 p.

6. _____ (2004). Compilador. *Frutales sapotáceos centroamericanos*. Proyecto Diversidad, Conservación, Cooperación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Frutales Tropicales Nativos de América Tropical. Parte I. Sapotáceas. IPGRI. En prensa.

7. _____ (2006). Tres especies de zapote en América Tropical. Southampton Centre for Underutilised Crops. Universidad de Southampton, Southampton, UK, 216 p.

8. AZURDIA, C. y GONZÁLEZ, M. (1986). Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. FAUSAC, ICTA, CIRF. Guatemala, 256 p.

9. AZURDIA, C.; MEJÍA, L. y NUFIO, B. (1997). Variabilidad en frutales tropicales nativos de *Pouteria*, *Sapotaceae*, utilizando marcadores isoenzimáticos. En: Ciencia y Tecnología 2 (1). Guatemala, p. 3-25.

10. AZURDIA, C.; MARTÍNEZ, E.; AYALA, H. y NUFIO, B. (1997a.). Colección nuclear, una alternativa para el manejo de colecciones de germoplasma: caso del zapote en Guatemala. En: Ciencia y Tecnología 2 (1). Guatemala, p.105-114.

11. _____ (1997b.) Zapote (*Pouteria sapota*) e injerto (*Pouteria viridis*): dos entidades taxonómicas de Sapotaceae. En: Ciencia y Tecnología 2 (1). Guatemala, p. 27-44.

12. AZURDIA, C.; DEBOUCK, D.; TOHME, J.; CHACÓN, I. y GONZÁLEZ, V. (1999). Diversidad genética de *Phaseolus vulgaris silvestre* de Guatemala usando marcadores bioquímicos (faseolinas) y marcadores moleculares *(AFLPs)*. Tikalia 17 (1). Guatemala, p. 81-98.

13. AZURDIA, C.; AYALA, H. y GUARINO, L. (2000). Tasa de cruzamiento y estructura genética de la población de zapote (*Pouteria sapota*) de Sacapulas, Quiché. Ciencia y Tecnología 1 (1). Guatemala, p. 27-36.

14. AZURDIA, C.; MONTES, L. and FREGENE, M. (2005). Phylogeographic study of the origin of local guatemalan cassava varieties. CIAT. En: 2005 Annual report. p. 12-16.

15. AZURDIA, C.; AYALA, H. y MONTES, L. (2005a.) Diversidad genética y conservación *in situ* de zapote (*Pouteria sapota,* Sapotaceae) en condiciones silvestres y en huertos familiares. CONAP (Ed.). En: Documento técnico 29 (10-2005). Guatemala, p. 79-91.

16. AZURDIA, C.; AYALA, H.; ROCHA, O.; AGUILAR, G.; MAKEPEACE, O. y ROMA, R. (2005b.) Propuesta para definir unidades de conservación *in situ* en huertos familiares: caso del güisquil *(Sechium edule)* en Guatemala. CONAP (ed.). En: Documento técnico 29 (10-2005). Guatemala, p.1-31.

17. BEEBE, S.; SKROCH, P.W.; TOHME, J.; DUQUE, M.C.; PEDRAZA, F. and NIENHUIS, J. (2000). Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence análisis of RAPD. En: Crop Sci. 40. p. 264-273.

18. BERGH, B.O. (1995). Avocado. En: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). Evolution of crop plants. Longman Scientific & Technical. p. 240-245.

19. BOTHMER, R.V. and JOCOBSEN, N. (1989). Interspecific hybridization with *Hordeum guatemalense*. En: Genetica 79. p. 147-151.

20. BOTHMER, R.V.; JOCOBSEN, N. and JORGENSEN, R.B. (1985.) Two new species of Hordeum (Poaceae). En: Willdenowia 15. p. 85-90.

21. BRETTING, P.K.; GOODMAN, M.M. and STUBER, C.W. (1990). Isozymic variation in Guatemalan races of maize. En: Amer. J. Bot. 77(2). p. 211-225.

22. BRUBAKER, C.L. and WENDEL, J.F. (1994). Reevaluating the origin of domesticated cotton *(Gossypium hirsutum;* Malvaceae*)* using nuclear restriction fragment polymorphisms *(RFLPs)*. En: American Journal of Botany 81(10). p. 1,309-1,226.

23. BUFFER, G. and BEN-YA'ACOV, A. (1992). *A study of avocado germplasm resources, 1988-1990*. III. Ribosomal DNA repeat unit polymorphism in avocado. En: Proc. of Second World Avocado Congress. p. 545-550.

24. CHAVARRIAGA-AGUIRRE, P.; MAYA, M.M.; TOHME, J.; DUQUE, M.C.; IGLESIAS, C.; BONIERBALE, M.W.; KRESOVICH, S. and KOCHERT, G. (1999). Using microsatellites, isoenzymes and AFLPs to evaluate genetic diversity and redundancy in the cassava core collection and to assess the usefulness of DNA-based markers to maintain germplasm collections. En: Molecular Breeding 5. p. 263-273.

25. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2006). Guatemala, un país megadiverso. En: Documento técnico 44. Guatemala, p. 22.

26. DAPENG, Z.; CERVANTES, J.; HUAMÁN, Z.; CAREY, E. and GHISLAND, M. (2000). Assessing genetic diversity of sweet potato *(Ipomoea batas (L.) Lam)* cultivars from tropical America using AFLP. En: Genet. Resour. Crop Evol. 47(6). p. 659-665.

27. DAWSON, I.K. and CHAMBERLAIN, J.R. (1996). "Molecular analysis of genetic variation". STEWARD, J.L.; ALLISON, G.E. and SIMONS, A.J. (Eds.). Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford. En: Tropical Forestry Papers 33. p. 77-91.

28. DE VICENTE, M.C.; GUZMÁN, F.A.; ENGELS, J. and RAMANATHA, R. (2005). Genetic characterization and its use in decision making for the conservation of crop germplasm. The role of biotechnology. IPGRI. Turin, Italy, p.121-128.

29. DVORAK, W.S.; HAMRICK, J.L. and HODGE, G.R. (1999). Assessing the sampling efficiency of *ex situ* conservation efforts in natural pine populations in Central America. En: Forest Genetics 6(1). p. 21-28.

30. DVORAK, W.S.; GUTIÉRREZ, E.A.; GAPARE, W.I.; HODGE, G.R.; OSORIO, L.F.; BESTER, C. and KIKUTO, P. (2000). "*Pinus maximinoi*". En: Conservation and testing of tropical & subtropical forest tree species by the CAMCORE Cooperative, College of Natural Resources, NCSU. Raleigh, NC. USA, p. 107-127.

31. DVORAK, W.S.; JORDON, A.P.; HODGE, G.P. and ROMERO, J.L. (2000a). Assesing evolutionary relationships of pines in the Oocarpae and Australes subsections using RAPD markers. En: New Forest 20. p. 163-192.

32. FARGON, A. and STYLES, B.T. (1997). *Pinus* (Pinaceae). Flora Neotropical Monograph 75. En: The New York Botanical Gardens. p. 291.

33. FREGENE, M.; VARGAS, J.; IKEA, J.; ANGEL, F.; TOHME, J.; ASIEDU, R.A.; AKORADA, M. and ROCA, W. (1994). Variability of chloroplast DNA and nuclear ribosomal DNA in cassava *(Manihot esculenta Crantz)* and its wild relatives. En: Theor Appl Genet 89. p. 719-727.

34. FREGENE, M.; SUÁREZ, M.; MKUMBIRA, J.; KULEMBEKA, H.; NDEDYA, E.; KULAYA, A.; MITCHEL, S.; GULLBERG, U.; ROSLING, H.; DIXON, A. and KRESOVICH, S. (2003). Simple sequence repeat marker diversity in cassava landraces: genetic diversity and differentiation in an asexually propagated crop. En: Theor Appl Genet 107. p. 1,083-1,093.

35. FREYTAG, F. and DEBOUCK, D. (2002). Taxonomy, distribution and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. Botanical Research Institute of Texas. USA, p. 300.

36. FURNIER, G.R.; CUMMINGS, M.P. and CLEGG, M.T. (1990). Evolution of the avocado as revealed by DNA restriction fragment variation. En: Journal of Heredity 81. p. 183-188.

37. GILLIES, A.C.M.; NAVARRO, C.; LOWE, A.J.; NEWTONS, A.C.; HERNÁNDEZ, M.; WILSON, J. and CORNELIUS, J.P. (1999). Genetic diversity in Mesoamerican populations of mahogany *(Swietenia macrophylla),* assessed using RAPDs. En: Heredity 83. p. 722-732.

38. GUZMÁN, F.A.; AYALA, H.; AZURDIA, C.; DUQUE, M.C. and DE VICENTE, M.C. (2005). AFLP Assessment of Genetic Diversity of *Capsicum* Genetic Resources in Guatemala: Home Gardens as an Option for Conservation. En: Crop Sci. 45. p. 363–370.

39. HODGE, G.R. and DVORAK, W.S. (1999). Genetic parameter and provenance variation of *Pinus tecunumanii* in 78 international trials. En: Forest Genetics 6(3). p. 157-180.

40. HUANG, J.C. and SUN, M. (2000). Genetic diversity and relationships of sweet potato and its wild relatives in *Ipomoea* series Batatas *(Convolvulaceae)* as revealed by inter-simple sequence repeat (ISSR) and restriction analysis of chloroplast DNA. En:Theor. and Appl. Genet 100(7). p. 1,050-1,060.

41. HUTCHINSON, J.B.; SILOW, R.B. and STEPHENS, S.G. (1947). The evolution of *Gossypium*. Oxford University Press.

42. JARRET, R.L. and AUSTIN, D.F. (1994). Genetic diversity and systematic relationships in sweet potato (*Ipomoea batatas (L.) Lam.*) and related species as revealed by RAPD analysis. Genet. Resour. En: Crop Evol. 41(3). p. 165-173.

43. JENNING, D.L. (1995). Cassava. "*Manihot esculenta* (Euphorbiaceae)". SMARTT, J. y SIMMONDS, N.W. (Eds). Evolution of Crop Plants. Longman Scientific and Technical. p. 128-132.

44. JOBIN-DECOR, M.P.; GRAM., G.C.; HENRY, R.J. and DREW, R.A. (1997). RAPD and isozyme analysis of genetic relationships between *Carica papaya* and wild relatives. En: Genetic Resources and Crop Evolution 44. p. 471-477.

45. KHAIRALLAH, M.; SEAR, B. and ADAMS, W. (1992). Mitochondrial restriction fragment length polymorphisms in wild *Phaseolus vulgaris L.*; insights on the domestication of the common bean. En: Theor. Appl. Genet 64. p. 915-922.

46. LAVIN, M.; MATHEWS, S. and HUGHES, C. (1991). Chloroplast DNA variation in *Gliricidia sepium* (Leguminosae): intraspecific phylogeny and tokogeny. En: American Journal of Botany 78(11). p. 1,576-1,585.

47. LÓPEZ, Y.; MONTES, L. y AZURDIA, C. (2005). Caracterización molecular de poblaciones silvestres y cultivadas de loroco *(Fernaldia pandurata Woodson)* en El Salvador. Agricultural Development International. Documento en preparación.

48. MAHUKU, G.; JAR, C.; CAJIO, C. and BEEBE, S. (2002). Sources of resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in the secondary gene pool of *Phaseolus vulgaris* and in crosses of primary and secondary gene pools. En: Plant Dis 86(12). p. 1,383-1,387.

49. MALLIKARJUNA, A. K.; MANSHARDT R.M.; ZEE F. and MORDEN C.W. (1999). A phylogenetic analysis of the genus *Carica L.* (Caricaceae) based on restriction fragment length variation in a cpDNA intergenic spacer region. Genet. Resour. En: Crop Evol. 46. p. 579-586.

50. MANGELSDORF, P.C. and CAMERON, J.W. (1942). Western Guatemala, a secondary center of origin of cultivated maize varieties. Bot. Mus. Leafl. Harvard Univ. p. 217-252

51. MANO, Y.; MURAKI, M.; FUJIMORI, M.; TAKAMIZO, T. and KINDIGER, B. (2005). AFLPs-SSR maps of maize x teosinte and maize x maize: comparison of map length and segregation distortion. En: Plant Breeding 124. p. 432-439.

52. _____ , (2005a). Identification of QTL controlling adventitious root formation during flooding conditions in teosinte (*Zea mays ssp. huehuetenanguensis*) seedlings. En: Euphytica 142. p. 33-42.

53. MARITA, J.M.; NIENHUIS, J.; PIRES, J.L. and AITKEN, W.M. (2001). Analysis of genetic diversity in *Theobroma cacao* with emphasis on witches' broom disease resistance. En: Crop Sci. 41. p. 1,305-1,316.

54. MCCLINTOCK, B. (s.f.). Chromosome constitutions of Mexican and Guatemalan races of maize. Consultado el 1/08/06. Disponible en línea en: http://profiles.nlm.nih.gov/LL/B/B/D/C/-/llbbdc.pdf.

55. MILLER, A. and SCHAAL, B. (2005). Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. En: PNAS 102(36). p. 1,2801-1,2806.

56. _____, (2006). Domestication and the distribution of genetic variation in wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree *Spondias purpurea L.* (Anacardiaceae). En: Molecular Ecology 15. p. 1,467-1,480.

57. MONTES, L.; AZURDIA, C.; BUITRAGO, R.; DEBOUCK, D.; TOHME, M. and FREGENE, M. (2004). Simple sequence repeat (SSR) assessment of genetic diversity of local cassava varieties from Guatemala. En: International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network (6, 2004, Cali, Colombia).

58. MORSHIDI, M. (1996). Genetic variability in *Carica papaya* and its related taxa. Dissertation submitted to the University of Hawaii, Honolulu. p. 282.

59. MOTAMAYOR, J.C. and LANUD, C. (2002). Molecular analysis of the origin and domestication of *Theobroma cacao* L. In: ENGELS, J.M.; RMANATHA, V.; RAMANATHA, A.; BROWN, A.H.D. and JACKSON, M.T. (Eds.). *Managing Plant Genetic Diversity*. IPGRI.

60. NEWTON, A.C.; ALLNUTT, T.R.; GILLIES, A.C.M.; LOWE, A.J. and ENNOS, R.A. (1999). Molecular phylogeography, intraspecific variation and the conservation of tree species. Reviews. En: Tree 14 (4). p. 140-145.

61. NEWTON, A.C.; ALLNUTT, T.R.; DVORAK, W.S.; DEL CASTILLO, R.F. and ENNOS, R.A. (2002). Pattern of genetic variation in *Pinus chiapensis*, a threatened Mexican pine, detected by RAPD and mitochondrial DNA RFLP markers. En: Heredity 89. p. 191-198.

62. NISHIKAWA, T.; SALOMON, B.; KOMATSUDA, T.; BOTHMER, R.V. and KADOWAKI, K. (2002). Molecular phylogeny of the *genus Hordeum* using three chloroplast DNA sequences. En: Genome 45(6). p. 1,157-1,166.

63. NOVICK, R.R.; DICK, C.W.; LEMES, M.R.; NAVARRO, C.; CACCONE, A. and BERMINGHAM, E. (2003). Genetic structure of Mesoamerican populations of Big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) inferred from microsatellite analysis. En: Molecular Ecology 12. p. 2,885-2,893.

64. OLSEN, K. and SCHAAL, B. (1999). Evidence on the origin of cassava: phylogeography of *Manihot esculenta*. Proc Natl Acad Sci USA 96, p. 5,586-5,591.

65. PICKERSGILL, B.; CHACÓN, M.I. and DEBOUCK, D.G. (s.f.). Multiple domestication and their taxonomic consequences: the example of *Phaseolus vulgaris*. Consultado el 21-07-06. Disponible en línea: http://www.genres.de/IGRREIHE/DDD/22-11.pdf.

66. ROGER, D.J. and APPAN, S.G. (1973). *Manihot*, Manihotoides (Euphorbiaceae). En: Flora Neotropica, Monograph No. 13. New York.

67. SCHMIT, V. and DEBOUCK, G. (1991). Observations on the origin of *Phaseolus polyanthus* Greenman. En: Econ. Bot. 45 (3). p. 345-364.

68. SCORA, R.W. and AHMED, M. (1993). Terpenes of *Persea tolimanensis* (Lauraceae), an ancestor of the Guatemalan avocados. En: J. Agric. Food Chem. 41.

69. TOHME, J.; GONZALEZ, D.; BEEBE S. and DUQUE, M. (1996). AFLP analysis of gene pools of a wild bean collection. En: Crop. Sci. 36. p. 1,375-1,384.

70. USDA, IPGRI y FAUSAC. (2006). Atlas de los parientes silvestres de las plantas cultivadas nativas de Guatemala. En edición final.

71. VÁSQUEZ, S.A. (1998). Estudio de la variabilidad genética a nivel molecular y cuantitativo de seis procedencias de caoba (*Swietenia macrophylla King.*) del área de Centro América y México. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica, p. 93.

72. VOTAVA, E.J.; NABHAN, G.P. and BOSLAND, P.W. (2002). Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an *in situ* population and *ex situ* accessions of chiltepin (*Capsicum annuum var. glabriusculum*). En: Conservation Genetics 3. p. 123-129.

73. WELLHAUSEN, E.J.; ROBERTS, J.M. and HERNÁNDEZ, E. (1952). Races of maize in Mexico. Bussey Inst. Harvard Univ., Cambridge, MA.

74. WELLHAUSEN, E.J.; FUENTES, A. and HERNÁNDEZ, A. (1957). Races of maize in Central America. Natl. Resc. En: Council Publ. 511.

75. WENDEL, J.F. (1995). Cotton, *Gossypium* (Malvaceae). En: SMARTT, J. and SIMMONDS, N.W. (Eds.). Longman Cientific & Technical, p. 358-366.

76. WENDEL, C.; BRUBAKER, L. and PERCIVAL, E. (1992). Genetic diversity in *Gossypium hirsutum* and the origin of Upland cotton. En: American Journal of Botany 79. p. 1,291-1,310.

77. WOLTERS, B. (1999). Dispersion and ethnobotany of the cacao tree and other Amerindian crop plants. En: Angewandte-Botanik 73 (3-4). p. 128-137.

78. YAMOAH, E.T. (1975). Fertility, chromosomal and enzymatic relationships between five geographically distinct populations of *Capsicum frutescens L.* Dissertation, Univ. Calif. Davis, USA

79. ZENTMYER, G.A. and SCHIEBER, E. (1990). *Persea tolimanensis*: a new species for Central America. Acta *Horticulturae* p. 383-386.

80. ZHANG, D.P.; CARBAJULCA, D.; OJEDA, L.; ROSSEL, G.; MILLA, S.; HERRERA, C. and GHISLAIN, M. (2000). Microsatellite analysis of genetic diversity in sweet potato varieties from Latin America. CIP Program Report 1999-2000. p. 295-301.

Biodiversidad y amenazas



Reginaldo Reyes*

RESUMEN

El presente capítulo se sustenta en fuentes secundarias, sistematizadas, sintetizadas y esquematizadas, con el objetivo de identificar y describir las principales amenazas que, a nivel nacional, afectan la conservación, protección y uso sostenible de la biodiversidad en sus tres componentes básicos –ecosistemas, especies y genes–; analizadas todas a partir de una relación causa-efecto.

Las amenazas son definidas como una combinación de procesos físicos, sociales o de carácter económico, que dan origen a diversos problemas ambientales que, en su dinámica, generan riesgo o contingencia frente a la cual una comunidad particular o elemento de conservación natural es vulnerable. La relación causa-efecto fue determinada mediante el uso de la herramienta *análisis de problemas*, por las ventajas que ésta presenta para el análisis del contexto, la relación con la problemática principal e interacciones entre problemas secundarios.

La primera parte del capítulo hace énfasis en ocho causas fundamentales de las amenazas a la biodiversidad como problemas centrales, entre ellas: el manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad, la inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra, la escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados, la debilidad del estado de derecho y de la institucionalidad, las presiones provocadas por los niveles de pobreza, la estructura agraria prevaleciente, el desempleo urbano y rural y el crecimiento poblacional; finalizando en cada caso con sugerencias acerca de cómo pueden ser abordadas por los principales actores.

La segunda parte del capítulo hace referencia a la descripción de las principales amenazas y sus efectos sustanciales y directos a la biodiversidad. Fue formulada siguiendo el mismo esquema de análisis de *árboles de problemas*. El grupo de amenazas analizado comprendió la narcoactividad, la contaminación por desechos sólidos y líquidos, los incendios forestales, la introducción de especies exóticas invasoras, la exploración y explotación petrolera y minera, la caza, pesca y el tráfico ilegal de vida silvestre, la deforestación y avance de la frontera agropecuaria, la introducción de organismos vivos modificados genéticamente (OVMG) y el cambio climático.

Los resultados muestran una constante y evidente interrelación entre las causas fundamentales de las amenazas a los componentes de la biodiversidad, unas de origen histórico-estructural, como el minifundio, latifundio y sus relaciones de poder; otras derivadas de las condiciones sociales, económicas y culturales de la población, como el crecimiento demográfico, el desempleo y las presiones provocadas por los niveles de pobreza y pobreza extrema.

Con el propósito de enfrentar y mitigar los efectos de este conjunto de amenazas, se han implementado algunas acciones de conservación a través del SIGAP, mecanismos de conservación *ex situ,* actividades cinegéticas,

* Consultor independiente.

aprovechamiento de recursos pesqueros, ordenamiento de la extracción de productos maderables y no maderables de los bosques de la Zona de Uso Múltiple (ZUM) y la Zona de Amortiguamiento (ZAM) de la Reserva de la Biósfera Maya (RBM), y otras áreas protegidas del país, mediante la participación de grupos organizados y de la industria forestal. Sin embargo, la magnitud del problema es tan compleja que requiere de la participación decidida de muchos sectores de la sociedad guatemalteca, por lo que el trabajo propone algunas estrategias específicas y finaliza con la formulación de una serie de conclusiones y recomendaciones generales.

Palabras clave: *Biodiversidad, amenazas, narcoactividad, contaminación, incendios, especies exóticas invasoras, exploración y explotación petrolera y minera, tráfico ilegal, deforestación, cambio climático, organismos vivos modificados genéticamente*.

SUMMARY

This document is based on secondary information, which was systematized, synthesized and outlined with the purpose of identifying and describing the principal threats that at national level have effect on conservation, protection and sustainable use of biodiversity in its three basic components -ecosystems, species and genes-; which have been analyzed from the cause-effect relation.

Threats are defined as a combination of physical, social or economical processes that rise several environmental problems that in their dynamic generate a risk or contingency towards which a community in particular or element of natural conservation is vulnerable. Cause-effect relation was determined through the use of the tool "problem analysis" because of the advantages that this presents in the analysis of the context, the relation with the principal problem and the interaction with secondary problems.

The first part of the chapter makes emphasis on eight fundamental causes of the threats on biodiversity as central problems, like the non-integrated management of biodiversity components; lack of security in property rights and the use of land; little valorization of biodiversity and derived goods and services; weakness of the State of Law and institutionalization; wrong pressures caused by poverty levels; prevailing agricultural structure; urban and rural unemployment and population growth; ending in each case with indicatory suggestions of the way they can be addressed by main actors.

The second part of the chapter under the same analysis scheme of "tree of problems" consisted in the description of main threats to biodiversity and substantial and direct effects. The group of analyzed threats covered narcoactivity, contamination by solid and liquid wastes, forestall fires, introduction of invading exotic species, oil and mining exploration and exploitation, hunt, fish and illegal traffic of wild life, deforestation and advance of the agrarian frontier; introduction of genetic modified organisms and climate change

Results show a constant and evident interrelation among basic causes of threats to the components of biodiversity, some of historical-structural background as the smallholding, latifundium and its relation to power; others derived from social, economical and cultural conditions of the population as demographic growth, unemployment and pressures caused by poverty and extreme poverty levels.

With the purpose of facing and mitigating the effects of this threats, some conservation actions were implemented through SIGAP, *ex situ* conservation mechanisms, cinegetic activities, use of fishing resources, organization of the extraction of timber and non-timer products from the multiple use zone and buffer zone of Mayan Biosphere Reserve forests and other protected areas of the country, with

the participation of organized groups and the forestall industry. However, the dimension of the problem is so complex that requires the decisive participation of many sectors of the Guatemalan society, so the work proposes some specific strategies and finishes with the development of a serial of general conclusions and recommendations.

Key words: *Biodiversity, threats, narcoactivity, contamination, fires, invading exotic species, oil and mining exploration and exploitation, illegal traffic, deforestation, climate change, live organisms genetically modified*.

UJULAJUJ UQ'AT WUJ

JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL XUQUJE' K'AXK'OLIL KIRIQOM

CH'UTI'SANEM

Ri utak'aleb'al wa jun no'jwuj are taq uxe' ukaj b'ixkil, sxolix uwach xnik'oxik uk'ux xuquje xchakux uwach rech kuya' ub'e utarne'xik uriqik ronojel ri k'axkolil uriqom ri uloq'oq'exik, uchajixik xuquje' ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew, chi' oxib' kiwach: eqle'nib'al uwach ulew, wachilal rachi'l uxe' ija', chi jujunal xsolix ri k'ax k'o pa kik'aslemal.

Ri k'axkolil uriqom ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew xya' ub'ixik chi are kab'anow ronojel uno'jib'alil winaq rumal xu kuchomaj unimarisaxil uwach uq'inomal pwaq, eta'man chi ri loq'olaj uwach ulew kuriq k'ax we ma kaloq'oq'ex uwach, che usolik uwach wa jun k'axkolil are xkoj uno'jixik uwach uk'eyewal uriqom uwach ulew, xuq'alajisaj ri ub'e chak rech ma kanimar ta uwach ri uk'eyewal pa uk'aslemal uwach ulew.

Pa nab'e uq'at wa jun no'jwuj, are qas xya' ub'ixik-utzijoxik ri waqxaqib' uxe' utak'aleb'al k'ak'olil uriqom ri jalajoj uwach k'aslemal chuwachulew, are taq wa: ma xa ta junam uwach ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil, uk'eyewal jachin qas ajchaq'e loq'ojaj ulew, ma k'o ta uloq'oq'exik ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil kumal ri winaq, maj uchuq'ab' uchak ri uq'atb'al tzij amaq' puwi' uloq'oq'exik ukojik uwach ulew, ri uk'eyawal uyakom ri meb'a'il pa kik'aslemal winaq, ri wokonem tiko'nijem ma junam ta ujachik ulew chakub'al, maj chak pa taq juyub' komon xuquje' uq'ab' taq tinamit, ri uk'iyirak winaq, xk'is ub'ixik ruk' keb'-oxib' oqxa'nib'al tzij xuquje' xya' ub'ixik ukolomaxik uchakuxik ronojel taq wa k'axk'olil.

Pa ukab' uq'at no'jwuj xmaj uchakuxik unik'oxik uwach ri k'axk'olil kiriqom ronojel ri jalajoj k'aslemalil chuwachulew xuquje' ri uk'eyewal kuya' pa qak'aslemal. Are taq wa: Itzel taq b'anoj, ri uxaq'olixik uwachulew rumal kaxlan taq mes, ri k'atatajik k'ache'laj, ri utikik kaxlan taq q'ayes, ri uk'otik uxe' uwachulew, chapowonem awaj, ri karanik, Ri awan k'ayij rech ri jalajoj k'aslemalil, ri q'atoj che', xuquje' ri unimarisanik rulewal tiko'nijem kumal winaq, ri unimik ukojik ri OVMG rach'il jalwachinik umiq'inal uwachulew.

Ri uk'isik taq chak xuya' ub'ixik ronojel ja taq uchapom wi rib' ri utak'aleb'al ri k'axk'olil uriqom ri jalajoj uwach k'aslemalil, jun are ri jachonem ulew b'anom kanoq kumal k'axlan taq winaq, xa keb' oxib' ajchaq'e loq'olaj ulew k'o kiq'inomal, e k'i winaq nim uwach meb'a'il pa kik'aslemal xuquje' pa kikomon, k'i ak'alab' ke'k'ojik maj kichak kinan kitat xuquje' kuya' jun nimalaj meb'a'il pa k'aslemalil.

Rech ma kanimar ta uwach ronojel ri k'axk'olil uriqom ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew, xmaj uchakuxik uloq'oq'exik uk'ojik ri jalajoj uwach k'aslemalil poq'inaq uloq chuwachulew (*ex situ*) rumal (SIGAP) xuquje' xya' uq'ij ronojel chak puwi uchapik chikop, xwok uwach to'b'al karanem, suk'maxik ub'e ri q'atoj che' pa taq k'ache'laj, rech ZUM, ZAM xuquje' RBM, xjeq uchajixik

ulew pa amaq', kumal wokojil komon rach'il k'axlan ajchijinel taq k'ache'laj. Wa jun k'axk'olil uriqom ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew, rajawaxik konojel uwinaqil amaq' ke'chakun puwi rech ma kanimar ta uwach, wa jun chak xuk'ut ub'e'al chak kamajixik che uto'ik loq'olaj uwachulew, xk'is ub'ixik ruk' taq no'jib'alil rachi'l oqxa'nem chak puwi' uloq'oq'exik ronojel ri k'o chuwachulew.

UCHOLAJ TZIJ: *jalajoj uwach k'aslemalil, k'axk'ilil, ,itzel taq b'anoj, uxaq'olitajik, k'atatajik, kaxlan taq q'aye, uk'otik uxe' loq'olaj uwach ulew, itzel taq k'ayinik, ,q'atoj che', jalwachinik umeq'inal uwach ulew, uk'exenem uwach ija' .*

1. INTRODUCCIÓN

El contenido del presente capítulo lleva implícito el análisis reflexivo de mensajes, como el atribuido a Gandhi, en que se hace referencia a la biodiversidad como un patrimonio al servicio de la humanidad: *La naturaleza es capaz de cubrir las necesidades del ser humano mas no de satisfacer todas sus ambiciones*. Acerca de este mensaje es posible comentar que ese aparente predominio de las ambiciones sobre las necesidades del ser humano es precisamente el que está conduciendo a la degradación y agotamiento de la riqueza natural del planeta.

De igual manera, invita a reflexionar acerca del estado actual de la integridad y las tendencias en el manejo y uso adecuado de la biodiversidad, así como del mensaje que acerca de ésta se hace en las primeras dos páginas de la Biblia, en las que se relata la creación del mundo, del ser humano y de los derechos, las oportunidades y las responsabilidades que le fueron asignadas: *Al principio creó Dios los cielos y la tierra. La tierra estaba confusa y vacía y las tinieblas cubrían la faz del abismo...* (Génesis 1, 1) *…dijo luego Dios: Produzca la tierra seres animados, según su especie, ganados, reptiles y bestias de la tierra según su especie... y vio Dios ser bueno* (Génesis 1, 24). Se parte de un espacio desierto, estéril y oscuro hacia un estado de riqueza y privilegios dispuestos al servicio de la humanidad y para la eternidad.

Díjose entonces Dios: Hagamos al hombre a nuestra imagen y a nuestra semejanza, para que domine sobre los peces del mar, sobre las aves del cielo, sobre los ganados y sobre todas las bestias de la tierra y sobre cuantos animales remueven sobre ella… (Génesis 1, 26). Esta cita expresa la tarea que Dios confió, de acuerdo con el entendimiento dogmático, a su máxima creación, el ser humano en su conjunto.

Y creó Dios al hombre a imagen suya, a imagen de Dios lo creó, y los creó macho y hembra; y los bendijo Dios, diciéndoles: "procread y multiplicaos, y henchid la tierra; sometedla y dominad sobre los peces del mar, sobre las aves del cielo y sobre los ganados y sobre todo cuanto vive y se mueve sobre la tierra" (Génesis 1, 27, 28). En la cita anterior se hace referencia a la actitud que se debe tener con la Tierra y con todas las formas de vida que existen en ella. Henchir y dominar son dos verbos se pueden ser malinterpretados e incluso pueden parecer una justificación del despotismo y desenfreno con que se han aprovechado y siguen extrayéndose los recursos del planeta, convirtiéndola en instrumento de poder (Adaptado de Etchegaray, *et al.*, 1997).

Dijo también Dios: Ahí os doy cuantas hierbas de semilla hay sobre la faz de la tierra toda, y cuantos árboles producen fruto de simiente, para que todos os sirvan de alimento (Génesis 1, 29). Sin embargo, las tendencias actuales muestran que se ha dado una mala interpretación del dominio divino dado al ser humano, cambiando los preceptos iniciales por el abuso y sobreuso de los recursos; pese a ello, se mantiene la esperanza de cambios de conducta y de patrones de consumo hacia el respeto por la vida, para no visualizar un futuro incierto y precario que nos haría volver al punto de partida bíblico.

En este orden de ideas, el presente estudio pretende identificar y describir las principales amenazas que, a nivel nacional, afectan la conservación, protección y uso sostenible de la biodiversidad en sus tres componentes básicos: ecosistemas, especies y genes; los cuales han sido priorizados y analizados a partir de una relación causa-efecto. Asimismo, se pretende definir para cada tema una serie de recomendaciones de tipo estratégico necesarias para abordar la o las causas intrínsecas de cada amenaza.

La metodología utilizada en este estudio se basó en la recopilación y análisis de la información acerca de las amenazas que, en mayor medida, afectan la conservación, el manejo y uso sostenible de la biodiversidad de Guatemala. En la primera fase, con base en la información disponible, se hizo una adaptación de la técnica de *análisis de problemas* por las ventajas que presenta para analizar el contexto y la relación con la problemática principal, la posibilidad de visualizar las relaciones de causa efecto y las interrelaciones entre problemas. Su elaboración consistió, básicamente, en identificar los problemas principales, percibidos como estados negativos en situaciones determinadas, habiéndose definido éstas como causas fundamentales.

La segunda fase de elaboración del documento consistió, bajo el esquema de análisis de *árbol de problemas*, en la descripción de las principales amenazas a la biodiversidad y la identificación de las causas y efectos sustanciales y directos, clasificados por su origen y ámbito de acción en:

1. Amenazas de tipo antropogénico

2. Amenazas naturales

3. Amenazas globales, tal es el caso del cambio climático

Los resultados muestran una constante y evidente interrelación entre las causas fundamentales de las amenazas a los componentes de la biodiversidad: unas de origen histórico-estructural, como el minifundio, latifundio y sus relaciones de poder, junto a la inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra. Otras derivadas de las condiciones sociales, económicas y culturales de la población, como el crecimiento demográfico, el desempleo urbano y rural y las presiones provocadas por los niveles de pobreza y pobreza extrema. Un tercer grupo puede clasificarse dentro del ámbito político-legal y la institucionalidad alrededor de la gestión ambiental y la biodiversidad, como el manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad, la escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados, y la debilidad del estado de derecho y la institucionalidad.

Al analizar el conjunto de amenazas tratadas en la segunda fase del documento, se puede apreciar que la causa común de todas ellas, directa o indirectamente, son las actividades humanas que desarrolla la población en constante crecimiento y, en muchos casos, insensible al deterioro del medio ambiente. Las amenazas de origen antropogénico descritas y clasificadas fueron la narcoactividad, la contaminación por desechos sólidos y líquidos, los incendios forestales, la introducción de especies exóticas invasoras, la exploración y explotación petrolera y minera, la caza, pesca y tráfico ilegal de la vida silvestre, la deforestación junto al avance de la frontera agropecuaria, y la introducción y liberación de organismos vivos modificados genéticamente; y las de origen global, como el cambio climático, con los efectos derivados de la variabilidad en la temperatura y en el régimen de lluvias.

Las conclusiones del análisis se resumen en que, mientras se mantengan las tendencias negativas en los indicadores socioeconómicos que afectan a la mayoría de la población guatemalteca, es difícil pensar en la posibilidad de conservar y manejar adecuadamente el patrimonio natural del país. Muchos de los problemas apuntados se derivan de la debilidad y la falta de capacidad de la institucionalidad alrededor de la gestión ambiental y del bajo nivel de participación social en las actividades de manejo y protección de la biodiversidad y los espacios naturales protegidos.

Una forma de contribuir a la mitigación del conjunto de amenazas es el reconocimiento de la riqueza biológica del país, como un ele-

mento importante para la consolidación del desarrollo sostenible. Reconocimiento que puede contribuir a la solución de los grandes problemas que, como la pobreza, aquejan a un gran porcentaje de la población, en el sentido de brindar beneficios equitativos a todos los sectores de la sociedad, sin agotar la capacidad para la regeneración de los recursos naturales. Esto requiere la definición e implementación de estrategias integrales que se basen en este potencial, y que tomen en cuenta su preservación, pero también la justa distribución de sus beneficios, vinculando estrechamente el problema ecológico con el contexto socioeconómico del país.

2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

La biodiversidad[1], identificada también como diversidad biológica, hace referencia a todas las formas de vida sobre la Tierra (plantas, animales y microorganismos) y suele dividirse en tres categorías jerarquizadas:

a. Diversidad genética, entendida como la variación de los genes dentro de las especies, que abarca poblaciones de las mismas especies o variación genética de una población.

b. Diversidad de especies, la cual hace referencia a la variedad y cantidad de especies existentes en una región o espacio determinado.

c. Diversidad de ecosistemas, entendida como la complejidad de comunidades naturales, integración de diferentes hábitats y las interacciones[2] funcionales entre ellos.

Mesoamérica, región de la cual Guatemala forma parte, constituye una de las 25 Ecorregiones Terrestres Prioritarias (ETP) del mundo con mayor riqueza en biodiversidad (Mittermeir, Myers y Goettsch, 1999), a la vez consideradas como altamente amenazadas. Dentro de este conjunto de sitios de importancia biológica, esta región ocupa el cuarto lugar en presencia de plantas vasculares, superada por la región de los Andes Tropicales, la Cuenca del Mediterráneo y la región de la Sonda (Malasia, Singapur e Indonesia). Además, ocupa el segundo lugar en diversidad y endemismo de vertebrados (incluye aves, mamíferos, reptiles, anfibios, exceptuando peces). Otro dato relevante es que, con apenas el 0.77% de la extensión territorial del planeta, Mesoamérica posee el 10.5% de la diversidad total mundial de vertebrados (excepto peces) y el 8% de plantas vasculares (Mittermeier, Myers y Goettsch, 1999).

Las amenazas y el grado de vulnerabilidad están estrechamente relacionadas, tal como se puede apreciar en la Figura 1. Las primeras surgen de una combinación de procesos físicos, sociales o de carácter económico, que dan origen a diversos problemas ambientales. Además, en su dinámica generan un riesgo o contingencia frente a la cual una comunidad particular o elemento de conservación natural es vulnerable. La vulnerabilidad se entiende como el punto de convergencia entre la exposición a amenazas y la capacidad de las personas y/o comunidades para controlarlas.

Documentar el tema de amenazas a la biodiversidad implicó un período inicial de recopilación de información proveniente de diferentes fuentes, ordenada por temas para facilitar su análisis y síntesis. En este proceso se reflexionó acerca de la metodología más apropiada para alcanzar los objetivos del trabajo. Se determinó que la forma más conveniente para dar un orden lógico al contenido sería a través del desarrollo de las siguientes fases:

a. Análisis de la relación causa-efecto de los factores fundamentales que originan las amenazas a la biodiversidad, para esta-

blecer un panorama general de la situación.

b. Con base en la perspectiva inicial (fase I), efectuar el análisis de las causas intrínsecas y los efectos de cada una de las amenazas definidas.

c. Finalizar con la descripción de las conclusiones y recomendaciones que se refieren al análisis global del documento.

Para las fases (a) y (b), partiendo de la información disponible, se hizo una adaptación de la técnica *análisis de problemas*, la cual forma parte del proceso común de formulación de proyectos, debido a las ventajas que implica para el análisis de la situación contextual existente. En relación con la problemática principal, identifica las principales interrogantes en torno al problema central y visualiza las relaciones causa-efecto. Muestra también las interrelaciones que se dan entre los problemas e indica el camino para identificar soluciones.

Para elaborar el árbol se identificaron los problemas principales, percibidos éstos como un estado negativo en la situación analizada. Luego, se elaboraron los esquemas que muestran las relaciones de causa-efecto, mismos que son ampliados en el desarrollo del capítulo. Cada caso finaliza con sugerencias acerca de la forma en que pueden ser abordados por los principales actores. Se identificaron las siguientes causas fundamentales (Figura 2):

1. Manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad
2. Inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra
3. Escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados
4. Debilidad del estado de derecho y de la institucionalidad
5. Presiones provocadas por los niveles de pobreza
6. Estructura agraria prevaleciente
7. Desempleo urbano y rural

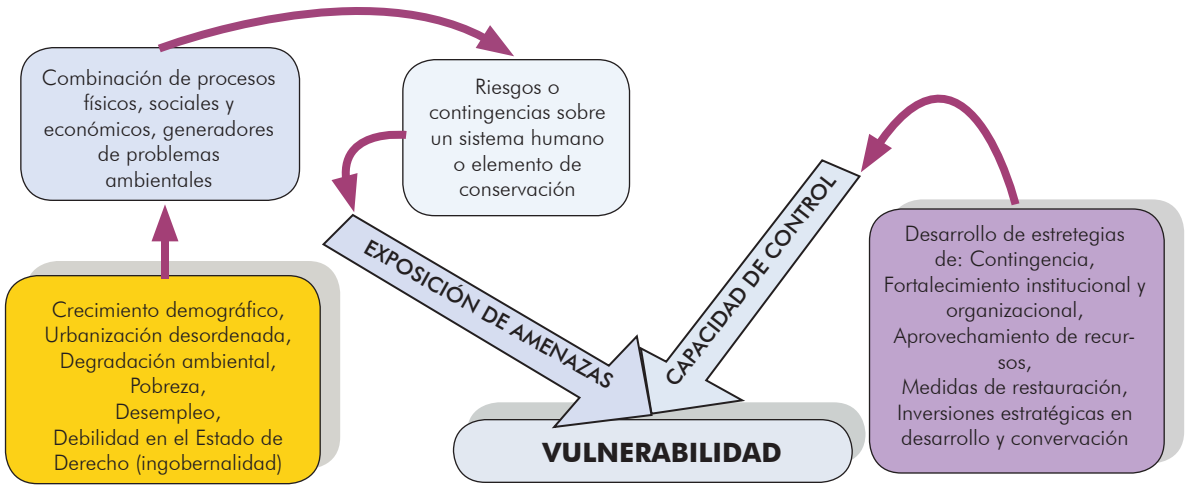


Figura 1. El concepto de amenazas y su relación con la vulnerabilidad
Fuente: adaptado del Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006)

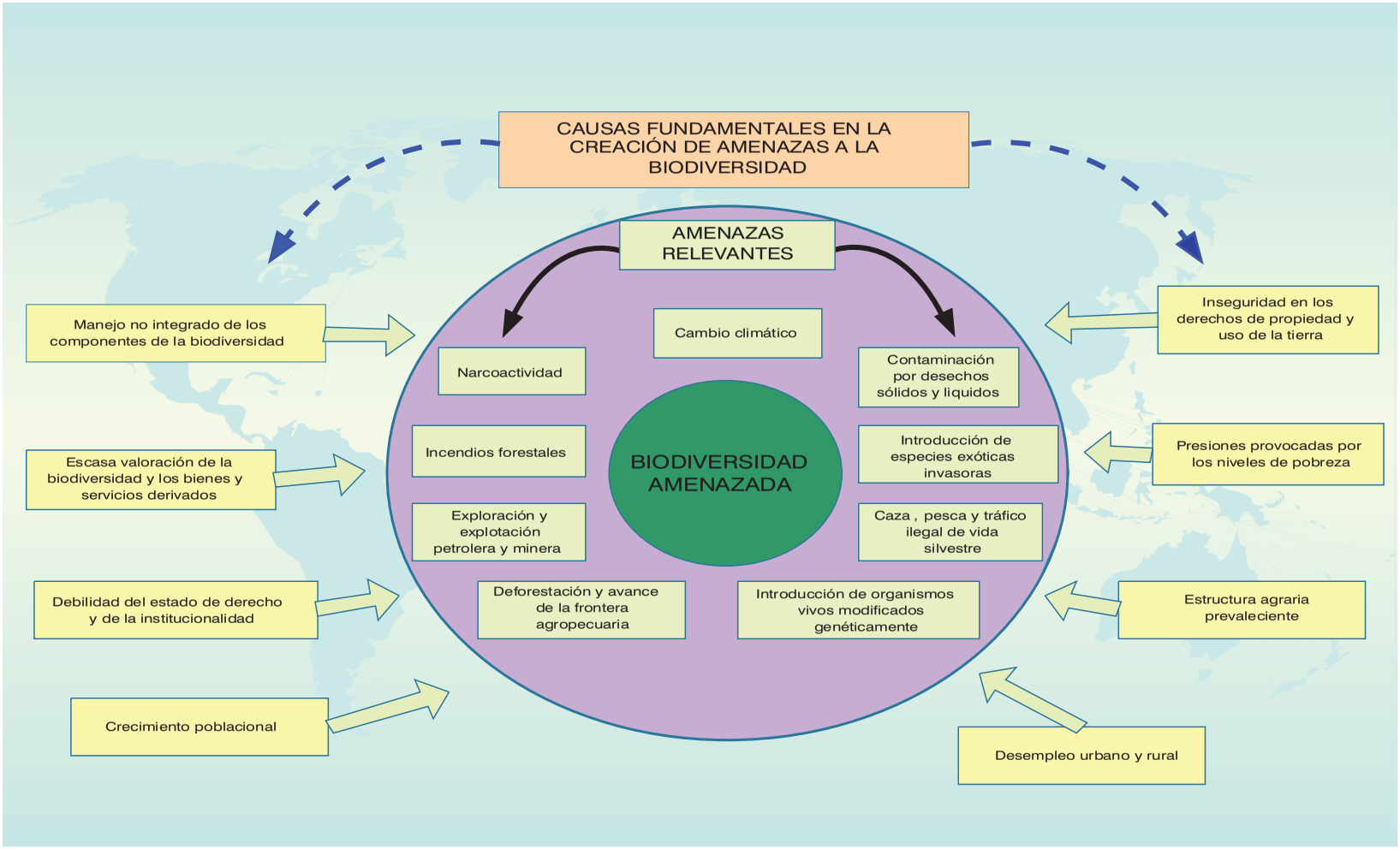


Figura 2. Descripción del conjunto de amenazas a la biodiversidad y sus causas fundamentales. Fuente: Elaboración propia

8. Crecimiento poblacional

Dentro del esquema general de esta primera fase se definieron otros problemas cuyas interrelaciones contribuyen con el análisis del problema central.

Por ejemplo, la falta de conocimiento e información acerca del manejo de la biodiversidad, el abuso en el uso de la tecnología en los ecosistemas naturales y agroecosistemas, la ausencia de políticas públicas relacionadas con la importancia de la biodiversidad, la influencia del tradicional sistema de fijación de precios de mercado, y el escaso nivel de participación social en el manejo de los recursos naturales, entre otros.

La segunda fase consistió, bajo el mismo esquema de análisis de *árbol de problemas*, en la descripción de las principales amenazas a la biodiversidad y además en la identificación de las causas y efectos sustanciales y directos, clasificados por su origen y ámbito de acción en:

1. Amenazas de tipo antropogénico
2. Amenazas naturales
3. Amenazas globales, tal es el caso del cambio climático

El grupo de amenazas analizado comprendió:

a. Narcoactividad
b. Contaminación por desechos sólidos y líquidos
c. Incendios forestales
d. Introducción de especies exóticas invasoras.
e. Exploración y explotación petrolera y minera
f. Caza, pesca y tráfico ilegal de vida silvestre
g. Deforestación y avance de la frontera agropecuaria
h. Introducción de organismos vivos modificados genéticamente
i. Cambio climático

3. BIODIVERSIDAD Y LAS CAUSAS FUNDAMENTALES DE SUS AMENAZAS

Wilson (1996), citado por Rivera (1999), indica que la pérdida de biodiversidad puede tomar muchas formas, pero la fundamental e irrevocable es la extinción de las especies, es por lo tanto un proceso natural que ocurre sin la intervención del ser humano. Sin embargo, es innegable que la extinción que se está produciendo directa o indirectamente por las actividades humanas ocurre a un ritmo que excede cualquier estimación que se haga de este fenómeno. A partir de este punto, se analizan en este capítulo las causas fundamentales y los efectos que definen las amenazas que afectan, tanto a sistemas humanos como a los ecosistemas, las especies y su variabilidad genética.

Las causas fundamentales que amenazan a los componentes de la biodiversidad son básicamente las mismas sobre las que se enfocan y organizan las líneas de acción de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad de Guatemala. Al mismo tiempo, en la definición de cada una de ellas, se han incluido otras causas secundarias o problemas relacionados que, aunque de menor envergadura, contribuyen de manera directa o indirecta en el deterioro de la integridad de los componentes de la biodiversidad. Entre éstos se mencionan la falta de conocimiento e información, la visión cortoplacista para la obtención de

bienes que generan riqueza, el bajo nivel de participación social en las decisiones para el manejo y conservación de la biodiversidad, y la corrupción en diversos sectores y niveles de la sociedad guatemalteca.

3.1. Gestión y manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad

En primera instancia se debe hacer una diferenciación entre las definiciones de los términos de manejo y gestión de los recursos naturales y la biodiversidad. Prins (2000) propone el concepto de gestión al término que hace referencia a la administración y regulación del uso de los recursos, mientras manejo tiene más bien una connotación tecnológica y se refiere a la aplicación del conocimiento en el tratamiento y uso de los recursos naturales y los agroecosistemas.

Los sistemas de manejo comprenden una compleja y dinámica red de interrelaciones entre actividades humanas, estado de los recursos, demandas de la sociedad y la integración de funciones de las instituciones públicas y privadas relacionadas con los recursos naturales y ambientales. En otras palabras, son acciones que se relacionan estrechamente con la conservación de la biodiversidad, el desarrollo social y económico y el equilibro ambiental, como las realizadas por los actores directos e indirectos de la cadena productiva, en la generación de conocimiento, transferencia de tecnología y protección ambiental, entre otras.

La gestión de recursos naturales se apoya en la interacción de las características de los recursos, políticas, estrategias, instituciones, habilidades locales e indicadores económicos o de mercado, y logra obtener aumentos en la productividad de la base de recursos y conservar la biodiversidad, brindar un crecimiento económico importante en comunidades locales y a nivel de cuentas nacionales, así como ayudar a mejorar la calidad de vida del productor/extractor (IRG/FRAME/USAID, 2006).

El objetivo del manejo integrado es optimizar y balancear la protección ambiental, el uso público y el desarrollo socioeconómico. Se define como un proceso continuo, dinámico, interactivo, adaptativo, sinérgico, participativo y de consenso (INCOPESCA/MINAE, 2003). Estos aspectos deben observarse en tres tipos de actores básicos:

a. Usuarios directos de los recursos que participan de manera individual u organizada en la administración y aprovechamiento de los recursos y en procesos de rehabilitación.

b. Instituciones del Estado, organizaciones no gubernamentales y la academia.El primero en aplicación de medidas de control y acceso, aprobación de instrumentos de políticas y estrategias, como facilitador de los intereses sectoriales, tanto públicos como privados, y en la promoción de la coordinación. Las segundas en apoyo a las iniciativas de manejo mediante el apoyo técnico y financiero. La tercera, en temas de investigación, generación de conocimiento y asistencia técnica.

c. Otros miembros de la cadena productiva vinculados a las actividades de acopio, transporte, exportación, acceso al mercado, competitividad, creación de infraestructura productiva, etcétera.

3.1.1. Causas y efectos

En la atención a los múltiples problemas y toma de decisiones relacionados con el manejo, aprovechamiento y conservación de la biodiversidad, no se observa el nivel de integración deseado, debido a la existencia de un marco político y legal confuso, competencia desleal y disminución de los niveles de productividad en la cadena productiva, así como

la falta de apoyo para la implementación de políticas, estrategias y normativas.

Otras de las razones son las limitaciones de los arreglos institucionales en torno a la gestión de la biodiversidad, tales como la centralización de la toma de decisiones del CONAP y sus conflictos organizativos en la administración de las áreas protegidas y su función rectora en torno a la conservación de la biodiversidad. Así mismo, los traslapes de jurisdicciones y competencias compartidas, por ejemplo el caso del CONAP, institución que no es el único ente responsable de la conservación de la biodiversidad, ya que comparte –se origina así cierta duplicidad o traslape de funciones[3]– algunas de sus responsabilidades con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y con el Instituto Nacional de Bosques (INAB).

Las consecuencias de que no exista complementariedad entre los esfuerzos que se requieren para el manejo integral de los recursos naturales, conlleva la pérdida de oportunidades en el aprovechamiento del potencial generador de bienes y servicios ambientales, conflictividad en el uso de los componentes de la biodiversidad, mantenimiento de formas tradicionales de manejo, existencia de mecanismos débiles de administración de recursos, escasa aplicación de la legislación ambiental y normas de manejo, poca participación social en los procesos de planificación e iniciativas de rehabilitación y restauración de áreas.

Otros de los efectos derivados son la disminución de los niveles de productividad de los sistemas de producción, la indiferencia ante las tendencias de agotamiento de los recursos, las pocas oportunidades de desarrollo rural basadas en el manejo de los recursos naturales, la impunidad en los delitos contra el ambiente y la poca atención al seguimiento y evaluación ambiental.

Entre las amenazas que se generan a partir de los efectos anteriores, se pueden mencionar la sobreexplotación de los recursos de la biodiversidad, el tráfico ilegal de flora y fauna silvestres, el avance de la frontera agropecuaria, la contaminación por desechos sólidos y líquidos, la construcción de infraestructura vial no planificada, la conflictividad que se deriva de la invasión a las áreas protegidas y el impacto negativo de las actividades de exploración y explotación petrolera y minera, debido esto a lo inadecuado del seguimiento.

3.2. Inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra

Entre mayor sea la desigualdad entre riqueza y poder, mayores serán el grado y costo social de la degradación ambiental (Boyce, 1995).

El poseedor de pequeñas extensiones mantiene permanentemente la incertidumbre sobre el título de propiedad de la tierra, lo que significa una falta de estímulo para invertir en su finca. Esto, además, disminuye sus posibilidades de acceso al crédito, ya que no puede presentar las garantías sólidas mínimas exigidas por el sistema bancario y sus políticas crediticias. Se convierte también en un elemento que favorece la desintegración social-familiar, porque obliga a las personas a migrar con el fin de mejorar la situación económica de sus familias.

Además, esta inseguridad en la tenencia de la tierra se convierte en un factor que incide e impulsa a las personas a invadir bienes públicos y privados, y sobreexplotar los recursos naturales del área, sin considerar las consecuencias asociadas con el deterioro del capital natural y la sostenibilidad ambiental.

La asignación de predios en territorios nuevos por la Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo de Petén (FYDEP) es un proceso que tuvo lugar en el período más reciente

en el departamento de Petén. En 1960, mediante el Decreto Número 1551 del Congreso de la República, Ley de Transformación Agraria, se dio vigencia legal al ente institucional conocido como Instituto Nacional de Transformación Agraria. En 1995 había en Petén, oficialmente, alrededor de 7,000 documentos de distribución agraria en la fase final de registro, 20,000 en fase intermedia (escrituradas) y 2,000 parcelas que no contaban con documentación para determinar su condición. Este hecho ilustra la falta de claridad y transparencia legal sobre la propiedad y tenencia de la tierra en ese departamento. Sin embargo, según cifras extraoficiales, las parcelas sin documentación excederían las 25,000 (CEPAL, 2000).

En el mismo estudio de la CEPAL (2000), se considera que existen aproximadamente 70,000 pequeños agricultores, quienes ocupan tierras públicas o privadas, conocidas popularmente como "agarradas", que han sido abandonadas o no han sido nunca reclamadas por los adjudicatarios legales. Este número se encuentra en ascenso permanente y ninguna parcela cuenta con documentos legales que respalden su tenencia.

Otro factor que debe tomarse en cuenta son las condiciones que se dan en Guatemala para la existencia de un mercado de tierras formal y transparente, las cuales son relativamente adversas, por las limitaciones institucionales relacionadas con la seguridad jurídica y las frecuentes modificaciones en la política económica y fiscal. Al respecto, un estudio de la FAO constata la presencia en Guatemala de un mercado de tierras rurales segmentado, informal en las transacciones de pequeñas y medianas propiedades, y formal en aquellas efectuadas con grandes propiedades (CEPAL, 2000).

En el estudio acerca del mercado de tierras en Guatemala de FAO-Banco Mundial (1998) citado por CEPAL (2000), se plantea que la demanda potencial puede estar compuesta por:

a. Población campesina carente de tierra

b. Población campesina con tierra en forma limitada

c. Propietarios medianos y grandes e inversionistas nacionales e internacionales

El fideicomiso Fondo de Tierras, que facilitó del acceso a este recurso a campesinos que carecen de tierra, identificó en forma parcial y preliminar a 55,227 familias demandantes, ubicadas, principalmente, en los departamentos de Alta Verapaz, Petén y Quiché. (CEPAL, 2000, IARNA, URL e IIA, 2004).

3.2.1. Causas y efectos

En el ámbito político-institucional, el origen de la inseguridad de los derechos de propiedad y uso de la tierra se manifiestan en la existencia de un marco político-legal confuso, falta de revisión de instrumentos de acceso, regularización y resolución de conflictos agrarios y escasa implementación de políticas relacionadas con la regularización de la tenencia de la tierra. Además, la lentitud del proceso del catastro nacional (ejecución de los Programas de Administración de Tierras I y II), mediante el cual se obtendría la certeza acerca de la posición/ubicación, límites, colindancias y medidas de las fincas; las deficiencias técnicas y engorrosas operaciones del Registro General de la Propiedad; y la pobre cobertura y trabajo coordinado con el Registro de Información Catastral (RIC).

Asimismo, la falta de delimitación física geográfica de las áreas protegidas y de la inscripción en el Registro General de la Propiedad, de las tierras del Estado destinadas a conservación, son causas que inciden en la falta de seguridad jurídica sobre la propiedad de la tierra.

En lo socioeconómico, se puede mencionar el escaso nivel de participación social en las decisiones de manejo de los recursos naturales, la debilidad de las comunidades para ejercer el dominio sobre las áreas de uso y manejo colectivo, lo cual permite que se mantenga una fuerte presión sobre los recursos naturales (cambio de uso del suelo), debido al crecimiento natural de la población, el desempleo y la falta de alternativas económicas. Esta debilidad proviene de la ruptura de las estructuras social-organizativas de las comunidades y el nivel de pobreza que no permite contar con recursos económicos que incentiven el manejo adecuado del territorio y el potencial generador de bienes y servicios ambientales.

Efectos de lo anterior son la ocupación de tierras fuera de su capacidad de uso, equivalente al uso de tierras marginales, indiferencia ante las tendencias de agotamiento de los recursos, bajo nivel de inversión en los procesos productivos, invasión de bienes públicos y privados y la consecuente conflictividad agraria.

Esta situación marca la ruta hacia la degradación y vulnerabilidad ambiental mediante amenazas como la contaminación por desechos sólidos y líquidos del suelo y fuentes hídricas, incendios forestales, avance de la frontera agrícola y pecuaria, tráfico ilegal de vida silvestre y conflictividad por invasiones y presencia de asentamientos humanos no planificados.

3.3. Escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados

"*…la libertad de las decisiones individuales en un medio común arruina finalmente a todos*." G. Hardin (1968) citado por Capel (2003).

En términos económicos, la biodiversidad forma parte del capital natural del país, definido este último, según Ortúzar (2005) citado por la URL (2006), como el conjunto de dinámicas valiosas en el cual la naturaleza provee funciones que incluyen la formación y regeneración de los recursos naturales y de donde fluye constantemente una serie de servicios ambientales. Sin embargo, estos servicios no son valorados en su justa dimensión, tomando en cuenta su depreciación, degradación y agotamiento (IARNA, URL e IIA, 2006).

La escasa valoración que se da a este capital natural puede ser apreciada bajo dos enfoques:

a. Percepción sociocultural, según la cual un gran sector de la población guatemalteca los califica como bienes que no tienen precio, de propiedad común y de acceso libre, en otras palabras, ausencia de propiedad: *Lo que es de todos no es de nadie*.

b. Económico y de mercado, promueve una estructura productiva que busca maximizar las utilidades de los sistemas de producción sin ninguna responsabilidad ambiental, llevando al empleo de formas productivas incompatibles con los ecosistemas naturales y manejados. Aquí vale hacer referencia a lo expresado por Bravo, Umaña y Del Camino (1995): *Si no se valora el ambiente, no hay posibilidad de tener sostenibilidad y sostenibilidad implica cambios*.

En el primero de los casos, se genera extractivismo, lo que deriva en sobreexplotación, deforestación, degradación y deterioro de ecosistemas e impactos sobre los procesos ecológicos intrínsecos y sobre la capacidad reproductiva o tasas de regeneración de las especies de flora y fauna residentes. En el segundo, deterioro de las unidades físicas de producción por erosión y compactación de los suelos, pérdida de nutrientes, contaminación de fuentes hídricas superficiales y subte-

rráneas debido al abuso en el uso de tecnología de la producción, como la utilización intensiva de maquinaria agrícola, fertilizantes y plaguicidas, entre otros.

Se cuenta con valiosos ejemplos que ilustran la importancia de la valoración económica de la biodiversidad, como el análisis efectuado al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), al Parque Nacional Laguna del Tigre (PNLT) y a la Reserva de Biósfera Sierra de Las Minas (RBSM).

El conjunto de bienes (pesca, agricultura, ganadería, petróleo, agua, turismo, recursos forestales, etc.), funciones (transporte acuático, reciclaje de desechos, recarga y descarga de acuíferos, estabilización de orillas, control de inundaciones, etc.), y atributos (biodiversidad, belleza escénica, recreación, patrimonio cultural, etc.) de la unidad de conservación PNLT muestra una valoración económica global de 2,256.05 millones de quetzales (CONAP, 2004).

La estimación del valor económico de los bienes y servicios ambientales generados por el SIGAP, realizada por Ortiz (2000) ascendió a 2,015.2 millones de quetzales, que incluye el valor de los bienes maderables y no maderables, bienes agrícolas, turismo, servicios de protección al suelo, servicios de regulación del flujo de agua, absorción biológica del dióxido de carbono, y el valor de uso directo (madera), indirecto (recarga de acuíferos, control de erosión) y valor de no-uso (biodiversidad y cultura).

Por otra parte, con el apoyo del proyecto FIPA/AID (2002) se estimó el valor económico del servicio ambiental de regulación hídrica en el lado de sur de la Reserva de Biósfera Sierra de las Minas, tarifa que ascendió a US$ 0.04/m^3, lo cual corresponde a un valor por hectárea de bosque de US$ 201.85/año. Otra de sus conclusiones indica que la eliminación de la cobertura forestal afectaría el caudal a lo largo del año: en verano, una reducción del 12% del agua, y en invierno se reduciría a 50% la vida útil de la infraestructura vial.

3.3.1. Causas y efectos

El poco conocimiento y la falta de información sobre el manejo de la biodiversidad, de la capacidad de soportar las tasas de extracción y reproducción y dinámicas de las especies y poblaciones silvestres, falta de implementación del ordenamiento ambiental territorial y el no considerar la importancia de la biodiversidad dentro de las políticas públicas relacionadas con la conservación, son algunas de las causas de la escasa valoración de los recursos de la biodiversidad.

Una buena parte del conocimiento generado en el país está disperso o no disponible para quienes toman las decisiones, administradores y usuarios de los recursos de la biodiversidad. Existen, también, otras causas relacionadas con estas percepciones, como el uso y abuso de la tecnología en los procesos productivos, la influencia del sistema tradicional de precios del mercado, la carencia de análisis de factibilidad en la aplicación de políticas sectoriales de desarrollo rural y la visión cortoplacista para la obtención de bienes que generan riqueza.

Los efectos de tales acciones derivan en la contaminación por desechos sólidos y líquidos de las fuentes hídricas y el suelo, sobreexplotación de los recursos naturales y la degradación y deterioro de ecosistemas naturales y cultivados.

3.4. Debilidad del estado de derecho y de la institucionalidad

El estado de derecho es un concepto de teoría política, jurídica y moral. Establece que la autoridad del gobierno sólo puede ser realizada si se siguen las leyes escritas, las cuales

deben haber sido adoptadas mediante un procedimiento establecido y aplicadas por una institucionalidad legalizada y legitimada por la sociedad. El principal rasgo del estado de derecho es el principio de legalidad, también conocido como Imperio de la ley[4].

Para Díaz (1998), citado por Rodríguez (s.f.), las exigencias básicas e indispensables de todo estado de derecho pueden concretarse fundamentalmente en:

a. Imperio de la Ley: ley como expresión de la voluntad general

b. División de poderes: Legislativo, Ejecutivo y Judicial

c. Legalidad de la administración: actuación según la ley y suficiente control judicial

d. Derechos y libertades fundamentales: garantía jurídico-formal y efectiva realización material

3.4.1. Causas y efectos

Si bien el objetivo del estado de derecho y de sus instituciones básicas se enfoca en el propósito de fondo de lograr la garantía y seguridad jurídica de los derechos fundamentales de la persona, en Guatemala éste es casi inexistente debido al grado de conflictividad social generada y consolidada por el conflicto armado interno, la falta de iniciativas para su manejo y los altos índices de delincuencia y criminalidad promovidos por la violencia común y el crimen organizado, aspectos que pueden ser atendidos a través de la planificación y complementariedad de acciones intersectoriales.

Además de lo anterior, se cuenta con una institucionalidad debilitada por la corrupción anquilosada en diversos sectores y niveles de la sociedad guatemalteca, el centralismo gubernamental, la injerencia político-partidista, la falta de capacidades técnico-administrativas, y la poca transparencia en el ejercicio del poder público, que imposibilitan el cumplimiento de sus deberes y obligaciones.

Otro factor importante que promueve la debilidad institucional es el escaso equipamiento y los precarios presupuestos de las instituciones públicas que gestionan y evalúan el estado de la biodiversidad, como el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el Instituto Nacional de Bosques (INAB), la Oficina de Control de Áreas de Reserva del Estado (OCRET) y organizaciones no gubernamentales que co-administran áreas protegidas, vida silvestre o espacios territoriales definidos.

Este desorden provoca en el estado de derecho y en la situación de debilidad institucional la falta de mecanismos de coordinación y cooperación entre instituciones del Estado, gobiernos locales y comunidades.

La situación anterior deriva en la poca o nula aplicación de políticas, normas y procedimientos que orienten las actividades de manejo, protección y conservación de la biodiversidad, y en debilidades en la administración de justicia.

Además, hay otros aspectos no menos importantes, como la vulnerabilidad fronteriza, que incita al tráfico ilegal de flora y fauna silvestres, la fragilidad de las relaciones entre las instituciones y comunidades locales y la falta de aplicación de la legislación ambiental.

Lo anterior limita la gestión de la biodiversidad y promueve la creación de un estado de ingobernabilidad[5], aspectos que contribuyen a la formación de amenazas a la biodiversidad, como el tráfico ilegal de vida silvestre, narcoactividad, invasiones y formación de asentamientos humanos espontáneos, incendios forestales y cacería y pesca ilegal.

3.5. Presiones provocadas por niveles de pobreza, desempleo, crecimiento poblacional y estructura agraria predominante

La pobreza, el analfabetismo, el desempleo, la violencia y los efectos derivados del crecimiento poblacional son, entre otros, algunos de los principales problemas que países como Guatemala no han podido resolver. Lejos de motivar iniciativas que coadyuven al estudio, conservación, mejora y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales locales, estos problemas conducen a la reducción de áreas boscosas para destinarlas a la agricultura de subsistencia o a la ganadería extensiva. La celeridad con que se están produciendo estos procesos, deja paulatinamente al país sin la oportunidad de aprovechar esos valiosos recursos como su más estratégico motor de desarrollo.

3.5.1. Crecimiento poblacional

Estadísticas del INE (2002) y estimaciones de IARNA, URL e IIA (2006), muestran una tendencia de crecimiento en la población del país (Figura 3). En 1994, el censo de población estimó 8,331,874 habitantes, equivalente a una densidad de 77 habitantes por km^2. El censo de 2002 reportó una población total de 11,237,196 habitantes, es decir, 103 habitantes por km^2. De estos, 46.14% ubicados en el área urbana y 53.86% en el área rural. A partir de este censo, la proyección de la población para 2005 fue de 117 habitantes por km^2 y 132 habitantes por km^2 para el 2010.

De acuerdo con proyecciones basadas en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002 (INE, 2003), la población crecerá a un ritmo de 325,000 a 350,000 habitantes por año. Esto significa que, si las actuales tendencias de los indicadores demográficos no cambian, la población reportada por el censo de 2002 se duplicará cada 32 años, con el consiguiente incremento en la demanda de alimentos, servicios y energía. Estas estimaciones deben ser tomadas en cuenta en los procesos de planificación del desarrollo económico, social y ambiental del país, para promover decisiones respecto a la formulación de políticas de población, establecer contro-

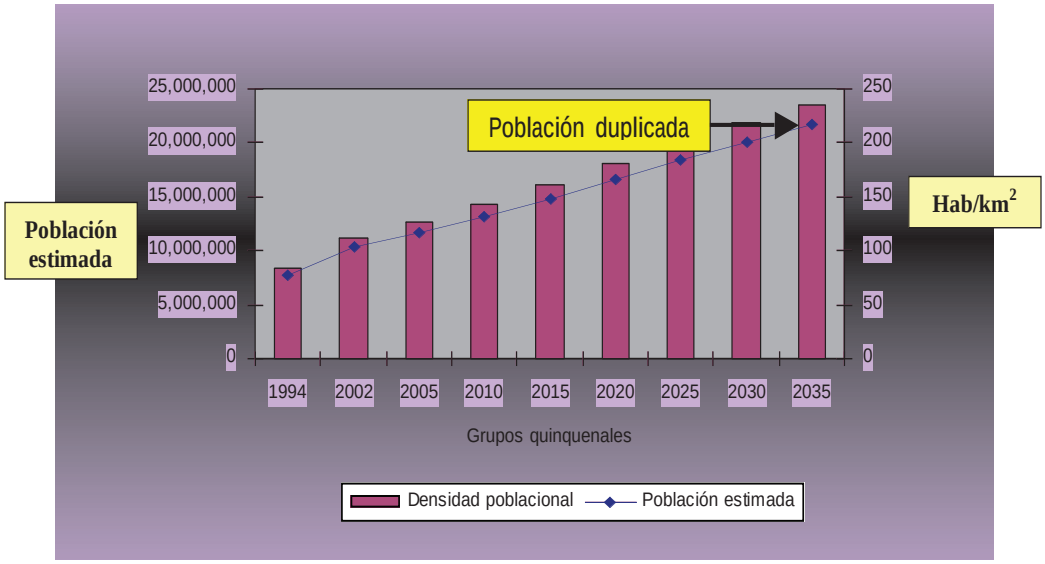


Figura 3. Tendencia del crecimiento de la población total de Guatemala. Período 1994-2035
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, INE, con base en el XI Censo de Población y VI de Habitación 2002

les precisos de la migración interna y externa, mejorar los niveles de educación y campañas de sensibilización de la población a través de mecanismos formales e informales.

En el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), se enfatiza que, en tanto se mantengan las variables de crecimiento poblacional, de la misma manera se mantendrán los ascendentes niveles de pobreza y pobreza extrema, incremento de las demandas sociales de servicios (seguridad, salud, educación, vivienda e infraestructura vial) y requerimientos como fuentes de trabajo, recursos energéticos (leña y carbón) y madera para construcción.

Sin embargo, la mayor presión está relacionada con el bosque, pero especialmente sobre la tierra y, ante la falta de un adecuado nivel de gestión pública en torno a este recurso natural, es razonable la ocupación y uso de áreas marginales para la agricultura y ganadería extensivas, y la promoción de altos niveles de sobreuso, erosión, compactación y contaminación del suelo.

Las presiones mencionadas están generalizadas en todo el territorio nacional, aunque cobran mayor importancia en zonas de alta densidad de población, como Sacatepéquez (533 habitantes/km^2), Quetzaltenango (320 habitantes/km^2), Totonicapán (320 habitantes/km^2), Sololá (290 habitantes/km^2), Chimaltenango (225 habitantes/km^2), San Marcos (332 habitantes/km^2) y, aunque con menor densidad poblacional, Petén (10 habitantes/km^2). Este último es considerado como una región con alta conflictividad por invasiones a las áreas protegidas y sometido a fuertes presiones por los campesinos que demandan tierras y las destinan a la siembra de cultivos de subsistencia, también por terratenientes-ganaderos cuyo objetivo es promover la ganadería extensiva, lo cual provoca deforestación y avance de la frontera agropecuaria (Figura 4).



Figura 4. El incremento poblacional y las presiones sobre los recursos naturales. Crédito: Reyes, R.

3.5.2. Pobreza

Somos un país con mayoría de pobres, está claro que ellos no escogieron ser pobres, no quieren ser pobres y sin embargo son pobres. J.C. Méndez. *La pobreza en Guatemala* (IARNA, 2003).

Aunque con una amplia y abundante biodiversidad, Guatemala no ha podido avanzar hacia niveles de desarrollo que le permitan brindar a sus habitantes condiciones adecuadas de vida y equidad en la distribución de la riqueza. En oposición, las estadísticas muestran tendencias hacia un mayor empobrecimiento de la población y el deterioro de los recursos naturales.

Las dos principales razones históricas de degradación ambiental de la región centroamericana, relacionadas estrechamente entre sí, son el modelo de desarrollo basado en la agro-exportación y la pobreza que este modelo promueve y profundiza. Esta última ha mostrado, entre los años 2000[6] y 2002[7], un incremento mayor al 5.8% para la población ubicada en el nivel de pobreza extrema, y de 0.8% para aquella que subsiste en condiciones de pobreza. En otras palabras, para 2002, 6.4 millones de guatemaltecos eran pobres[8] y alrededor de 2.4 millones se encontraban en el nivel de pobreza extrema[9].

El mayor porcentaje de población en condición de pobreza (72.2%) se localiza en el área rural, la situación más crítica se presenta en las comunidades indígenas. Investigaciones efectuadas en 2004 para la construcción del Mapa de Pobreza 2002 (SEGEPLAN, INE, URL, 2004), permitieron determinar que, a nivel departamental, la mayor incidencia de pobreza general se presenta en Quiché (84.6%), Alta Verapaz (84.1%) y Huehuetenango (78.3%).

Coincidentemente, el Censo Nacional Agropecuario de 2002 refleja que los municipios donde la degradación de tierras se ha ampliado en mayores proporciones, pertenecen a San Marcos, Huehuetenango, Quetzaltenango, Quiché, Totonicapán, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Jalapa y Chiquimula.

En relación con la brecha de desigualdad en la distribución de los ingresos, para el año 2002 Guatemala presenta un Coeficiente de Gini de 0.587 (IARNA, URL e IIA, 2006), el cual, comparado con el valor para el año 2000 (0.555), permite inferir tendencias de incremento coincidentes con el aumento de los niveles de pobreza y desigualdad en el país. Esto afecta negativamente las variables de educación, salud e ingreso *per capita*. Para ese año, la participación en el ingreso nacional de la quinta parte más pobre de la población fue únicamente del 2%, mientras que la quinta parte más rica participó en un 64% del ingreso total del país.

3.5.2.1. Causas y efectos

La estructura socioeconómica del país y los modelos de desarrollo adoptados han privilegiado la acumulación de la riqueza en una minoría de la población, a costa de la destrucción de los ecosistemas (sustitución de bosques por tierras agrícolas) y el incremento de la pobreza de la mayoría, que a su vez no ha obtenido mayores beneficios en la utilización de los recursos naturales del país. Esto coloca a Guatemala en un círculo vicioso en el que los pobres son cada vez más pobres y la riqueza del país se concentra cada vez más en pocas manos.

La falta de alternativas para esa población que vive en pobreza y extrema pobreza obliga a la explotación irracional de los recursos naturales que se tienen al alcance para sobrevivir. Las poblaciones en extrema pobreza no tienen otra opción que trabajar en las tierras menos aptas para la agricultura, muchas de las cuales se ubican en áreas de alta biodiversidad (IARNA, 2006). La dramática desigualdad en el acceso a los medios de producción, el incremento desproporcionado de la brecha entre los ingresos de población urbana y rural, está determinando que, estos índices aumenten negativamente, especialmente en la población indígena rural establecida en el altiplano occidental.

Guatemala posee todavía un alto pero sumamente frágil potencial de recursos naturales y biodiversidad, situación que prevalecerá mientras persistan las desigualdades en el desarrollo socioeconómico y el crecimiento poblacional. Esta situación está causando sobreexplotación, degradación de suelos, deforestación, contaminación de fuentes hídricas, transformación de ecosistemas naturales en campos de cultivos de subsistencia y efectos nocivos sobre las poblaciones de fauna silvestre.

Otra causa relacionada con las amenazas a la biodiversidad es la no inclusión de los temas de pobreza y la gestión de la biodiversidad en la formulación de políticas públicas[10]. Esta situación está concatenada con la baja capacidad de las instituciones del gobierno para diseñar y dar seguimiento a las políticas públicas vinculadas con el desarrollo rural, y es consecuencia de la debilidad e inestabilidad institucional y los escasos recursos técnicos y financieros asignados, situación que

se manifiesta en la escasa o nula presencia institucional que es necesaria para la toma de decisiones a nivel local.

Entre las consecuencias de esta problemática se pueden mencionar la existencia de iniciativas de desarrollo social y económico incompatibles con la realidad ambiental del país; la ocupación y uso de áreas marginales para la agricultura con la consiguiente baja productividad de los sistemas de producción; la sobreexplotación de los recursos naturales y el aumento constante de la demanda del recurso tierra, de servicios, empleo y fuentes energéticas.

3.5.3. Desempleo

El concepto de pobreza está estrechamente relacionado con los ingresos. De igual manera lo están el crecimiento del empleo y la tasa de salario real. Si existe un porcentaje alto de desempleo, el medio de reducción de pobreza sería incrementar el empleo. Si hay pleno empleo, pero con una tasa salarial insuficiente, trasladar el conjunto de obreros arriba de la línea de pobreza implica incrementar las tasas salariales (IARNA, URL e IIA, 2006).

Con el mantenimiento de una agricultura de subsistencia y la escasez cada vez mayor de tierra disponible para la expansión de la agricultura como actividad económica principal en el área rural de Guatemala, se debe promover la diversificación agrícola y, de esta manera, propiciar la absorción de mano de obra disponible, que mejore los niveles de productividad, los ingresos de los sistemas de producción e incentive el empleo no agrícola para evitar que se agrave la situación de pobreza y pobreza extrema rural.

De acuerdo con las estimaciones de ANACAFE (FIPA/USAID, 2002) y, como un argumento que fortalece las ideas del párrafo anterior, existe una situación que agudizó el nivel de desempleo y subempleo del país, ésta fue la crisis del café ocurrida en los períodos de 1999/2000 y 2000/2001, cuyo efecto fue la reducción del 19% del empleo total generado por la caficultura, estimado en 65.26 millones de jornales. Es decir, una absorción plena promedio anual de la población económicamente activa (PEA) total en el orden del 9%.

Según el XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación (2002), la PEA total del país asciende a 3,463,397 personas, equivalente al 30% de la población total del país, distribuida en 1,835,653 habitantes del área urbana y 1,627,714 en el sector rural. Del total de la PEA mencionado, 42.07% trabaja en el sector agrícola, caza, silvícola y pesquero.

El perfil total de la PEA rural (Cuadro 1) indica que el 71% son trabajadores agrícolas, el 7.35% corresponde a las actividades artesanales, industriales y de minas y canteras, y el 21.90% restante corresponde a las actividades terciarias, tal el caso del comercio y servicios. Esto demuestra el peso que sigue teniendo la producción agrícola en los ingresos de las familias rurales, pero que, debido al minifundio y la agricultura de subsistencia como forma de producción predominante, no permite promover la generación de nuevas fuentes de empleo y causa implicaciones sobre los ecosistemas naturales, como las ligadas al cambio de uso del suelo, erosión, desequilibrios ecológicos y contaminación.

3.5.3.1. Causas y efectos

Entre los factores que inciden en el desempleo urbano y rural están la escasez de la tierra como principal medio de producción, efectos coyunturales en los precios internacionales de los productos de exportación (banano, caña de azúcar, café, hortalizas, etc.), incremento del minifundio y concentración de la tierra, mantenimiento de la agricultura de subsistencia como sistema tradicional de producción, incremento poblacional, falta

de alternativas económicas y la existencia de una tasa de generación de empleo a ritmo más lento que la tasa de crecimiento de la PEA rural y urbana.

En las condiciones actuales, existen pocas oportunidades en el área rural que puedan ayudar a frenar la migración de residentes de las zonas rurales y desacelerar la propagación de la congestión y la contaminación de las zonas urbanas[11] o el desempleo urbano. En otros casos, la decisión de las familias será continuar con una agricultura de subsistencia como estrategia local de sobrevivencia o seguridad alimentaria, engrosar la población que se encuentra dentro de la economía informal o migrar hacia otras áreas rurales en busca de nuevas tierras, acciones que contribuirán a la creación de asentamientos espontáneos, invasiones de tierras y avance de la frontera agrícola y pecuaria.

3.5.4. Estructura agraria predominante

La estructura agraria de los países en vías de desarrollo, entre ellos Guatemala, se caracteriza por una distribución de tipo dual, donde un pequeño número de personas posee la mayoría de las tierras cultivables, mientras que una multitud de pequeños propietarios, de arrendatarios, usufructuarios y colonos cultivan el resto de las tierras que a menudo son marginales (Etchegaray *et al*., 1997) por las condiciones físico-químicas y biológicas de los suelos.

Las del primer tipo –concentración *de la propiedad de la tierra*– tienen orígenes históricos diferentes que varían de una región a otra (costa sur o Pacífico, las Verapaces y el departamento de Petén, por ejemplo). Unas inician desde la época colonial producto del otorgamiento de prebendas o beneficios por parte de la Corona Española hacia los conquistadores y posteriores administradores de las colonias[12]. Otras fueron promovidas durante la Reforma Liberal de 1871 mediante la progresiva apropiación de tierras de la iglesia católica y, en otros casos, a través del corrimiento de límites y expropiación de áreas comunales.

La forma más reciente de concentración de la tierra es el aparecimiento de nuevos latifundios a partir de dos aspectos relevantes: a) Modificación a la normativa legal del Decreto Legislativo 1551 –Ley de Transformación Agraria– de fecha 3 de noviembre de 1962, y la ley de creación de FONTIERRAS, que elimina la *tutela del Estado*[13] en aquellas parcelas o patrimonios familiares otorgados a los beneficiarios de dicha ley; y b) La apro-

Cuadro 1. Distribución porcentual de la PEA según rama de actividad económica

No.	Actividad económica	Valores porcentuales	
		Urbana	Rural
1	Agricultura, caza, silvicultura y pesca	16.65	70.75
2	Industria manufacturera textil y alimenticia, minas y canteras	19.19	7.35
3	Servicios (electricidad, agua, transporte, enseñanza, administración pública, etcétera)	25.63	8.03
4	Construcción	7.32	4.52
5	Comercio por mayor y menor, servicios financieros, seguros, bienes inmuebles	30.19	8.79
6	Rama de actividad no especificada y otros	1.02	0.56

Fuente: XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002. INE (2003)

piación, a través de procesos anómalos, de tierra ubicada en áreas protegidas o de propiedad privada. En ambos casos se han ocasionado graves distorsiones en el mercado de las tierras en Guatemala[14].

El segundo tipo *–pequeño campesino–* adquiere una pequeña extensión de tierra para cultivarla con su familia. Cuando el número de miembros aumenta, pueden suceder tres alternativas:

1. La subdivisión o fragmentación en microparcelas insuficientes para el sostenimiento familiar (agricultura de subsistencia) cuya tendencia incide en el incremento de la pobreza.

2. La disposición a trasladarse con su familia a la periferia de los centros poblados, como una forma aparente de seguridad urbana, o hacia tierras menos fértiles y más lejanas que requieren más trabajo por cada unidad de producto, otra opción es el traslado hacia aquellas áreas consideradas libres o marginales, como las áreas protegidas, cuyos efectos negativos se manifiestan en el empobrecimiento del campesino y su familia o en el incremento de los costos ambientales para el país al ser afectado su capital natural.

3. Migración hacia Estados Unidos de América con la consiguiente desintegración familiar y el debilitamiento de las estructuras sociales comunitarias.

Un indicador utilizado en la medición de la desigualdad en la distribución de la tierra, y variable importante que contribuye a los niveles de pobreza del país, es el Índice de Gini[15]. Pese a que este índice muestra signos de mejora inter-censal entre 1979 (0.814) y 2003 (0.785) a nivel nacional, los niveles de pobreza (57%) y extrema pobreza (21.5%) del país continúan reportando incrementos (PNUD, 2004). La mejora en los valores de este indicador tuvo lugar en el 74% del total de municipios del país, especialmente en los departamentos de Totonicapán, Huehuetenango, Quiché, Petén, Chiquimula y Jutiapa. En el lado opuesto, el 26% del total de municipios del país obtuvieron igual o mayor nivel de concentración de la tierra, esencialmente en Izabal, Retalhuleu, Escuintla y Suchitepéquez.

La fuente primaria de información sobre la estructura agraria[16] del país es el Censo Nacional Agropecuario, el cual muestra que en las categorías de microfincas (< 0.70ha) y finca subfamiliar (de 0.70 a < 7.0 ha) está compuesta por el 91.4% del total de fincas y apenas el 20.4% del área total. En contraste, las fincas familiares y multifamiliares medianas y grandes comprenden el 8.6% del total de fincas, abarcando el 79.70% del total del área censada (INE, 2003).

Los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario muestran que el tamaño medio del conjunto de las explotaciones descendió de 7.74 a 4.72 hectáreas, lo cual resalta el creciente proceso de minifundio de la tierra en Guatemala. Las explotaciones subfamiliares presentan un cambio de 2.07 a 1.82 hectáreas por finca y los predios familiares no muestran modificaciones; por el contrario, las áreas multifamiliares evidencian cambios de 191.9 a 132.19 hectáreas de extensión promedio (INE, 2003).

3.5.4.1. Causas y efectos

En conclusión, la estructura agraria muestra que la concentración de la tierra en Guatemala sigue siendo elevada, entre otras causas, por los niveles de incremento y concentración poblacional, especialmente en el altiplano del país; las expresiones de exclusión y marginación (social, económica, cultural, y política), pocas oportunidades de acceso a bienes productivos (financiamiento, tierra, asistencia técnica, etcétera), la existencia de

políticas y legislaciones que han promovido la expropiación y concentración de la tierra, y distorsiones en el mercado de la tierra por acciones promovidas de forma lícita o ilícita.

Los efectos se hacen notar en los procesos de migración interna y externa de la población, que tienden a aumentar el número de personas dentro de la economía informal, y en las grandes desigualdades sociales, y por ende, en el empeoramiento de los indicadores de pobreza y pobreza extrema, lo que repercute en los Índices de Desarrollo Humano y en los esfuerzos de conservación de la biodiversidad y la protección ambiental.

4. LAS AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD: CAUSAS INTRÍNSECAS Y EFECTOS

La biodiversidad y sus componentes tienen un alto valor intrínseco que, junto con su manejo y conservación, constituyen el fundamento del desarrollo sostenible. La gran gama de genes, especies y ecosistemas producto de una historia biogeográfica del área mesoamericana, integran un recurso que puede aprovecharse para satisfacer las exigencias actuales y futuras de la sociedad guatemalteca, pero que mantiene amenazas recientes y ancestrales y, con ellas, pérdidas irreparables por el grado de irreversibilidad de algunos de los procesos ecológico-naturales afectados.

4.1. Clasificación de las amenazas

Las amenazas que a continuación se describen forman una parte del conjunto de presiones que se mantienen sobre la biodiversidad y promueven la degradación ambiental:

1. Amenazas antropogénicas, son las que ocurren o se originan a causa de las actividades humanas (erosión de suelos, deforestación, contaminación, talas legales e ilegales, incendios forestales, introducción de especies exóticas invasoras, tráfico ilegal de vida silvestre y avance de la frontera agrícola y pecuaria).

2. Amenazas naturales, que se manifiestan sin la intervención humana (sismos, terremotos, maremotos, erupciones volcánicas, huracanes, ciclones e inundaciones).

3. Amenazas globales, son aquellas que tienen impactos en el globo terrestre, como las variaciones en el clima provenientes del cambio climático y los fenómenos relacionados con los efectos de El Niño y La Niña.

Existen otros tipos de amenazas que podrían formar parte de la primera agrupación o analizarse en forma separada, éstas son las originadas a partir del ejercicio del poder en la gestión gubernamental[17] o del Estado, tales como la implementación de políticas nacionales. Por ejemplo, las que se relacionan con la generación de energía mediante la construcción de hidroeléctricas, provisión de servicios públicos, como la construcción de infraestructura vial, y el aprovechamiento de recursos naturales no renovables, mediante el otorgamiento de licencias, permisos y concesiones para la exploración y explotación petrolera y minera.

4.2. Narcoactividad

El narcotráfico es una de las actividades más lucrativas del comercio ilícito. Junto con el tráfico de armas, la movilización de inmigrantes ilegales y el comercio sexual, genera grandes ganancias a los actores que la promueven en tres ámbitos principales:

1. El mercado, ubicado en países desarrollados cuya capacidad adquisitiva los convierte en grandes consumidores.

2. La gerencia de la producción, procesamiento y transporte, localizada en países con economías poco desarrolladas y pre-

sionadas por estados de ingobernabilidad casi permanentes, presencia de conflictos armados internos, crimen organizado y corrupción generalizada.

3. Sitios puente, como el caso de Guatemala, que por su ubicación geográfica se convierte en paso estratégico hacia el mercado, aunque en ciertas áreas del país también se observa consumo y producción, con el consiguiente aparecimiento de otras fuerzas paralelas como el crimen organizado.

Quienes la practican son grupos clandestinos con alta capacidad de organización, comunicación, desplazamiento y normas de comportamiento, creados con el propósito de facilitar el trasiego de sustancias prohibidas desde su lugar de fabricación hacia México y los Estados Unidos de América. Muchas de las ganancias que genera esta actividad se invierten en la construcción de infraestructura y en la promoción y desarrollo de actividades productivas, tanto agrícolas como de ganadería extensiva. Estas últimas son precisamente las que originan los principales impactos a la biodiversidad, debido a la fragmentación de los hábitats resultante de los procesos de deforestación y el cambio en la cobertura del suelo, incrementando así el nivel de riesgo y vulnerabilidad de las áreas a los incendios forestales, cacería y tráfico ilegal de vida silvestre.

El caso más dramático se observa en la región de Petén, especialmente dentro de los límites de la RBM, debido a su posición estratégica de colindancia con las fronteras de México y Belice. Las acciones de estas organizaciones se pueden apreciar a partir de la existencia de espacios o corredores controlados por grupos armados ilegales, la creación de pistas clandestinas de aterrizaje utilizadas para la recepción y transporte de droga y la adquisición, dentro de un mercado informal, de grandes extensiones de tierra para ser dedicadas a la ganadería extensiva y como soporte para otras actividades ilegales.

4.2.1. Causas y efectos

Los factores principales para que este fenómeno permeara en los diferentes sectores de la sociedad y en algunas autoridades locales ha sido la debilidad del estado de derecho y de la institucionalidad, cuyas causas son la baja o nula presencia estatal, la existencia de una cultura de colonización mediante invasiones a las áreas protegidas, conflictividad social derivada del acceso a la tierra por parte de los asentamientos humanos, corrupción administrativa, condiciones de pobreza de gran parte de la población residente, bajo nivel de relación entre las instituciones gubernamentales y las poblaciones locales (CONAP, 2004c) y la falta de correspondencia y complementariedad de las acciones intersectoriales.

Los efectos negativos recaen (Figura 5) sobre el estado de gobernabilidad de ciertas regiones, por haberse debilitado el ejercicio de la autoridad del Estado y la falta de mecanismos de coordinación y cooperación entre instituciones del Estado, gobiernos locales y comunidades. Dentro de los impactos ambientales es factible observar los provocados por el incremento de nuevos asentamientos o "agarradas" sobre los procesos ecológicos de los ecosistemas naturales del área, debido a la deforestación, la acción de los incendios forestales, la tala del bosque y el tráfico de vida silvestre.

4.3. Contaminación por desechos sólidos y líquidos

Este tema hace referencia a las complicaciones ambientales derivadas de la alteración del equilibrio ecológico de los cuerpos o corrientes de agua, ecosistemas terrestres, acuáticos y distintos paisajes naturales del país. Esto debido a la inclusión o vertimiento de conta-

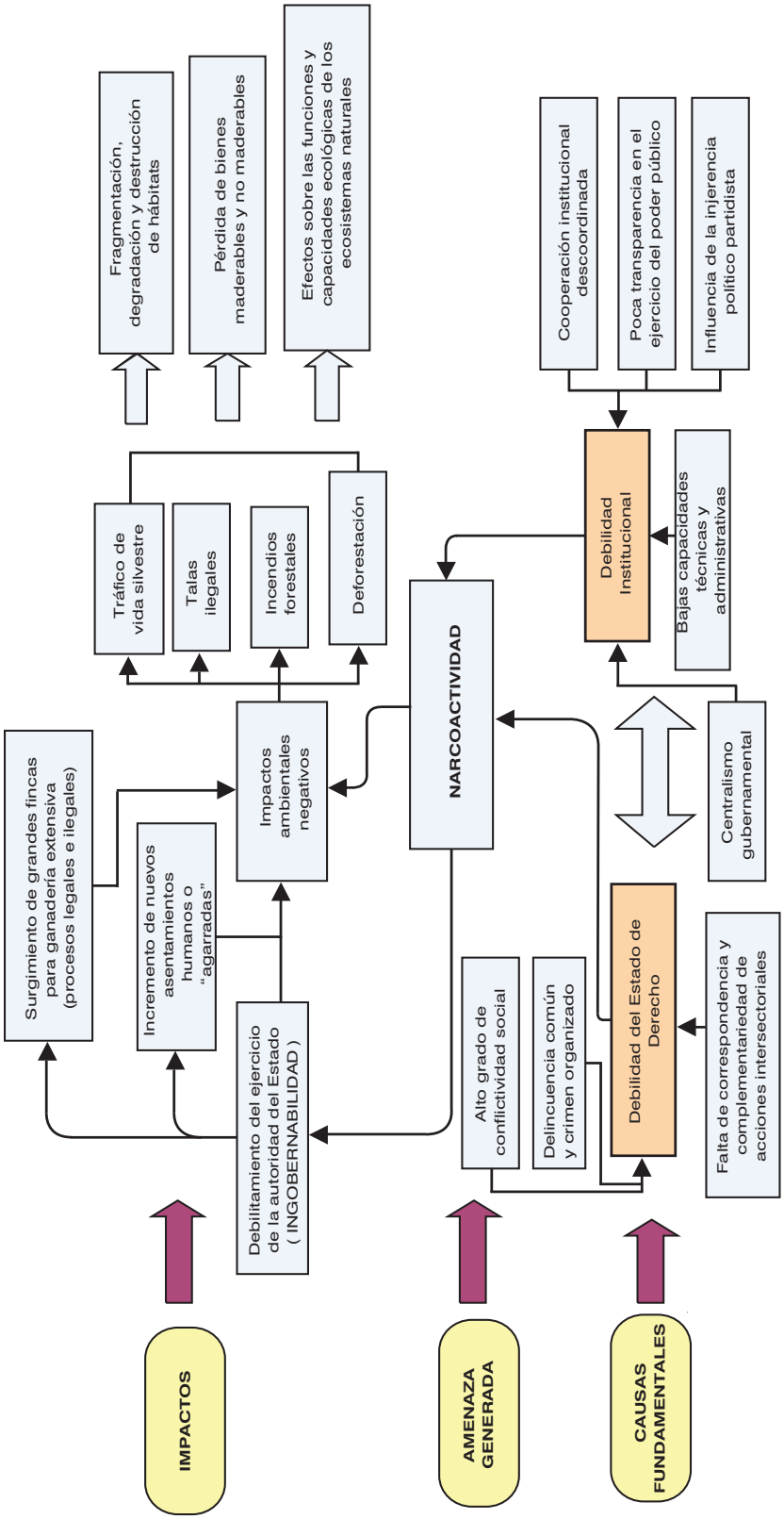


Figura 5. Impactos de la narcoactividad a la biodiversidad

minantes o cualquier combinación de ellos, problema que crece cada día en magnitud e impactos al entorno natural (suelo, aire, agua), la biodiversidad y la salud humana.

Existe una diversidad de contaminantes que pueden ser específicos de ciertos ecosistemas o, por el contrario, afectar a varios al mismo tiempo. Entre ellos se pueden distinguir desechos industriales y mineros, residuos gaseosos producidos por el uso de combustibles fósiles, plaguicidas, desechos sólidos y líquidos provenientes de los centros poblados y restos orgánicos de animales y humanos.

En términos generales, la contaminación y degradación ambiental son provocadas por la eliminación de desechos sólidos y líquidos que provienen de procesos industriales o bien son generados por las actividades humanas. Son significativos los impactos generados por el uso exagerado de agroquímicos (insecticidas, fungicidas y herbicidas) en cultivos anuales y/o permanentes, y en el manejo de potreros y de microorganismos, como bacterias, parásitos y virus (PNUD, 2002). El ejemplo más común es el del cultivo del algodón en la costa sur de Guatemala, que llegó a constituirse en la principal fuente de contaminación del país y se le considera agente causal de la desaparición de muchas especies de flora y fauna en esa región (FIPA/USAID, 2002).

4.3.1. Contaminación de los elementos básicos: agua y suelo

La contaminación de los mantos acuíferos, ríos, lagos, lagunas y otros cuerpos de agua, es provocada por la utilización de fertilizantes químicos, herbicidas e insecticidas en la agricultura y ganadería y el constante fluir de las aguas servidas de origen doméstico[18] e industrial. Además, diversas regiones marino-costeras, como la desembocadura del río Motagua y playas recreativas, han sido convertidas en vertederos finales de toneladas de desechos sólidos provenientes de los centros poblados[19].



Figura 6. Desechos sólidos en un medio vital
Crédito: Maas, R.

Dentro de este conjunto de contaminantes, unos dispersan agentes patógenos, como bacterias, virus y protozoarios causantes de enfermedades; otros vierten sustancias químico-orgánicas como plásticos, ácidos y sales que, a ciertas concentraciones, hacen que el agua sea inadecuada para beber y provoquen daños a la flora y fauna acuáticas. Además, se observan nutrientes vegetales inorgánicos, como los nitratos y fosfatos disueltos. Asimismo, es notoria la presencia de partículas insolubles de suelo y otros materiales inorgánicos y orgánicos en suspensión, que provocan la disminución de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, alteración en las cadenas alimenticias y sedimentación, cuyos impactos son el azolvamiento de lagos, represas y canales de riego.

El crecimiento de la población ha demandado la generación de tecnologías que permitan aumentar la producción de alimentos, donde el suelo juega un papel preponderante en el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias. Sobre éste se han acumulado residuos líquidos y sólidos, como detergentes, grasas, solventes, aceites y plásticos (Figura 6) y se ha

incrementado el uso de productos químicos como los fertilizantes químicos y plaguicidas, muchas veces sin respetar las normas de uso y sin visualizar las consecuencias ambientales de aplicar excesivas concentraciones, ya que pueden llegar a ser tóxicas para la flora residente.

4.3.2. Causas y efectos de la contaminación

Las causas de la contaminación (Figura 7) se relacionan con procesos como el crecimiento demográfico, bajos niveles de pobreza de la población, y el desempleo urbano y rural; así como la mala planificación del desarrollo industrial y crecimiento urbano sin respetar las normas ambientales. Esto origina basureros clandestinos y provoca el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento. Así mismo, debido al desconocimiento y a la escasa aplicación de la legislación ambiental, se cae en espacios de impunidad ambiental y se da poca atención al seguimiento y evaluación ambiental.

De igual manera, influye en la contaminación el bajo nivel de inversión en los sistemas de producción, causado por la inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra y la sobreexplotación de los recursos naturales. Una causa puntual es el bajo control de las fuentes potenciales de contaminación, como las descargas de aguas residuales, desechos sólidos y líquidos de procesos industriales, residuos de prestadores de servicios, como hospitales, laboratorios, hoteles, restaurantes, limpieza de fosas sépticas y el aparecimiento continuo de basureros clandestinos.

Los efectos pueden observarse en el deterioro de la salud humana a consecuencia de la elevada contaminación atmosférica y las fuentes de agua, a través del aumento de enfermedades respiratorias[20] (bronquitis y asma), infecciones de la vista, trastornos cardiovasculares e infecciones de la piel y presencia de parásitos gastrointestinales y, finalmente, en la disminución de la calidad de vida.

También son notorios los impactos en los ecosistemas terrestres y acuáticos, a través de la deforestación, sobreexplotación de los recursos naturales, incendios forestales, contaminación del suelo y de las corrientes de agua, tanto superficiales como subterráneas. No escapa la pérdida de especies de vida silvestre sensibles a los diferentes grados de contaminación, al romperse el equilibrio ecológico y las cadenas alimenticias.

4.4. Incendios forestales

Los incendios forestales son fenómenos de origen antrópico en su mayor parte y totalmente recurrentes –suceden en la época seca del año, desde febrero a mayo– en áreas como Petén, Chiquimula, Quiché, Zacapa, Jalapa y las Verapaces (IARNA, URL e IIA, 2004), por el área que afectan son clasificados en tres tipos: de copa, rastreros y subterráneos.

En los últimos años la incidencia y magnitud de los incendios forestales se ha convertido en una amenaza para los recursos naturales y la biodiversidad del país. Según el INAB y el SIPECIF, el mayor impacto de los incendios forestales ocurrió en los años 1998, 2003 y 2005, fenómenos ocurridos durante períodos de sequía prolongados asociados con los eventos de El Niño. De acuerdo con la magnitud reportada, hubo serios impactos a la salud humana, calidad del aire, del agua, del suelo, de las áreas de explotación de madera y de otros productos forestales.

Una forma de dimensionar el impacto de los incendios forestales sobre la biodiversidad es mediante el análisis de la información generada por el Centro de monitoreo y evaluación del CONAP (CEMEC). En el Cuadro 2 se describe la superficie afectada en las unidades de manejo que se encuentran dentro de la categoría de zonas núcleo, la Zona de

Cuadro 2. Superficie afectada por los incendios forestales en las Zonas Núcleo, Zona de Amortiguamiento y Zona de Usos Múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya

Categoría de manejo/zonificación	1998	2003	2005
	Área (ha)	Área (ha)	Área (ha)
Biotopo Cerro Cahuí	0	0	1
Biotopo Laguna del Tigre-Río Escondido	22,565	18,755	29,607
Biotopo Naachtún Dos Lagunas	0	0	0
Biotopo San Miguel la Palotada-El Zotz	1,992	2,424	283
Monumento Cultural El Pilar	0	0	0
Monumento Natural Yaxhá-Nakum-Naranjo	173	170	116
Parque Nacional Laguna del Tigre	112,391	161,874	166,083
Parque Nacional Mirador-Río Azul	0	0	3
Parque Nacional Sierra del Lacandón	66,036	28,857	46,921
Parque Nacional Tikal	25	13	0
Zona de Amortiguamiento	128,046	109,523	90,664
Zona de Uso Múltiple	102,229	76,870	41,563
TOTAL	433,457	398,486	375,241

Fuente: Centro de Monitoreo y Evaluación del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CEMEC), 2006

Amortiguamiento y la Zona de Usos Múltiples de la RBM.

Es impactante la comparación del conjunto de puntos de calor observados en la región norte del país, en los años 2003, 2005 y 2006 (Figura 8), los cuales están afectando áreas de vital importancia biológica localizadas dentro de la Reserva de la Biósfera Maya, y áreas de transición entre dos áreas biogeográficas: las tierras altas de Alta Verapaz y las tierras bajas de Petén, sitios de endemismo y riqueza biológica, donde se ubica el sistema de montañas del Parque Nacional Cuevas de Candelaria, la Sierra de Chamá y Chinajá y la que conecta con el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Los miembros integrantes del Sistema Nacional de Prevención y Control de Incendios Forestales (SIPECIF), administradores de áreas protegidas, gobiernos locales, junto a actores en los diferentes niveles de participación social, deben promover la formulación de mecanismos de respuesta a los incendios forestales, enfocados, además de su extinción, en causas subyacentes como:

a. La conducta humana en el uso del fuego como herramienta agrícola y ganadera (quema de pastos y rastrojos).

b. Deficiencias de los mecanismos de prevención y control debido a la inestabilidad del personal, falta de medios técnicos, recursos financieros suficientes y oportunos, y poca coordinación entre los entes responsables.

c. Interés en ampliar la frontera agropecuaria mediante la desvalorización del bosque (quemas intencionales).

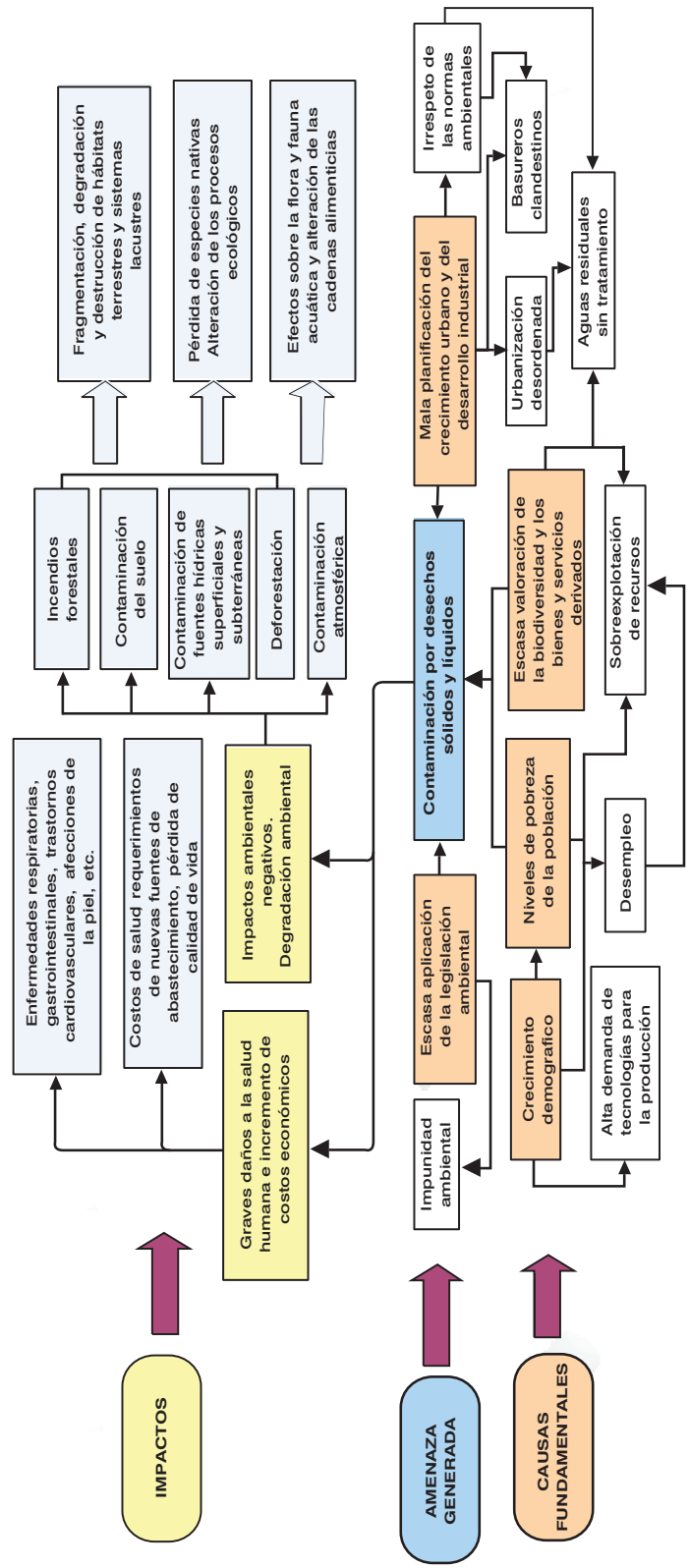


Figura 7: Impactos a la biodiversidad por la contaminación de desechos sólidos y líquidos

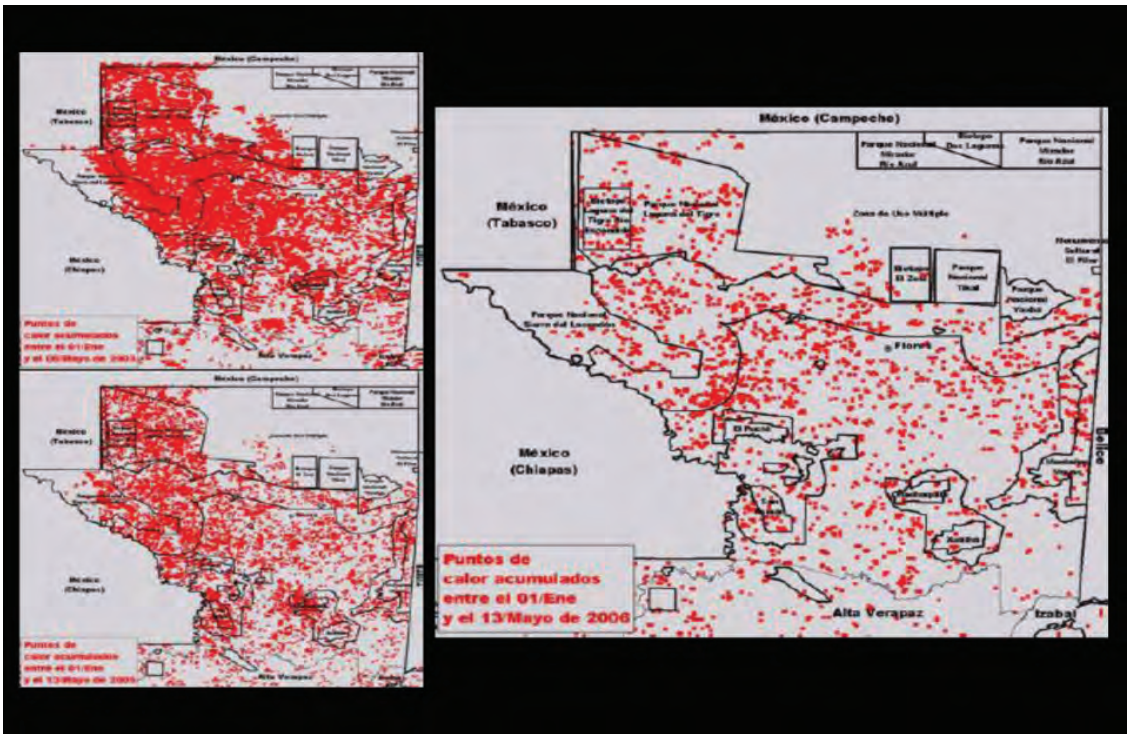


Figura 8. Comparación de puntos de calor acumulados al 13 de mayo en 2003, 2005 y 2006, ubicados en la región norte del país. Fuente: CEMEC/CONAP/WCS. Informe de monitoreo de incendios, temporada 2007. Departamento de Petén. Mayo 2007

4.4.1. Causas y efectos

El origen principal de los incendios forestales son las acciones antropogénicas, las cuales están relacionadas con malas prácticas agrícolas, negligencia en la quema de rozas propias de la agricultura migratoria, incendios intencionales provenientes de áreas con problemas de invasiones o presencia de asentamientos humanos, actividades de cacería alimentaria, falta de atención a las medidas preventivas para el aprovechamiento de productos maderables y no maderables del bosque, descuidos de fumadores y durante la elaboración artesanal de carbón vegetal, abandono de fogatas, uso de fuego en la extracción de miel y enjambres silvestres, etcétera.

Cada uno de estos aspectos contribuye, en mayor o menor medida, a la degradación ambiental debido a daños que impactan sobre la estructura y fertilidad natural del suelo, la fragmentación y destrucción de hábitats y sus efectos en la conectividad de las áreas, destrucción de la estructura de comunidades vegetales y las subsecuentes alteraciones del equilibrio biológico y de funciones ecológicas. Así mismo, es importante no ignorar otros efectos sobre la salud humana y pérdidas económicas como las anotadas en la Figura 9.

4.5. Introducción de especies exóticas invasoras

Las invasiones biológicas son un tema de política sumamente frustrante, complejo y desalentador: no se prestan a una solución clara y simple. Chris Bright citado por Shine, Nattley y Loteaur (2000).

Se conoce como especie invasora a una especie exótica que se establece en un ecosis-

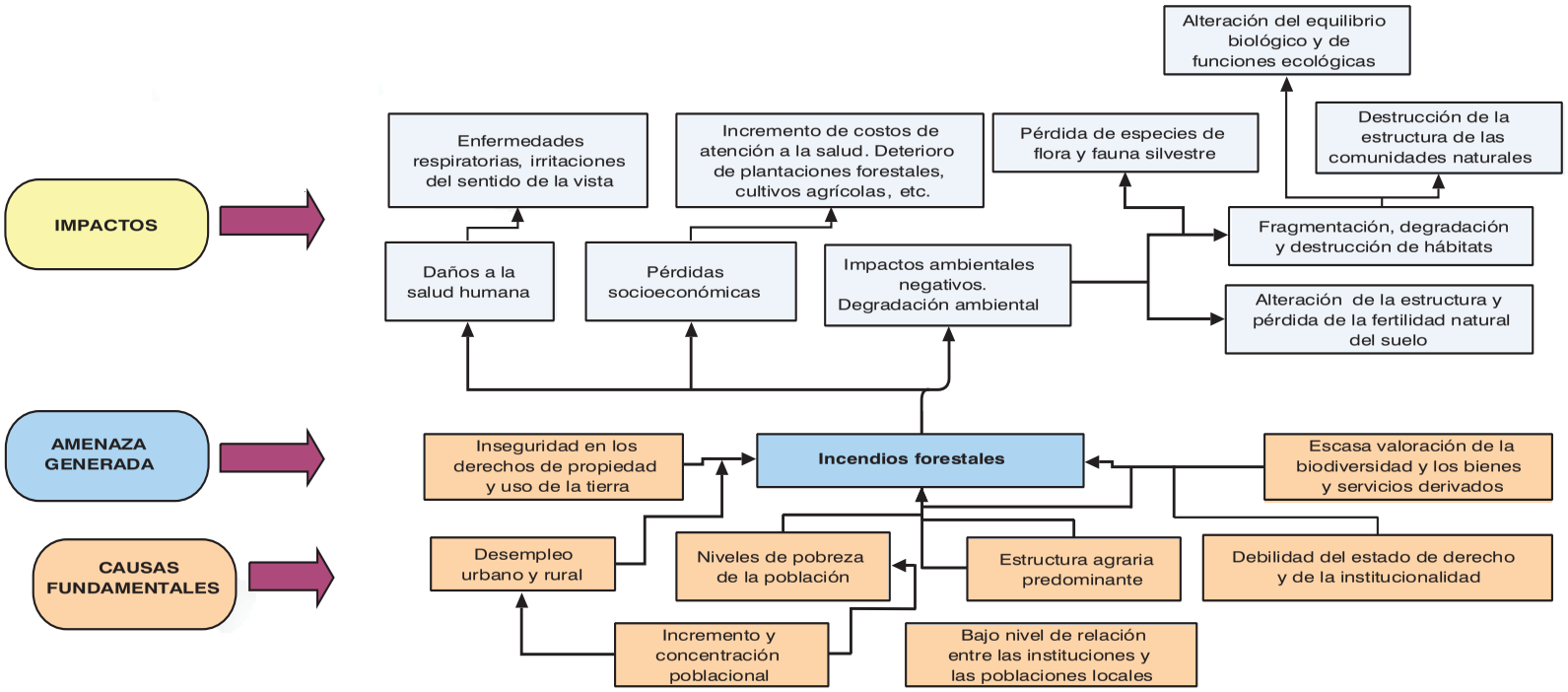


Figura 9. Impactos a la biodiversidad por la incidencia de los incendios forestales

tema o hábitat natural o seminatural, es un agente que induce cambios y amenaza a la diversidad biológica nativa (UICN, citada por Shine, Nattley y Loteaur, 2000). Existe invasión cuando las especies exóticas, además de persistir, proliferan y se extienden más allá de determinados límites, sucediendo de diversas maneras: una especie exótica puede encontrar un nicho vacío y difundirse, o puede competir por un nicho ya ocupado por una especie nativa (Shine, Natley y Loteaur, 2000), como se aprecia en la Figura 10.

Algunos expertos en el tema de biodiversidad han calificado el impacto de las especies exóticas invasoras como la segunda causa a nivel global de la pérdida de la riqueza biológica de los países, después de la fragmentación y destrucción de hábitats (Vitousek, 1996; Leung *et al.*, 2002, citados por CONABIO *et al.*, 2006). La introducción de especies puede observarse en ecosistemas, naturales o bajo manejo, de origen acuático, terrestre, marino-costero, de agua dulce y también en ecosistemas aislados, tal es el caso de las islas y de ciertas montañas y lagos. En ellos, un nuevo competidor (planta, animal o microorganismo) pone en peligro a especies que no pueden desarrollarse conjuntamente con el nuevo integrante del sistema ecológico. Pueden también ser desastrosas para las poblaciones de animales y plantas nativas cuya estructura biológica no es suficiente para competir por espacio y alimento o por transmisión de enfermedades, llevándolas a su desplazamiento y, en casos severos, a su extinción.

El establecimiento de especies exóticas invasoras se genera a través de tres categorías de actividades:

a. Introducciones deliberadas, para su uso en sistemas de producción biológica (como agricultura, silvicultura y pesca), para la arquitectura paisajística y con fines recreativos y decorativos.

b. Introducción deliberada para uso en confinamiento o cautiverio (zoológicos, acuicultura, maricultura, acuarios, horticultura, comercio de animales domésticos, etcétera) con el consabido riesgo de fuga o de liberación en medios naturales.

c. Introducciones fortuitas de especies, organismos o agentes patógenos, a través de vías relacionadas con el transporte, el comercio, viajes y turismo (Shine, Nattley y Loteaur, 2000).

Las especies exóticas invasoras constituyen una seria amenaza de origen antropogénico que afecta a los tres componentes básicos de la biodiversidad (ecosistemas, especies y genes), no escapan de ésta diversas actividades de otros sectores de la economía, como el energético (embalses para hidroeléctricas), transporte (fluvial, lacustre y marítimo), forestal (reforestación e introducción en bosques naturales), sector pesquero, agropecuario, turismo y el sector de la salud humana en el control de mosquitos portadores de enfermedades. Estos grupos económicos, junto con otras organizaciones de la sociedad civil y población rural, deben participar en estrecha coordinación y cooperación en la atención integral del problema y sus consecuencias, desde la toma de decisiones, implementación de medidas de prevención y control directo y la creación de capacidades técnicas e institucionales en la evaluación y gestión de riesgo.

4.5.1. Causas y efectos

Las causas fundamentales de la presencia de especies exóticas invasoras en el país están relacionadas con la escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados, junto a una gestión y manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad.

De manera más específica, otros factores que contribuyen al establecimiento, la difusión y



Figura 10. El impacto de la presencia de *Hydrilla verticillata* en el Lago de Izabal.
Crédito: Oficina Técnica de Biodiversidad

el deterioro ambiental debido a sus impactos, son la deforestación, la sobreexplotación de recursos, manejo inadecuado del suelo, erradicación de depredadores naturales, conversión de tierras a usos agrícolas de monocultivo comercial, contaminación ambiental por el mal manejo de desechos sólidos y líquidos y el cambio climático, junto con la variabilidad ambiental resultante.

Existe una serie de factores indicadores de los posibles efectos económicos, sociales y ambientales (Figura 11) provocados por la introducción de especies exóticas (Shine, Clark, *et al.*, 2000). En el área socioeconómica se puede mencionar la reducción del valor de las tierras agrícolas y pecuarias debido a la presencia de especies indeseables y por el agotamiento del suelo; la disminución de ingresos monetarios y no monetarios de las familias, a consecuencia de la mengua en la productividad de los sistemas de producción; difusión de plagas y enfermedades que afectan la salud humana, como el dengue y la malaria; cambios en las patrones culturales y prácticas tradicionales de consumo.

En el ámbito ambiental puede ocurrir la contaminación indirecta de recursos genéticos; difusión de plagas y enfermedades en cultivos, ganado y otros animales domésticos; incitar la ocurrencia de incendios catastróficos que a su vez afectan a la biodiversidad (Hiremath y Sundaram, 2005); pérdida de las capacidades de los ecosistemas para proveer bienes y servicios ambientales por alteración de la estructura, equilibrio biológico y funciones ecológicas; así como provocar daños colaterales en la aplicación de medidas de control, contención o erradicación.

Recuadro 1. Introducción de especies exóticas invasoras

Las bioinvasiones o la introducción de especies exóticas invasoras en sistemas naturales impactan de manera significativa la diversidad biológica de dichos sistemas. Las especies nativas están adaptadas a mecanismos de competencia interespecífica propios de dicho hábitat, razón por la cual las especies introducidas que tienen éxito son aquellas más agresivas y con mejores mecanismos de adaptación. Estas provocan serias alteraciones en el equilibrio ecosistemático, ya que reducen la diversidad de especies nativas, mermando la diversidad genética y promoviendo la conformación de paisajes más

homogéneos. Los lagos y los ríos son quizás los ecosistemas más afectados por la introducción de especies exóticas o extrañas y los consecuentes cambios ecológicos en la composición de especies y de la comunidad.

Por ejemplo, la lobina negra introducida en el lago de Atitlán, a inicios de la década de los 60, al no tener competencia por parte de las especies nativas de peces, se convirtió en la especie dominante. La tilapia (*Oreochromis spp.*) se encuentra presente en algunos ríos de Petén y en río Dulce y ahora ya es un miembro más de estas comunidades de agua dulce. Plantas acuáticas exóticas pueden reducir la diversidad biológica en arroyos, ríos y lagos al dominar la superficie de estos ecosistemas acuáticos. Este fenómeno empieza a hacerse notar en los lagos Petén Itzá y Amatitlán con los lirios acuáticos o "Jacinto de Agua" (*Eichhornia crassipes*) y con la *Hydrilla verticillata* en el lago de Izabal y río Dulce.

Fuente: Proyecto FIPA/USAID. Análisis de la Biodiversidad en Guatemala. Agosto 2002

4.6. Exploración y explotación petrolera y minera

El Artículo 6 del Decreto Legislativo 48-97 del Congreso de la República –Ley de Minería– define la minería como *toda actividad de reconocimiento, exploración y explotación de productos mineros, y la explotación minera como la extracción de rocas, minerales o ambos, para disponer de ellos con fines industriales, comerciales o utilitarios*. De igual manera, el Artículo 1 del Decreto Ley 109-83 –Ley de Hidrocarburos– especifica las operaciones petroleras como *todas o cada una de las actividades que tengan por objeto la exploración, explotación, desarrollo, producción, separación, compresión, transformación, transporte y comercialización de hidrocarburos y productos petroleros*.

Estas dos actividades económicas de carácter industrial se ocupan de la extracción de yacimientos[21] de minerales[22], gas natural e hidrocarburos[23] almacenados en el interior y sobre la corteza terrestre. En Guatemala se orienta hacia la explotación de minerales no metálicos, como carbón, arena, balasto granito, grava, roca en bruto, mármol, jade, yeso, piedra pómez, cal y cemento; y metálicos, como oro, plata, basalto, bentonita, caliza, caolín, esquisto, feldespato, jadeíta, etcétera. Según IARNA, URL e IIA (2004), no existe un inventario de los recursos minerales de Guatemala que permita conocer las reservas comprobadas de cada uno de los minerales. Sin embargo, reportes de proyectos registrados en el Ministerio de Energía y Minas muestran importantes yacimientos de minerales como oro, plata, serpentinita, peroditita cromita, cobalto, níquel, esquistos, micáceos, zinc y cobre en los departamentos de Chiquimula y El Progreso.

En relación con los recursos petroleros, según datos de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), reportados por IARNA, URL e IIA (2004), las reservas probadas de petróleo en 2000, eran de 840 millones de barriles y, con el nivel de producción del mismo año (20,700 barriles/día), la actividad de explotación podría alcanzar alrededor de 100 a 110 años. En la actualidad se cuenta con cuatro contratos en fase de explotación y cuatro contratos de exploración de hidrocarburos, que abarcan una área total de 312,039 hectáreas, lo que equivale al 2.87% del territorio nacional. Los detalles se observan en el Cuadro 3.

En la producción de hidrocarburos, el país se divide en tres cuencas: la de Petén, la de Amatique y la del Pacífico. En la primera existen dos campos petroleros activos, mientras en las dos últimas sólo se tienen indicios de presencia de hidrocarburos y gas natural en el subsuelo (Figuras 12 y 13). A principios de 2002 existían 133 pozos perforados, de

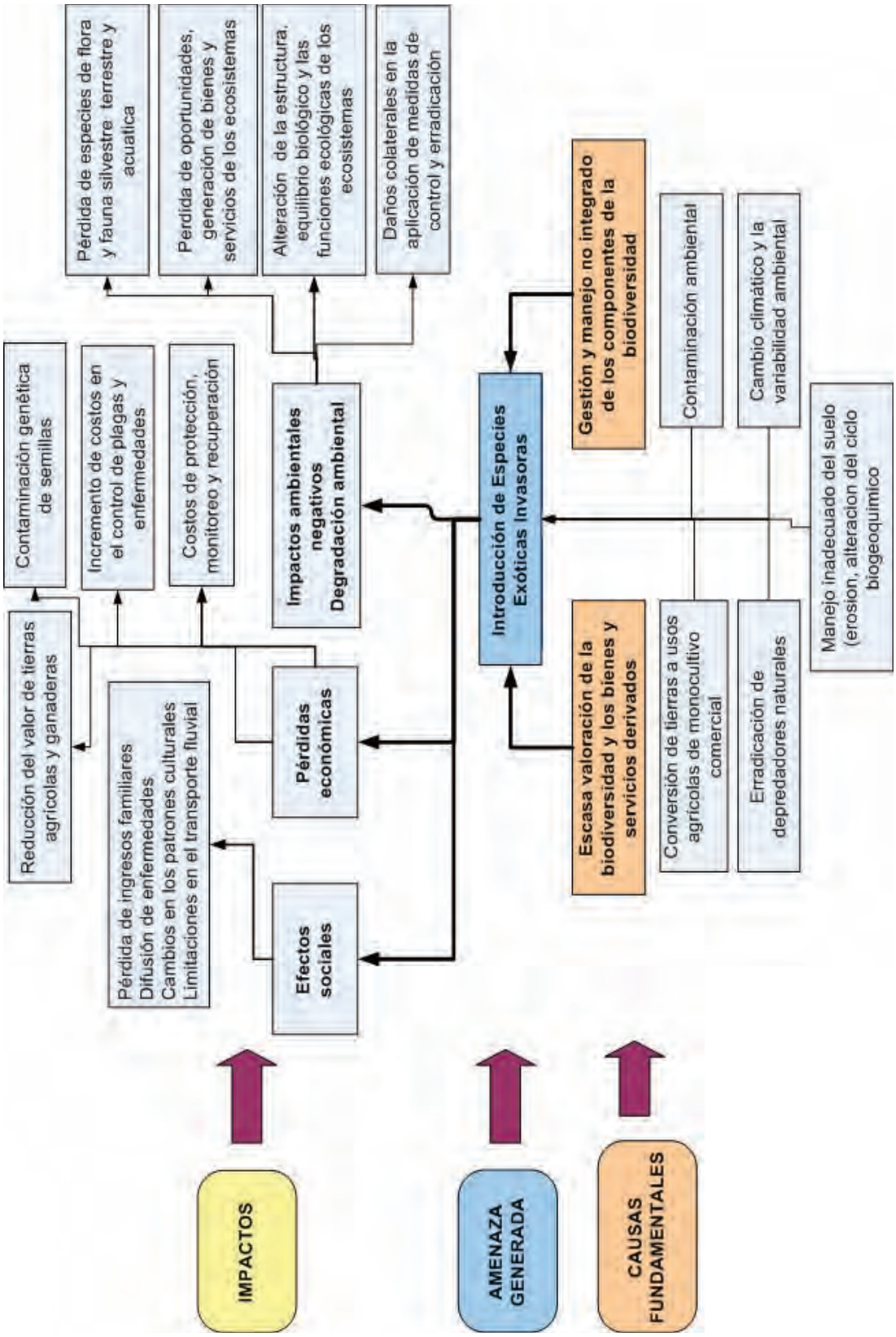


Figura 11. Impactos a la biodiversidad por la introducción de especies exóticas invasoras

Cuadro 3. Contratos de explotación y exploración de hidrocarburos en Guatemala

Actividad	Contrato	Compañía	Inicio de contrato	Extensión (ha)
Explotación	1-91N	Petro Energy	10/06/1988	9,976.64
	1-91S	Petro Energy	11/06/1988	9,796.43
	O2-85	Perenco Guatemala Limited	13/08/1985	9,985.85
	CSPE01-07	Perenco Guatemala Limited	13/02/2007	27,307.22
Exploración	O1-2006	US OIL	20/09/2006	39,541.99
	O1-2005	Petro Latina Corporation	28/03/2006	31,451.29
	O6-93	Petro Latina Corporation	08/02/1994	130,186.29
	O7-98	Compañía Petrolera del Atlántico	20/07/2001	53,793.54
			TOTAL	312,039.25

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2007

los cuales 27 están ubicados en el campo Xan, en Petén. Se reporta una producción de 23,500 barriles/día, siendo el 90% para exportación y el resto para consumo nacional. La infraestructura petrolera del país incluye un oleoducto dividido en tres secciones que cruzan los principales campos petroleros, con una extensión de 474 km de longitud y una capacidad de 430 mil barriles de petróleo (Información del Ministerio de Energía y Minas (MEM), citada por el PNUD, 2002).

4.6.1. Causas y efectos

Las causas fundamentales de los impactos de la exploración y explotación petrolera y minera sobre la biodiversidad son la escasa valoración de la biodiversidad, la gestión y manejo no integrado de sus componentes y el privilegio de aspectos económicos y de competitividad, para la estimulación de inversiones, sobre los de carácter ambiental y social, elementos básicos para toda actividad productiva sostenible.

Estas dos actividades económicas constituyen una amenaza a la biodiversidad y a los recursos suelo y agua, debido a sus efectos directos e indirectos en la alteración de los sistemas ecológicos terrestres y acuáticos, contaminación con tóxicos a fuentes de agua y sobre las poblaciones de fauna asociadas a ambos (Figura 14). De no manejarse estas actividades bajo rigurosas normas ambientales, podrían esperarse consecuencias serias, a largo plazo, sobre la integridad de las áreas protegidas y sobre el ambiente en general.

Un aspecto que afecta a ambas actividades y que se menciona al inicio de la descripción y clasificación de las amenazas, es el que se origina a partir de la gestión gubernamental, cuando se produce incompatibilidad y falta de apoyo político para la E*strategia de manejo y conservación de la biodiversidad y la Política del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas*. Esto en contraste con otras políticas de gobierno que, como la energética, cuentan con el apoyo de decisiones que favorecen a intereses particulares. Incide también la poca participación y continuidad de las medidas de monitoreo y evaluación de los componentes ambientales, como la calidad del aire, la calidad del agua (física, química

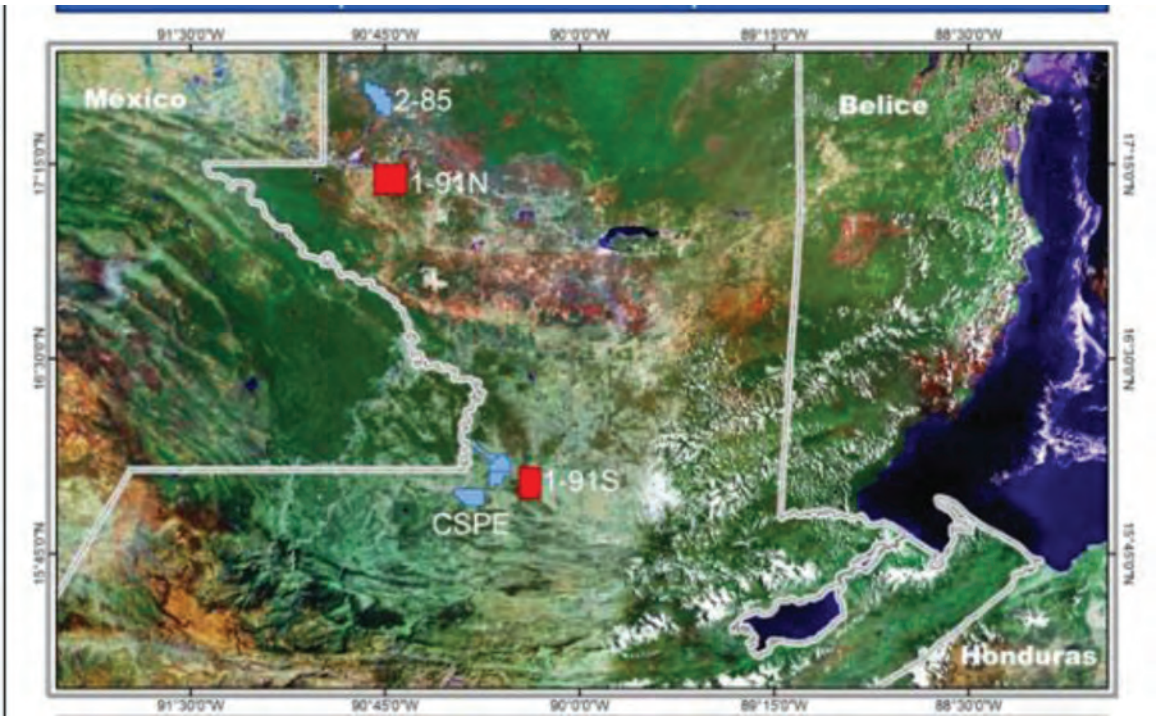


Figura 12. Contratos de operaciones petroleras de explotación de hidrocarburos (MEM, 2007)

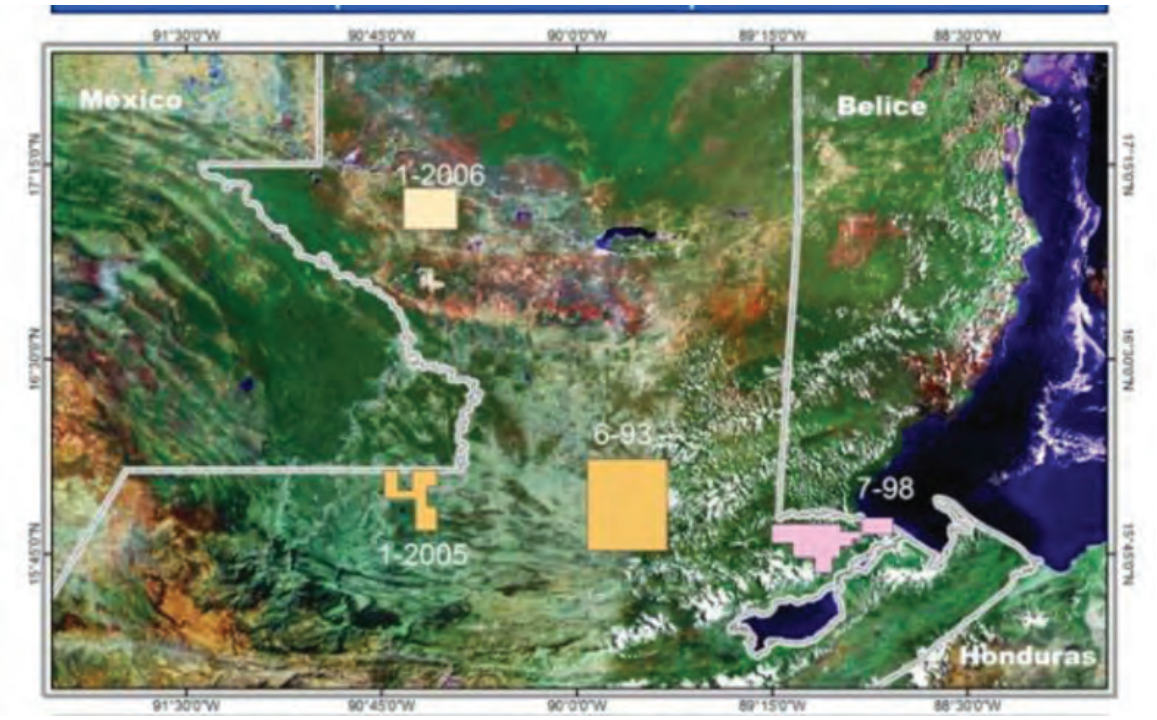


Figura 13. Contratos con operaciones petroleras de exploración de hidrocarburos (MEM, 2007)

y biológica), la contaminación del agua, de los suelos, la presencia de aceites, grasas y metales pesados, niveles de presión sonora, y el cumplimiento de las condiciones de beneficio social a las comunidades adyacentes a las áreas de explotación.

Pese a la existencia e incorporación de regulaciones ambientales en el proceso de exploración y explotación, no existe una integración institucional responsable del sector energético, ambiental y de gestión de la conservación y manejo de la biodiversidad, que implemente adecuados y oportunos mecanismos de seguimiento y evaluación.

Las actividades minera y petrolera tienen relación directa con los recursos hídricos, los cuales son utilizados en las diversas fases de extracción y procesamiento de los minerales e hidrocarburos. Esta situación provoca que los riesgos se mantengan latentes debido a la contaminación que producen los efluentes mineros que llegan a las fuentes de agua, como ríos, lagos, lagunas y manantiales a través de los drenajes, deslizamientos, filtraciones y arrastres provenientes de minas subterráneas y superficiales y de la perforación de los pozos.

Los impactos ambientales de la actividad petrolera se clasifican en indirectos y directos. Entre los indirectos están la deforestación provocada por la construcción de pistas de aterrizaje y caminos de acceso hacia las áreas en concesión y los pozos perforados; además, la apertura de estos caminos sirve como ruta de ingreso para la colonización agrícola-ganadera masiva. Por ejemplo, en el Parque Nacional Laguna del Tigre, no se previeron controles para el tránsito de personas ni para las actividades económicas promovidas por la exploración petrolera. Proliferaron así una serie de nuevos asentamientos que produjeron el avance de la frontera agrícola y pecuaria, incendios forestales, tráfico de vida silvestre y conflictividad agraria.

Entre los factores directos están la contaminación del suelo y del agua superficial y subterránea, a través de los derrames de los distintos medios de transporte (camiones y oleoductos), y el proceso de perforación de los pozos e inyección de agua.

En el aspecto socioeconómico es posible observar alteraciones de las relaciones sociales, como los conflictos internos por desintegración de la organización social de las comunidades (personas a favor y otras en contra de la actividad), y desplazamiento y formación de grupos que alteran la dinámica comunitaria. También se producen otras circunstancias, como el aparecimiento de enfermedades por la contaminación atmosférica (ruido, gases, polvo y vapores tóxicos) y de las fuentes de agua, cambios en los patrones culturales, aumento del costo de vida y desplazamiento de actividades económicas locales por las nuevas facilidades de acceso e incremento de ingresos.

4.7. Caza, pesca y tráfico ilegal de vida silvestre

En este tema se revisan de manera general las causas y efectos de la extracción, transporte y venta ilegal de productos de la flora maderable y no maderable (leña de diferentes especies, pino, cedro, caoba, xate, izote, etcétera), fauna (guacamayas, loros, tucanes, pavos, monos, pizotes, venados, diferentes clase de peces, etcétera) y subproductos (carne, pieles, plumas, ramillas como el pinabete, etcétera), actividades que impactan sobre la riqueza ecológica y económica de importantes áreas del país.

La cacería (Figura 15) y la pesca han sido parte del estilo de vida de las poblaciones rurales, en muchas de ellas con fines de subsistencia. Sin embargo, la demanda de un mercado ilícito promueve la sobreexplotación que, junto al impacto de las diferentes artes de caza y pesca, están afectando las

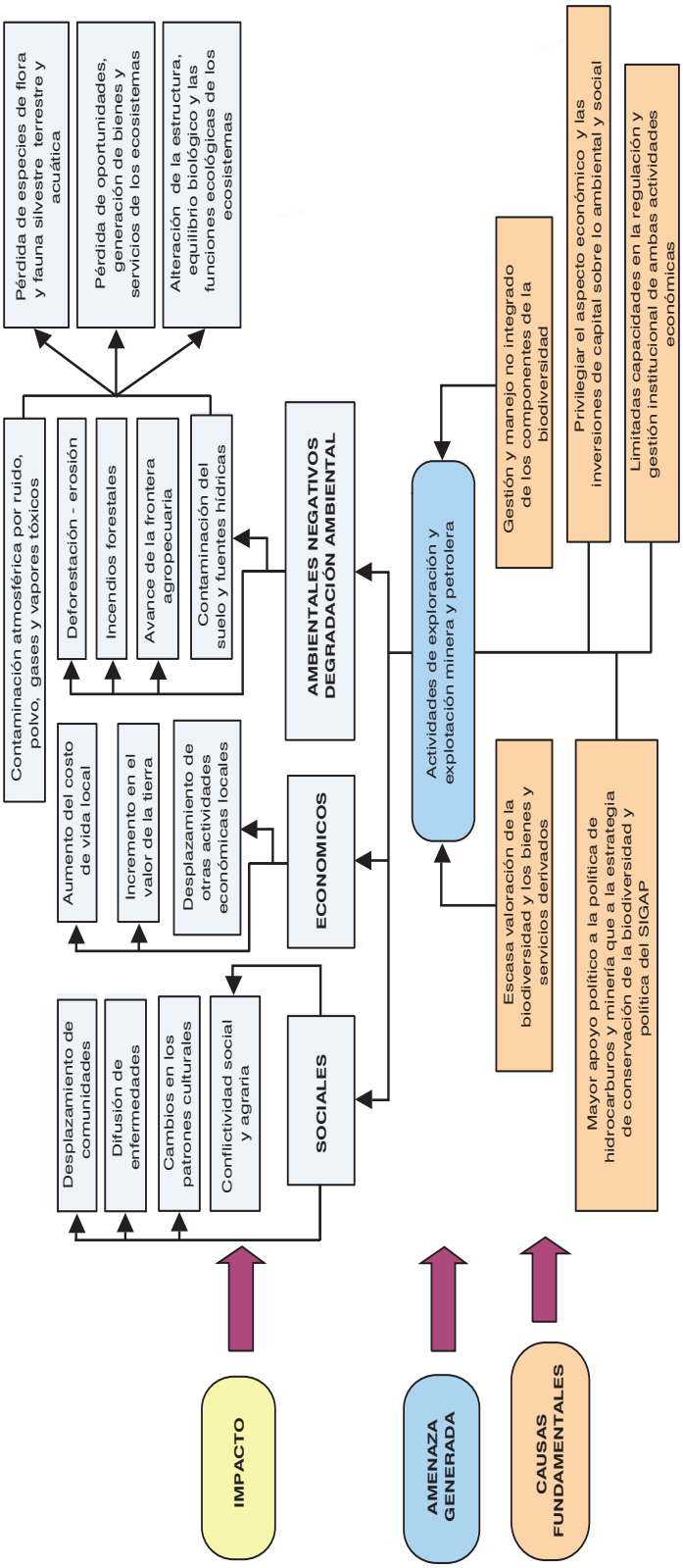


Figura 14. Impactos a la biodiversidad por actividades de exploración y explotación minera y petrolera

poblaciones de los ecosistemas terrestres, de agua dulce y marino-costeros. Un ejemplo de esto está empezando a darse en el contexto regional, especialmente en el caso de las especies de peces migratorios, como el róbalo (*Centropous undecimalis*) y el sábalo (*Tarpon atlanticus*) (FIPA/USAID, 2002; IARNA, URL e IIA, 2004).

De los tres tipos de cacería (subsistencia, deportiva y comercial), el más dañino es el comercial[24], ya que su objetivo es lucrar con piezas o subproductos como la carne. El deseo de satisfacer el mercado rural y urbano, provoca que un solo cazador consiga más piezas y variedad de especies de las que realmente necesita para satisfacer sus necesidades (CECON-PROBIOMA, 2005).



Figura 15. Cacería de subsistencia en comunidades
Crédito: Bonham, C.

En el país existen aproximadamente 115 especies sujetas a cacería, divididas en 17 familias de mamíferos (42 especies), 10 de reptiles (18 especies), y 8 de aves (55 especies). Por otro lado, la información de pesca artesanal costero-marina indica que se extraen alrededor de 108 especies en ambos litorales del país, pertenecientes a 26 familias en el litoral Pacifico y a 20 familias en el lado del Caribe (CONAP/INBIO, 2006). Otros datos de la misma fuente estiman que actualmente se están capturando cerca de 176 especies en ambos litorales del país, lo que equivale al 49.71% de las especies marinas reportadas para Guatemala (354 marinas y 296 de agua dulce o salobre).

El tráfico ilegal y el uso y comercio clandestinos de flora y fauna silvestres constituyen también una seria amenaza a la biodiversidad, debido a la debilidad y falta de capacidad institucional para su control. Esto se ha convertido en un problema porque es una práctica común en diversas regiones del país, llevada a cabo tanto por residentes de las áreas involucradas como por personas extrañas, que la ven como una manera fácil de generar ingresos. Esta situación está poniendo en riesgo la integridad ecológica de los ecosistemas y la capacidad de recuperación del recurso; además de provocar impactos de tipo social, económico y productivo, al desincentivar las iniciativas de manejo sostenible y las que se realizan bajo condiciones controladas.

4.7.1. Causas y efectos de la caza, pesca y tráfico ilegal de vida silvestre

La sobreexplotación de recursos de vida silvestre puede darse por acciones directas como la caza, pesca, recolección o extracción desmedida que agota las existencias. Por el destino del producto: por demanda y valor comercial, uso medicinal, valor alimenticio, comercio de animales vivos, muertos o partes de ellos con destino a colecciones públicas o privadas. En otros casos, obedece al tipo de práctica destructiva, como la utilización de explosivos, tóxicos, incendios, u otra clase de situaciones prohibidas, las cuales inducen a que se rebase la capacidad natural de las especies para regenerarse, así como que se produzcan efectos en el número de individuos por especie, y en la dinámica de poblaciones, con impactos significativos sobre la diversidad genética (adaptado de FIPA/USAID, 2002).

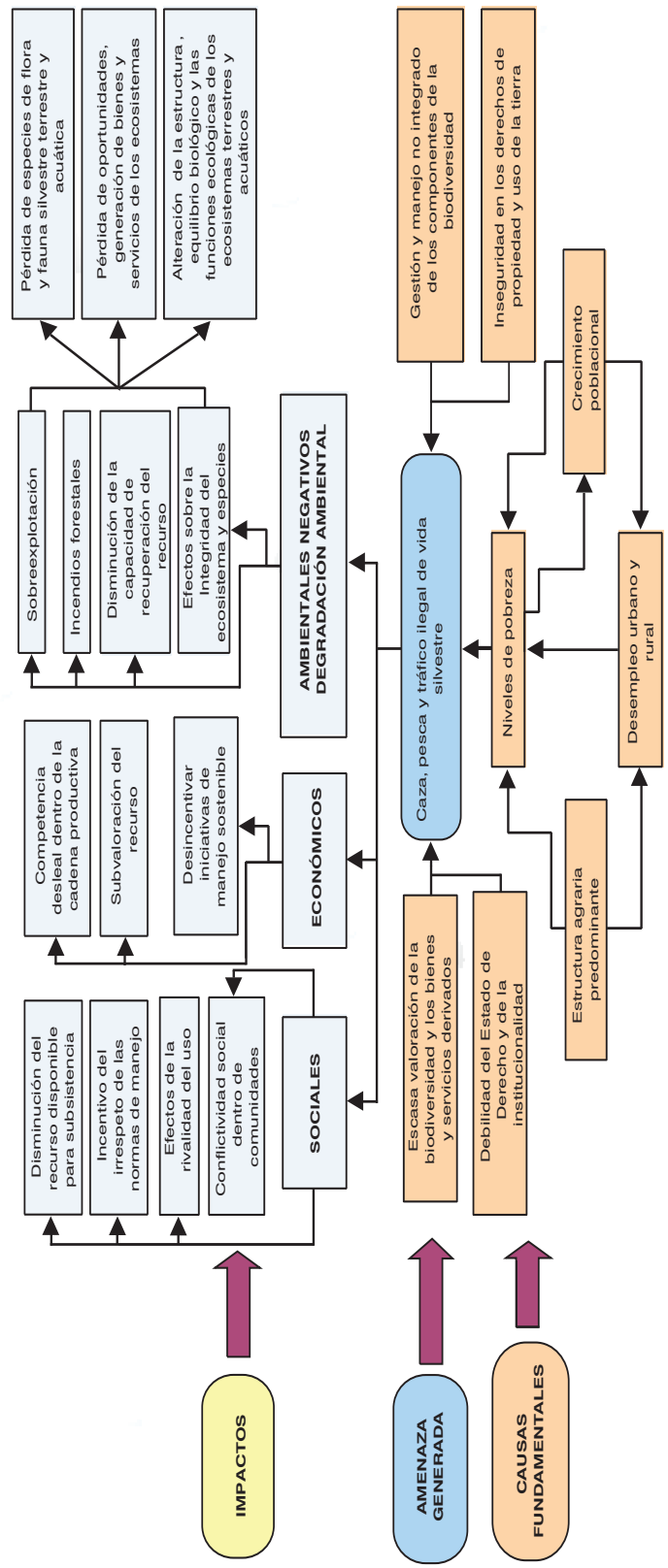


Figura 16. Impactos a la biodiversidad por actividades de caza, pesca y tráfico ilegal de vida silvestre

En términos generales, la caza, la pesca y el tráfico ilegal de vida silvestre representan efectos sociales y económicos negativos y degradación ambiental (Figura 16), problemática que demanda fuertes y continuos mecanismos de control y responsabilidad en el manejo y administración de las áreas. En el ámbito social se puede apreciar una disminución del recurso disponible para subsistencia, se incentiva el irrespeto de las normas de manejo (acceso local y de control institucional), efectos de rivalidad en el uso[25] y consumo del recurso, conflictividad social, y desintegración de grupos organizados. En lo económico se promueve la competencia desleal dentro de la cadena productiva y la desvalorización de los recursos aprovechados (el costo del producto bajo manejo es más alto).

4.8. Deforestación y avance de la frontera agropecuaria

Estas dos actividades hacen referencia al cambio permanente del uso del suelo, con una cobertura vegetal natural, a una agricultura (anual o permanente) y la siembra de pastos para la crianza de ganado de doble propósito y con carácter extensivo, muchas veces insostenible. El subsector forestal las identifica como uno de sus principales problemas junto a la tala selectiva del bosque y al corte excesivo de leña en las diferentes regiones del país.

Las cambiantes políticas agrarias se consideran como el origen histórico de la deforestación y el avance de la frontera agropecuaria (Figura 17), tanto por su propósito de fondo como por su temporalidad, que han promovido y favorecido la colonización de territorios como Petén y la Franja Transversal del Norte, y han sido consideradas soluciones a los problemas de demanda de tierra. Así mismo, dentro de las condiciones impuestas a los beneficiarios de la Ley de Reforma Agraria –Decreto Legislativo 1551– estaba el obligado y reconocido cambio de uso del suelo como una "rehabilitación del área" y un requisito para demostrar que se estaba haciendo uso de las parcelas otorgadas.

El Estudio sobre la Dinámica de la Cobertura Forestal de Guatemala, hecho por la UVG, INAB y CONAP (2006), reporta que en el período 1991/93 Guatemala contaba con 5,121,629 hectáreas de bosque, y para 2001, la cobertura forestal era de 4,558,453 hectáreas, equivalente al 42.11% del territorio nacional. Estos valores muestran una pérdida de 717,075 hectáreas; sin embargo, durante el mismo período se recuperaron 153,899 hectáreas, es decir, una pérdida neta de 563,176 hectáreas.

En el mismo período, el país perdió un promedio de 43,148 hectáreas de bosque cada año, lo que significa una tasa de deforestación de 1.43% anual. El departamento que concentra esta pérdida es Petén, especialmente en los municipios de La Libertad, Dolores, Sayaxché, Poptún, San Luis, Santa Ana y San Andrés), ya que cada año desaparecieron, en promedio, 47,412 ha. Sin embargo, en términos relativos, Chiquimula es el departamento que más bosque perdió en el mismo período, 2.46% anual respecto del bosque original. Petén ocupa el tercer lugar con una tasa de deforestación de 1.81%, por debajo de Jutiapa, que se ubica en el segundo lugar con 2.17% (UVG/INAB/CONAP, 2006).

4.8.1. Causas y efectos

IARNA, URL e IIA (2006) definen el avance de la frontera agropecuaria como una consecuencia de la interrelación del crecimiento demográfico, las limitaciones biofísicas de los ecosistemas ocupados para actividades tradicionales y la estructura de distribución y concentración de la tierra en el territorio nacional. Sin embargo, junto con la deforestación, actividad con la que está estrechamente vinculada, también tiene relación

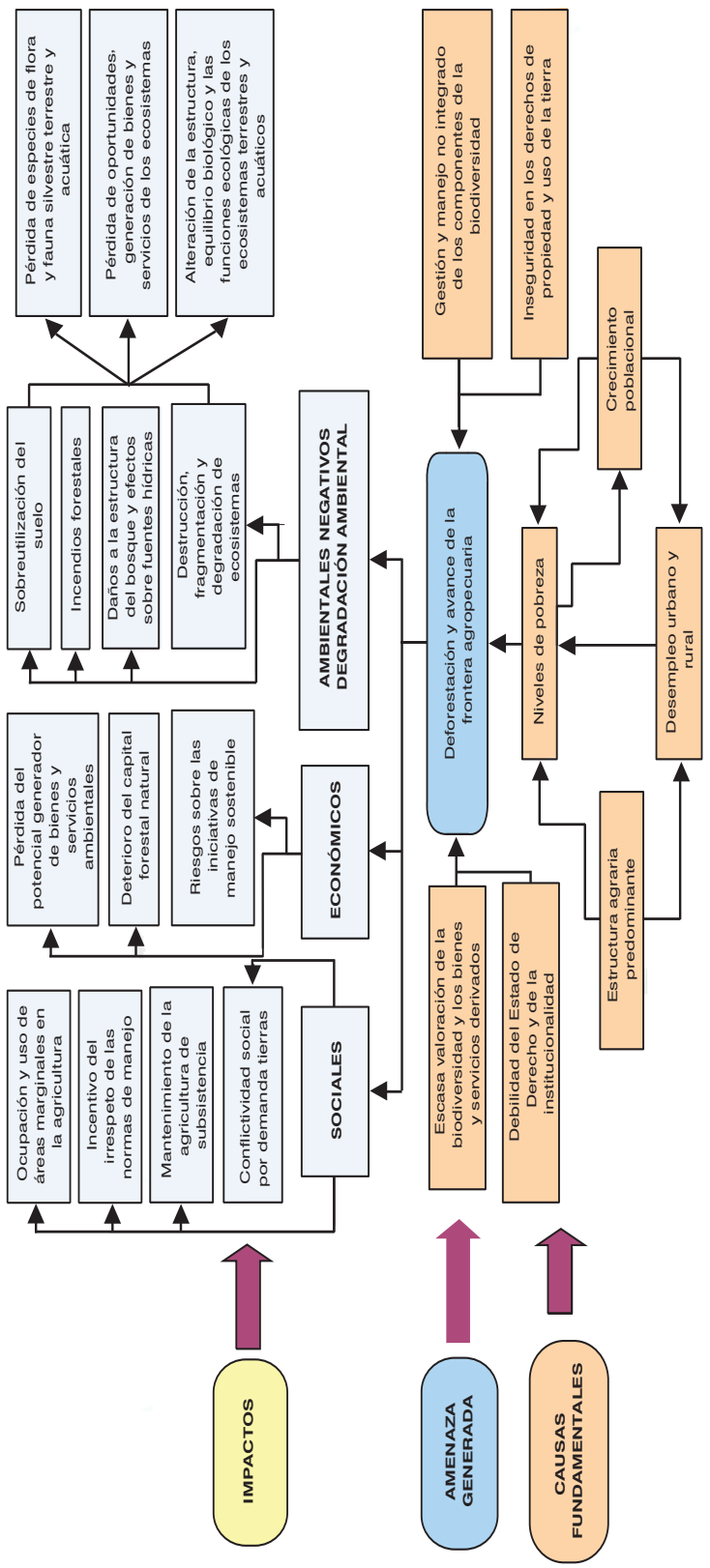


Figura 17. Impactos a la biodiversidad por actividades de deforestación y avance de la frontera agropecuaria

con la gestión y manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad, la inseguridad en los derechos de propiedad y uso de la tierra, la escasa valoración que se hace de la biodiversidad, los niveles de pobreza y el desempleo.

Una de las causas del avance de la frontera agropecuaria y la deforestación (47,412 ha/año) en el departamento de Petén es el constante crecimiento poblacional observado desde la creación de la Reserva de la Biósfera Maya en 1990. Ambas amenazas fueron incentivadas por el desarrollo de infraestructura vial no planificada y la invasión de las áreas protegidas por parte de grupos de campesinos, impactos negativos que son fáciles de observar en la destrucción, fragmentación y degradación de los ecosistemas y la biodiversidad. Las áreas más afectadas por el avance de la frontera agropecuaria dentro de los límites de la RBM, en el período 1990 a 2006 (Figuras 18 y 19), son el Parque Nacional Sierra de Lacandón, Laguna del Tigre, la Zona de Amortiguamiento y una parte de la Zona de Uso Múltiple comprendida en la ruta de la cabecera municipal de San Andrés a la comunidad de Carmelita.

Las talas ilícitas han sido una de las causas principales de la pérdida de cobertura forestal del país. Esta práctica ha promovido el avance de la frontera agropecuaria y ha provocado impactos negativos en los ecosistemas forestales naturales y sus procesos ecológicos (Figura 19). En el aspecto socioeconómico, induce a la desmotivación de las iniciativas de buen manejo forestal realizadas por diversos actores, como personas individuales, cooperativas, concesiones forestales comunitarias e industriales y otros grupos organizados, además de las distorsiones en el merca-

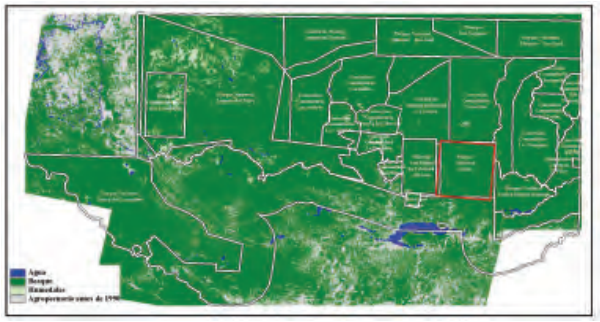


Figura 18. Cobertura vegetal y estado de las actividades agrícolas y pecuarias dentro de los límites de la RBM, 1990 (CONAP/CEMEC, 2007)



Figura 19. Cobertura vegetal y estado de las actividades agrícolas y pecuarias dentro de los límites de la RBM, 2006 (CONAP/CEMEC, 2007)

do de la madera y las consecuencias sobre el desarrollo del subsector forestal.

La deforestación realizada con el objeto de ampliar la frontera agropecuaria y con otros fines, continuará vinculada a variables como las invasiones de áreas protegidas, bajo la idea equivocada de que son tierras "disponibles" del Estado; la venta de "derechos de posesión o agarradas" para convertirlos en potreros por parte de personas de gran poder económico; conflictividad agraria promovida por demandas de asentamientos humanos o grupos organizados; y el cambio de propósito de los sistemas tradicionales de producción en tierras de propiedad privada.

En el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), se identifican otros factores impulsores de la deforestación como la cultura agrícola y la ausencia de una cultura forestal, los incendios forestales, el pastoreo no controlado en bosques, las condiciones macroeconómicas desfavorables para la actividad forestal y las políticas públicas con énfasis en el desarrollo agropecuario, entre otros.

4.9. Organismos vivos modificados genéticamente (OVMGs)

Por organismo vivo modificado se entiende cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna. Según el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (CDB, 2000), por organismo vivo se entiende cualquier entidad biológica capaz de transferir o replicar material genético, incluidos los organismos estériles, los vivos y los viroides.

Con el desarrollo de la genética molecular se generaron metodologías que crearon los organismos transgénicos, los cuales se caracterizan por tener incorporados a su genoma genes procedentes de otras especies. De esta manera, las barreras interespecíficas se han roto y los genes de especies filogenéticamente muy distantes pueden combinarse formando organismos vivos genéticamente modificados[26]. Estas creaciones han venido a revolucionar la agricultura, la industria de reproducción de plantas, de alimentos, etc., y la medicina, pero sin descartar el riesgo potencial que representa su liberación para la salud humana y al ambiente, especialmente en aquellos sitios de alta biodiversidad como Guatemala.

En la información generada en el desarrollo del Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología para Guatemala, se reporta que los organismos vivos modificados genéticamente tienen aplicaciones en la agricultura a través de plantas resistentes a virus, insectos y herbicidas, plantas como biorreactores, animales produciendo proteínas farmacéuticas y otros con capacidad de producir leche de mejor calidad. Además de presentar ventajas como mejor control de plagas, enfermedades y malezas, generan mayor productividad, productos alimenticios a más bajo costo, reducción en el uso de pesticidas y aportes sustanciales a la seguridad alimentaria.

Sin embargo, el problema actual para analizar con certeza los riesgos de los organismos transgénicos radica en que existen vacíos de información científica sobre las características biológicas de las especies o variedades domésticas y poblaciones silvestres que son parientes cercanos de las especies genéticamente modificadas, lo cual dificulta la toma de decisiones apropiadas por parte de los encargados del manejo y desarrollo de políticas y normativas (Dunkam *et al.*, 2001, reportado en CONAP, 2004a). En esto también debe tomarse en cuenta la falta de capacidades institucionales en lo concerniente al análisis del riesgo[27] de la introducción, tanto en su evaluación como en su gestión; y la comercialización de productos derivados de

los organismos modificados genéticamente, con el fin de determinar y conocer los posibles efectos.

4.9.1. Causas y efectos provocados por los organismos vivos modificados genéticamente

Ante el incremento de la población del planeta, la necesidad de atender la seguridad y la salud como bienes públicos mundiales, y la búsqueda de satisfactores para el constante incremento de la demanda de servicios, se ha elevado el nivel de tecnología. Ésta ha modernizado los procesos productivos, los mecanismos de defensa, el transporte y, entre otros, la generación de productos agrícolas y pecuarios en la producción de alimentos, a través del uso de agroquímicos y de transgénicos que pueden impactar en la pérdida de la biodiversidad local.

Se ha expresado la frase "pueden impactar", ya que existe una serie de discusiones en torno al tema. Ante la falta o escasez de conocimiento científico, se mantiene una gran preocupación por el comportamiento de los especies modificadas genéticamente y sus impactos al ambiente y/o a la salud humana, pero también el convencimiento de la inocuidad de la gama de especies transgénicas producidas e incorporadas a los métodos de producción con el fin de aumentar la eficiencia y productividad de los sistemas productivos. Por otro lado, debe tomarse en cuenta el limitado conocimiento público[28] acerca de qué es un OVM, dada la falta de mecanismos de información y comunicación que pueden incidir en el grado de aversión o aceptación pública, tanto de las especies como de los productos.

Las causas fundamentales que promueven la introducción de organismos vivos modificados genéticamente, y sus riesgos potenciales sobre la biodiversidad, son la escasa valoración de la biodiversidad y los bienes y servicios derivados, y la gestión y manejo no integrado de los componentes de la biodiversidad (Figura 20). Junto con éstas se encuentran otras de menor dimensión, como la falta de legislación y normatividad de la propiedad y uso de la biodiversidad genética, y del manejo de especies transgénicas e introducción de especies exóticas; el uso de tecnología en la modernización de los procesos productivos y la falta de capacidad institucional en el manejo y gestión del riesgo.

En el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2004) se distinguen tres escenarios que describen cómo una especie transgénica puede influir en la composición y la estabilidad de un ecosistema natural:

a. La planta genéticamente modificada puede convertirse en maleza debido a sus características añadidas, se esparce fuera del área de cultivo y desplaza las especies silvestres o autóctonas debido a la competencia.

b. El ADN introducido se transmite sexualmente a la población silvestre por entrecruces y puede conferir características de maleza si se expresa en la progenie de una cruza entre el cultivo respectivo y su pariente silvestre compatible.

c. El ADN introducido se puede transmitir asexualmente a las especies de otros reinos, como bacterias, virus y animales.

En términos generales, y en ausencia de evidencia o información científica suficiente y sistemas de seguimiento y evaluación confiables, no se puede asegurar que la manipulación e introducción de organismos vivos modificados genéticamente no represente riesgos o que el nivel de riesgo sea aceptable para la salud humana y el ambiente. Sin embargo, en el camino hacia la obtención de una práctica segura, no se deben ignorar riesgos que pueden estar asociados a

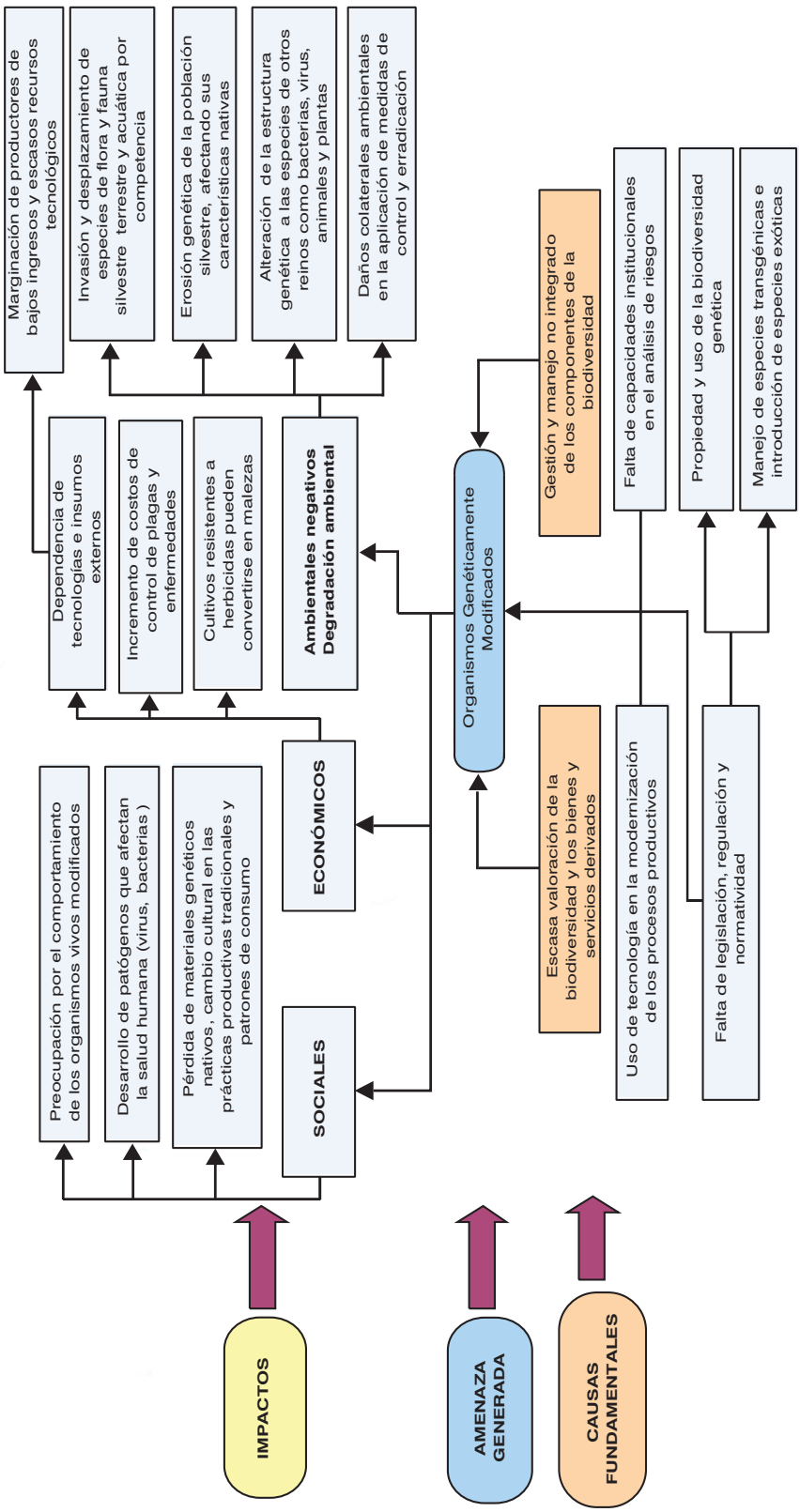


Figura 20. Impactos potenciales a la biodiversidad derivados de la introducción de organismos vivos modificados genéticamente

la producción e introducción no controlada de organismos vivos modificados, los cuales pueden apreciarse en el corto, mediano y largo plazo y presentarse en los ámbitos social, económico y ambiental.

En lo social, deben considerarse los efectos adversos de patógenos (virus, bacterias, hongos) que pueden ser un riesgo a la salud humana y representar la pérdida de materiales genéticos nativos, cambios culturales en las prácticas productivas y en los patrones de consumo tradicional. En lo económico, dependencia de los sistemas de producción a tecnologías e insumos externos. En lo ambiental, invasión y desplazamiento de especies de flora y fauna silvestres por competencia, erosión genética a partir de polinización de las poblaciones silvestres y eventuales daños colaterales ambientales durante la aplicación de medidas de control y erradicación.

4.10. Cambio climático

El cambio climático dejó de ser un problema de científicos para pasar enteramente a la escena política y, por supuesto, económica. Oilwatch (2007)

Tal como se explica en la fase introductoria, el cambio climático es clasificado como una amenaza global porque sus impactos son observables en todo el planeta, y sus efectos se encuentran estrechamente vinculados con la variabilidad climática y el grado de vulnerabilidad ambiental que presenten los países o los sistemas humanos ante los fenómenos naturales.

El gran aliado de los efectos del cambio climático en Guatemala es el estado de vulnerabilidad que el país mantiene ante los fenómenos naturales, el cual proviene del proceso de deterioro ambiental que inició y se intensificó a partir de la década de los setenta, provocado por la deforestación que sustituyó al bosque por actividades agrícolas y pecuarias. Otras acciones que contribuyen son la degradación del suelo (erosión, compactación), la contaminación por desechos sólidos y líquidos provenientes de los procesos industriales y el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura; y la demanda creciente de servicios (transporte, energía, producción de alimentos) derivada del crecimiento poblacional.

El incremento de la temperatura y la variabilidad climática (contraste entre zonas de alta precipitación pluvial y áreas sin lluvia) que se han venido registrando en el planeta, están relacionados con la creciente concentración en la atmósfera de algunos gases derivados de la actividad humana. Éstos retienen parte de la energía calórica solar reflejada por la Tierra, fenómeno que ha sido identificado como efecto invernadero.

Los gases de efecto invernadero directo, o gases naturales reportados en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, incluyen el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). El monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), son conocidos como precursores de gases de efecto invernadero o modificadores de su concentración en la atmósfera. Este conjunto de gases no contribuyen de igual manera a la intensificación del efecto invernadero, dependen de otros factores como la vida útil de los gases (permanencia en la atmósfera), sus niveles de concentración y el poder de absorción del calor reflejado por la superficie terrestre (MARN, 2001).

4.10.1. Causas y efectos provocados por el cambio climático

Las causas y efectos relacionados al cambio climático se muestran en la Figura 21, donde es posible apreciar que las causas principales comprenden actividades humanas, como

el crecimiento demográfico, la creciente demanda de servicios y otras directamente relacionadas como las siguientes:

a. Emisiones de gases de efecto invernadero de las actividades energéticas (combustión de petróleo y sus derivados y quema de biomasa leñosa).

b. La agricultura mediante la emisión de metano, monóxido de carbono, óxido nitroso y óxidos de nitrógeno derivados de la combustión de los residuos de las cosechas y rozas.

c. Los procesos industriales que generan dióxido de carbono y dióxido de azufre, entre otros.

d. El cambio de uso de la tierra produciendo monóxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y otros compuestos como consecuencia de la quema de biomasa forestal.

e. La disposición y manejo de los desechos municipales durante los cuales hay emanaciones de metano y óxido nitroso.

Otras, tal vez menos evidentes, son la falta de conciencia de la población y los patrones de consumo, fallas del mercado en reconocer el valor de los bienes y servicios aportados por la biodiversidad y, en lo político, puede argumentarse la falta de involucramiento o separación de la comunidad científica de los niveles de decisión política, con el fin de informar y discutir la atención de un problema de magnitud global.

Como una de las actividades del proyecto Primera Comunicación Nacional y Plan de Acción sobre Cambio Climático (MARN, 2001), se relacionó la infección respiratoria aguda, diarreas agudas y la malaria transmitida por vectores del género *Anopheles*, como las principales enfermedades, tanto en comportamiento como en incidencia, que están asociadas a las variaciones climáticas causantes de grandes impactos en la población.

Mooney y Hofgaard (1999), citados por Shine, Nattley y Lotear (2000), han indicado que el cambio climático mundial es un factor que contribuye a la difusión y el establecimiento de especies exóticas invasoras; un ejemplo de ello es la ampliación del rango de presencia de plagas de insectos portadores de enfermedades.

El efecto de un aumento de la precipitación es el incremento de la escorrentía y con ella la erosión de los suelos, azolvamiento de represas, inundaciones, deslaves y pérdida de cosechas. Por el contrario, con la disminución de lluvias hay menos caudales en los ríos, poca escorrentía, bajo nivel de la capa freática y falta de agua para consumo humano y animal (IARNA, URL e IIA, 2004), además de ocasionar incendios forestales más frecuentes y destructivos. Con respecto a la biodiversidad, y bajo un escenario pesimista, se observa que los efectos del calentamiento global, por la velocidad con que se están dando, harán imposible la adaptación de las poblaciones de fauna silvestre y la capacidad de resiliencia de los ecosistemas naturales para recuperarse de sus impactos.

5. CONCLUSIONES

- En tanto se mantengan las tendencias negativas en los indicadores socioeconómicos que afectan a la mayoría de la población guatemalteca, es difícil pensar en la posibilidad de conservar y manejar adecuadamente el patrimonio natural del país. Para alcanzar un desarrollo sostenible que asegure la satisfacción de las necesidades de su población y el uso adecuado de su biodiversidad, Guatemala debe enfrentar los problemas actuales de desigualdad social, pobreza y marginalidad.

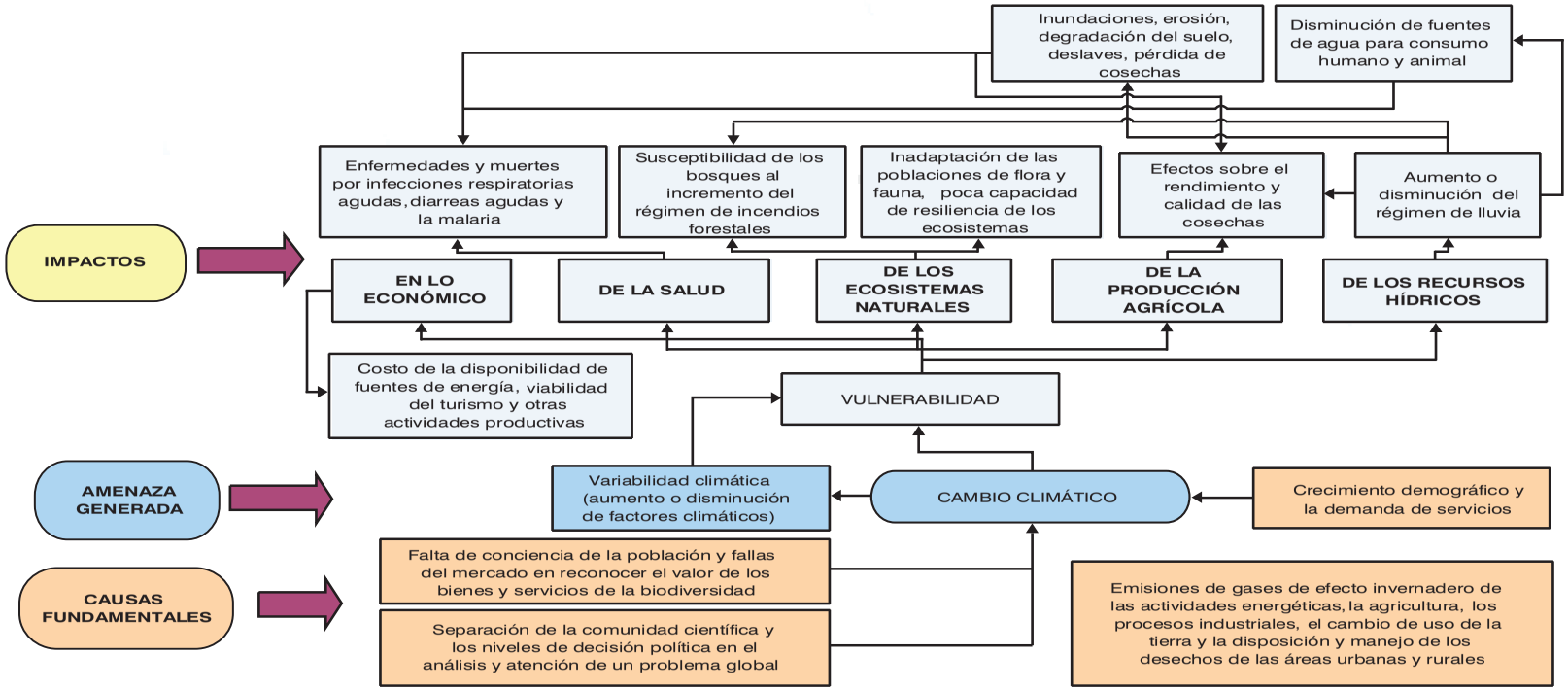


Figura 21. Impactos a la biodiversidad por el cambio climático

- Existe un ordenamiento institucional, con atribuciones específicas en los diferentes ámbitos, que requiere el desarrollo económico, social, cultural y ambiental en el país. Además, existe un marco político, legal y normativo que orienta las decisiones sobre la protección ambiental y el manejo y conservación de la biodiversidad en su estructura, sólo falta la voluntad de los diferentes sectores de la sociedad para impulsarlos.

- Muchos de los problemas apuntados son causa de la debilidad y falta de capacidades de la institucionalidad alrededor de la conservación y manejo de los recursos naturales y la protección ambiental. Sin embargo, es una realidad que estas entidades operan bajo fuertes restricciones de recursos financieros y capacidades técnicas, lo cual limita la implementación de las políticas públicas, institucionales y estrategias diseñadas. Esto se debe precisamente a la marginalidad que presenta la gestión ambiental en el ámbito político.

- El nivel de amenaza de los componentes de la biodiversidad se mantendrá o se incrementará, debido a la persistencia del conjunto de factores sociales, políticos, económicos, culturales y ambientales que directa e indirectamente se interrelacionan con diferentes rangos de influencia que van desde lo local a lo regional, nacional y global, como el caso del cambio climático y la variabilidad climática asociada.

- La permanencia de las amenazas y la indiferencia en su atención representan un alto riesgo a valiosas fuentes de biodiversidad para el mejoramiento de germoplasmas, necesarios para el incremento de la productividad de los agroecosistemas y las contribuciones a la seguridad alimentaria de gran parte de la población. Además de salvaguardar la integridad de los ecosistemas como elementos generadores de valiosos bienes y servicios ambientales.

- Se reconoce la existencia de otras amenazas que están relacionadas con las que fueron desarrolladas en este capítulo, como la construcción de infraestructura vial promovida por empresas petroleras o mineras, por decisiones políticas, a fin de atender demandas sociales o por formar parte de programas de desarrollo. Fenómenos de privatización e incentivos perversos y los asentamientos humanos originados por las invasiones a las áreas protegidas, las cuales contribuyen de alguna manera a la desvalorización, destrucción, degradación y fragmentación de los hábitats naturales y la biodiversidad, que deben tomarse en cuenta en análisis más focalizados y puntuales.

6. RECOMENDACIONES

- La riqueza biológica del país constituye un elemento fundamental para promover e impulsar la consolidación del desarrollo sostenible. Puede contribuir a la solución de los grandes problemas que, como la pobreza, aquejan al país, brindando beneficios equitativos para todos los sectores de la sociedad, sin agotar la capacidad de regeneración de los recursos naturales. Ello requiere la definición e implementación de estrategias integrales basadas en este potencial, que tomen en cuenta su manejo y conservación, pero también una justa distribución de sus beneficios, vinculando estrechamente el problema ecológico con el contexto socioeconómico nacional.

- Se debe promover la conservación y el manejo adecuado del patrimonio natural de la nación como fuente de riqueza impulsora del equilibrio de capitales: natural, financiero, físico, humano y social, en

el marco operacional del desarrollo sostenible. Para ello, se deben hacer esfuerzos por evidenciar el valor de la biodiversidad y sus componentes, como elemento estratégico para el desarrollo.

- La cooperación técnica y financiera internacional debe jugar un papel predominante en la priorización y atención a las causas y presiones que originan los diferentes tipos de amenazas indicadas, como también para la divulgación y sensibilización acerca de la importancia estratégica de la biodiversidad como fuente de riqueza, en el fortalecimiento del capital humano, el apoyo a la implementación de instrumentos de política, estrategias y normativos, el impulso de actividades productivas compatibles con la gestión de la biodiversidad y en el aprovechamiento de los bienes y servicios ambientales.

- De acuerdo con el Decreto Legislativo 4-89 el SIGAP, integrado por todas las áreas protegidas y las entidades que la administran, es un instrumento para la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales y culturales del país y la diversidad biológica. Por ello, deben desarrollarse estrategias de fortalecimiento operativo, manejo local, educación, sensibilización, restauración de flora y fauna, protección de fuentes y suministros de agua, y aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios que de ellas se obtienen.

- Desde un punto de vista político-institucional, el grado de amenaza que se tiene sobre la biodiversidad es producto de una serie de acciones de corto plazo, el seguimiento de una visión de coyuntura, la falta de coordinación y de cooperación, conflictos en las competencias institucionales y el poco interés en la implementación de políticas y estrategias, entre otros. Las amenazas deben ser enfocadas a través de la elaboración de planes de acción derivados de la ejecución de políticas públicas, adecuados mecanismos de coordinación y cooperación interinstitucional y con el apoyo político necesario y oportuno, que considere sus causas principales bajo una atención priorizada.

7. NOTAS

1. El término biodiversidad es una palabra de incorporación reciente al español (neologismo) proveniente del vocablo inglés Biodiversity, a su vez del griego bio, vida, y del latín diversitas, variedad.

2. Estas interacciones hacen referencia a los intercambios de energía y materia, flujos de agua y nutrientes.

3. El MAGA regula aspectos relacionados con recursos genéticos y pesca; el MARN define políticas acerca de recursos naturales y gestión ambiental y es la institución focal de algunos convenios internacionales relacionados con el tema ambiental al igual que el CONAP; y, finalmente, el INAB tiene la responsabilidad de velar por la protección de las zonas de recarga hídrica del país, de las especies forestales en peligro de extinción y de los ecosistemas de manglares. (Proyecto FIPA/AID, 2002).

4. Concepto tomado y adaptado de www.wikipedia.org.

5. Ingobernabilidad es el conjunto de situaciones que conducen a la debilidad del estado de derecho imperante, por ejemplo, en varias regiones del país y especialmente en la Reserva de la Biósfera Maya. Se expresa en aspectos como la fragilidad de los procesos de aplicación de justicia, conflictividad como mecanismo de presión; existencia y poco control de mercados informales del recurso tierra, vida silvestre y piezas arqueológicas; impunidad en los delitos cometidos contra el ambien-

te; inestabilidad e ineficiencia del sistema político formal e indisciplina e ilegalidad de los grupos humanos. (CONAP, 2007).

6. Año 2000, nivel de pobreza extrema 15.7% y pobreza 56.2% (IARNA, URL e IIA, 2006).

7. Año 2002, nivel de pobreza extrema 21.5% y pobreza 57% (IARNA, URL e IIA, 2006).

8. El consumo anual de estas personas se sitúa por debajo de la línea general de pobreza estimada en Q.4,318 por persona, al año (INE, 2002).

9. Estas personas no tienen los recursos suficientes para satisfacer las necesidades mínimas de alimentación estimadas en Q.1,911 por persona, al año (INE, 2002).

10. Peters (1982), citado por Alcántara (1995), señala que las políticas públicas son el conjunto de actividades de las instituciones de gobierno, actuando directamente o a través de agentes, y que van dirigidas a tener una influencia determinada sobre la vida de los ciudadanos.

11. Nurul Islam. 1997. Visión 2020. El sector no agrícola y el desarrollo rural: análisis de cuestiones de interés y pruebas.

12. Morales (1994) citado por la CEPAL (2000) indica que, merced al proceso de Conquista, la Corona Española se apropió de los territorios indígenas maya-k'iche'. En un principio se conformó la Audiencia de Guatemala (1543), que luego pasó a constituir la Capitanía General de Guatemala, con jurisdicción sobre toda Centroamérica. En ese contexto se emprende el "repartimiento de tierras" y la "encomienda de indios", mecanismo de compensación por servicios prestados al rey que otorga la propiedad del suelo a manos privadas (CEPAL, 2000).

13. Se refiere a las condiciones, limitaciones y prohibiciones a que estaban sujetos los beneficiarios de la Ley de Reforma Agraria —Decreto Legislativo 1551— especialmente a que el bien adjudicado era inalienable, inembargable e indivisible y no podía darse en arrendamiento, ni ser explotado en cualquier otra forma indirecta, así como destinarlo a uso distinto del que justificó su adjudicación.

14. Las distorsiones en el mercado de la tierra pueden observarse en dos líneas básicas de acción: a) Implementación de políticas relacionadas con acceso a la tierra, subvenciones indirectas y créditos con interés blando, entre otras, que favorecen la estructura terrateniente, promoviendo las inversiones e incrementando el valor de la tierra. De esta forma, los pequeños agricultores ven reducidas sus posibilidades de adquirir tierras y, por lo tanto, también la posibilidad de alcanzar, con las operaciones normales de compraventa, la equidad del mercado de la tierra; y b) Mercado informal de la tierra impulsado por comerciantes, terratenientes o personas involucradas en actividades ilícitas y con gran poder económico. Son denominados finqueros-ganaderos que adquieren áreas habilitadas para agricultura, luego amplían sus límites con el fin de sembrar pastos y establecer cultivos de exportación y explotaciones ganaderas de carácter extensivo.

15. Coeficiente de Gini es una medida de la desigualdad ideada por el estadístico italiano Conrado Gini. Normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual. El coeficiente de Gini es un número entre 0 y 1, en donde 0 corresponde con la perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y 1 corresponde con la perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos y todos los demás ninguno).

16. La estructura agraria definida en el Censo Nacional Agropecuario (INE, 2003) establece las siguientes categorías: Microfincas (menos de 0.70 ha), Subfamiliares (de 0.70 a menos de 7 ha), Familiares (7 a menos de 44.8 ha), Multifamiliares medianas (44.8 ha a menos de 900 ha) y Multifamiliares grandes (900 ha y mayores).

17. Alcántara (1995) señala que, con respecto a los efectos de las diferentes políticas, habrá que enfatizar en el significado que para la sociedad representa lo que el gobierno hace para y por ella, con sus consiguientes repercusiones en la legitimidad del sistema.

18. Según el PNUD, (2002), las 331 municipalidades de Guatemala se abastecían en un 70% de aguas superficiales, situación que muestra la importancia de mantener una buena calidad del agua en estas fuentes. Sin embargo, sólo un 4% de 331 municipalidades de Guatemala aplica algún tratamiento a las aguas residuales, mientras que el resto las vierte hacia los cauces naturales de los ríos. De acuerdo con Carranza (2003) citado por IARNA, URL e IIA (2006), el 15% de la totalidad de municipios a nivel nacional, es decir, alrededor de 50, depositan sus desechos directamente en ríos.

19. El Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006) estima que la generación diaria de desechos sólidos es de alrededor de 4,242 toneladas, de las cuales el 54% se produce en las zonas urbanas, y el restante 46% en las zonas rurales.

20. Según el inventario de gases de efecto invernadero, la disposición de los desechos sólidos a cielo abierto produce el 95% de gas metano y óxido nitroso emitido en el país. Estos gases son causantes de enfermedades, principalmente a la población que vive en los alrededores de los basureros (PNUD 2002).

21. Yacimiento: Toda acumulación de rocas o concentración natural de uno o más minerales.

22. Minerales: Sustancias formadas por procesos naturales, con integración de elementos esencialmente provenien-

tes de la corteza terrestre, que existen en el territorio de la República (Artículo 6 –Ley de Minería– Decreto Legislativo 48-97).

23. Hidrocarburos: Compuestos de carbono e hidrógeno que se encuentran en la superficie o en el subsuelo, cualquiera que sea su estado físico (Artículo 1 del Decreto Ley 109-83 –Ley de Hidrocarburos–).

24. El término "comercial" no está contemplado en ningún apartado del Decreto Legislativo 36-04 –Ley General de Caza– que regula solamente las bases de caza y uso sostenible de la fauna cinegética del país, con fines deportivos o de subsistencia.

25. Rivalidad en el consumo. Un bien presenta rivalidad en el consumo cuando su uso por una persona disminuye la cantidad disponible para otra.

26. En el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2004) se definen las especies genéticamente modificadas o transgénicas como aquellos individuos, de especies animales o vegetales, a los que se les han introducido, por técnicas de ingeniería genética, genes o grupos de genes provenientes de otras especies.

27. Riesgo es cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, vulnerable a ese fenómeno.

28. Un estudio al respecto reporta que, de una muestra de personas entrevistadas, el 73% no tiene conocimiento acerca del tema, mientras que el 27% considera que tiene cierto grado de conocimiento (CONAP, 2004b).

8. GLOSARIO

Agricultura de subsistencia: Es aquella agricultura que se desarrolla como un sistema de autoconsumo y, principalmente, reviste una fuente importante de ingresos de las familias que la practican. Su única fuente de empleo es la mano de obra familiar. Tiene la particularidad de no representar una oportunidad de movilidad social hacia segmentos sociales mejor posicionados en cuanto al bienestar económico y social y menos vulnerable económicamente. (Política de Desarrollo Rural de Guatemala Hacia el 2020, IARNA/URL, 2006).

Cacería: Actividad de matar y extraer fauna de la naturaleza voluntariamente con el objetivo de alimentarse, recrearse o divertirse. Se pueden distinguir tres tipos de práctica de cacería en función de sus objetivos: a) subsistencia, básicamente persigue fines de alimentación, b) deportiva o recreación, y c) comercial, la cual se desarrolla con el objetivo de lucrar con las piezas o subproductos (CECON/PROBIOMA, 2005).

Desarrollo sostenible: Definido por la Comisión de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo (1987) como aquel desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación, sin disminuir la capacidad de las siguientes generaciones de satisfacer las suyas.

Es aquel desarrollo que mejora la calidad de la vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que lo sustentan. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

Desechos sólidos: Todos aquellos cuerpos firmes no útiles después de una actividad o proceso humano.

Estructura agraria: Este término hace referencia a la distribución de activos productivos que tienen relación directa con la forma de tenencia de la tierra entre la población rural. Así, por ejemplo, aquellas poblaciones rurales con tierra y certeza jurídica sobre su posesión tienen oportunidad de acceso a activos productivos tales como el financiamiento, la asistencia técnica, y otros como programas de incentivos a la producción; en tanto que aquellos sin posesión de tierra encuentran mayores dificultades de acceso a este tipo de activos. El resultado de esta distribución de activos entre la población rural, en un momento determinado, es el que determina la estructura agraria. (Política de Desarrollo Rural de Guatemala Hacia el 2020, IARNA/URL, 2006).

Exploración minera: Conjunto de trabajos administrativos, de gabinete y de campo, tanto superficiales como subterráneos, que sean necesarios para localizar, estudiar y evaluar un yacimiento.

Explotación minera: Extracción de rocas, minerales o ambos, para disponer de ellos con fines industriales, comerciales o utilitarios.

Fragmentación: Es el proceso en que las áreas grandes y continuas de hábitat son reducidas y divididas en dos o más fragmentos, inmersos en una matriz con condiciones poco aptas para las especies presentes en éstos (Curtis, 1956). La reducción de la superficie original de los bosques y la distribución de los bosques remanentes en unidades pequeñas y aisladas hacen que los fragmentos tengan condiciones abióticas y bióticas diferentes a las condiciones del bosque originalmente continuo (Saunders *et al*. 1991, Turner 1996).

Fuego prescrito: Es la aplicación de quemas cuidadosamente controladas bajo condiciones de combustible y climáticas definidas, a fin de cumplir con objetivos de manejo del suelo o ecológicos que involucran un plan escrito. Es un modelo repetido de quemas, diseñado para lograr un resultado deseado o anticipado (Myers, 2006).

Manejo del fuego: Es la gama de decisiones y acciones técnicas posibles dirigidas a la prevención, detección, control, contención, manipulación o uso del fuego en un paisaje dado para cumplir con metas y objetivos específicos. Se puede imaginar el manejo del fuego como un triángulo cuyos lados son la prevención, la supresión y el uso del fuego (Myers, 2006).

Mercado formal de la tierra: Es aquél cuyas transacciones responden a los requerimientos del marco legal vigente. La oferta y la demanda se publican por medio de canales de información abiertos y transparentes y los precios se fijan por el mercado.

Mercado informal de la tierra: Las transacciones no se ajustan a los requisitos del marco legal vigente, sino que se rigen por las reglas de confianza y aceptación comunitaria y familiar. La información se mueve por circuitos familiares y comunitarios. Los precios no se rigen exclusivamente por el mercado, sino que intervienen factores culturales y sociales.

Migración: Es el movimiento de personas a través de una división política para establecer una nueva residencia permanente. Puede ser de carácter internacional (migración entre países) e interna (migración dentro del país).

Ordenamiento territorial: Proceso de organización, uso y ocupación del territorio, en función de sus características biofísicas, ambientales, socioeconómicas, culturales, político-administrativas e institucionales, con la finalidad de promover el desarrollo sostenible de una región o país.

Proceso de planificación, orientación y regulación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y culturales, que garantizan su funcionalidad, regeneración y calidad para beneficio de los diversos grupos o actores sociales residentes y/o dependientes de un área determinada.

Población Económicamente Activa (PEA): Son todas las personas de 12 años o más que en el período de referencia realizaron algún tipo de actividad económica o formaban parte de la población desocupada abierta (INE, PERFAM, 2006).

Pobreza: Es la insatisfacción de un conjunto de necesidades consideradas esenciales. Incluye, además de la imposibilidad de cubrir el costo alimenticio de las 2,172 calorías mínimas recomendadas para Guatemala por el INCAP, un monto adicional que corresponde al porcentaje del consumo no alimenticio complementario. Monto calculado para el año 2000, equivalente a Q, 4,318 por persona al año (ENCOVI 2000).

Pobreza extrema: Incapacidad en que se encuentra un individuo o grupo de hombres y mujeres de cubrir el costo de adquirir las 2,172 calorías mínimas recomendadas para Guatemala por el INCAP, usando la canasta de consumo de las personas observadas en la encuesta practicada por el ENCOVI. Monto calculado para el año 2000 equivalente a Q. 1,911 por persona al año. (ENCOVI 2000).

Producto Interno Bruto (PIB): Producción total para uso final de bienes y servicios de una economía, realizada tanto por los residentes como por los no residentes, y considerada independientemente de la nacionalidad de los propietarios de los factores. Se excluyen

las deducciones por depreciación del capital físico o las correspondientes al agotamiento y deterioro de los recursos naturales (PNUD, 2005).

Productos petroleros: Los productos gaseosos, líquidos o sólidos derivados del petróleo crudo, gas natural o condensados, resultantes de cualquier proceso físico o químico, incluyendo metano, etano, propano, butanos, gas natural licuado, gas licuado del petróleo, gasolina natural, naftas, gasolinas, kerosinas, diesel, combustibles pesados, asfaltos, aceites, grasas lubricantes y todas las mezclas de los mismos y sus subproductos hidrocarburíferos.

SIPECIF: Sistema Nacional para la Prevención y Control de Incendios Forestales, creado según Acuerdo Gubernativo 63-2001 de fecha 15 de febrero de 2001. Ente coordinador, en el territorio de la República de Guatemala, de prevenir, mitigar, controlar y extinguir los incendios forestales. Lo integra la Secretaría de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, quien preside, Ministerio de la Defensa Nacional, MARN, CONAP, CONRED e INAB.



9. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCÁNTARA, M. (1995). Gobernabilidad, crisis y cambio. Elementos para el estudio de la gobernabilidad de los sistemas políticos en época de crisis y cambios. Fondo de Cultura Económica. 259 p.

2. BOYCE, J. K. (1995). La degradación ambiental y la economía: hacia una economía política del desarrollo sostenible. En: El desarrollo sostenible: un desafío a la política económica agroalimentaria. San José Costa Rica, p. 219-239.

3. BRAVO, T. H.; UMAÑA, A.; DEL CAMINO, R. (1995). Estrategias para el uso y manejo de los recursos naturales. En: El desarrollo sostenible: un desafío a la política económica agroalimentaria. San José Costa Rica, p. 199-217.

4. CAPEL, H. (2003). El drama de los bienes comunes. La necesidad de un programa de investigación. En: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. V.VIII. Barcelona,15 p.

5. CECON-PROBIOMA. (2005). Avances del tema de cacería en Guatemala: Diagnóstico. CECON-PROBIOMA y FONACON. Guatemala, 142 p.

6. CEPAL/ECLAC. (2000). El estudio de mercado de tierras en Guatemala. Red de Desarrollo Agropecuario. Desarrollo Productivo y Empresarial. 79 p.

7. CONABIO; Aridamérica; GECI; TNC. (2006). Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. México, 41 p.

8. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2004a). Priorización de la diversidad biológica de Guatemala en riesgo potencial por la introducción y manipulación de organismos vivos modificados. Documento técnico No. 14. 107 p.

9. _____. (2004b). Situación actual de la biotecnología en Guatemala. Documento técnico No. 17. 86 p.

10. _____. (2004c). Valoración económica de la unidad de conservación Parque Nacional Laguna del Tigre, Reserva de la Biósfera Maya, Petén, Guatemala. Documento técnico No. 19. Guatemala, 53 p.

11. _____ (2007). Integridad de la Reserva de la Biósfera Maya, el estado del arte. Fortalecimiento a la gestión de las áreas protegidas y la biodiversidad de Guatemala. Guatemala, 37 p. (En prensa).

12. _____/Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO). (2006). Recopilación de información sobre biodiversidad en Guatemala. Guatemala, 110 p.

13. ETCHEGARAY, R. *et al*. (1997). Para una mejor distribución de la tierra. El reto de la reforma agraria. Pontificio Consejo Justicia y Paz. Ciudad del Vaticano, 32 p.

14. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2003). Características de la Población y de los Locales de Habitación Censados. XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación. 2002. Guatemala.

15. Instituto Nacional de Estadística (INE)/ Programa MECOVI. (2002). Perfil de la pobreza en Guatemala. ENCOVI 2000. Guatemala, 90 p.

16. INE; MAGA. (2003). IV Censo Nacional Agropecuario T. II y III. Guatemala.

17. IARNA; URL; IIA. (2004). Perfil Ambiental de Guatemala: Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. Guatemala, 461 p.

18. _____/ URL; IIA. (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Guatemala, 250 p.

19. _____/ URL; SEGEPLAN; USAID. (2006). Distribución sectorial del crecimiento del empleo en el altiplano guatemalteco. Presidencia. Guatemala, 69 p.

20. _____; FIPA; MÉNDEZ BARRIOS, J.C.; USAID. (2003). Pobreza y Biodiversidad. Guatemala, 18 p.

21. INCOPESCA y MINAE. (2003). Memorias del taller "Hacia un plan para el manejo integrado de la Zona Marino Costero, litoral Pacifico. Costa Rica, 28 p.

22. INTERNATIONAL RESOURCES GROUP/ PROYECTO IRG/FRAME/USAID. (2006). El rol de los productos naturales en el desarrollo rural, el alivio a la pobreza y gobernabilidad en el manejo del recurso. El caso de la palma de xate (*Chamaedorea spp.*) en la región de Petén, Guatemala, 80 p.

23. MARN; PNUD y GEF. (2001). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Año Base 1990. Guatemala, 105 p.

24. MITTERMEIER R.; MYERS N.; GOETTSCH C. (1999). Biodiversidad Amenazada. Las Ecorregiones Terrestres Prioritarias del Mundo. CEMEX, Conservación Internacional. Producción de Agrupación Sierra Madre.

25. OILWATCH. (2007). Cambio Climático, el desafío al desarrollo sostenible. Declaración de OILWATCH para la Comisión de Desarrollo Sustentable. Disponible en www.ecoportal.net

26. ORTIZ, A. (2000). Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP): una aproximación al valor económico de los bienes y servicios ambientales. CONAP/ CATIE. Guatemala, 45p.

27. PNUD. (2002). Situación del medio ambiente y los recursos naturales. Guatemala, p. 137-140.

28. PRINS, K. (2000). Gestión y manejo de recursos en condominio: el caso de las concesiones forestales comunitarias. OLAFO. Guatemala, p. 8.

29. FIPA/USAID. (2002). Estado de la biodiversidad en Guatemala. Guatemala, 78 p.

30. _____(2002a). Valoración económica del servicio ambiental de regulación hídrica. Lado sur de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. Guatemala. 41 p.

31. RIVERA, M. (1999). La Pérdida de la Biodiversidad. Centro Eco-Educativo de Puerto Rico. Disponible en www.ceducapr.com/perdidabiodiversidad.htm

32. RODRÍGUEZ G.E. (s.f.). Crisis de la ley, principios constitucionales y seguridad jurídica. Centro de Desarrollo Humano de Perú (CEDEH-Puno). Perú, 21 p.

33. SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 30 p.

34. SHINE, C.; WILLIANS, N. y GÜINDLING, L. (2000). Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras. UICN, Gland, Suiza, Cambridge y Bonn, 162 p.

35. UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR (URL). (2006). Análisis de coyuntura ambiental. Cuentas Verdes: Estado y perspectivas. Documento Técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA). Guatemala, p.7-28.

36. UVG; INAB; CONAP. (2006). Dinámica de la cobertura forestal de Guatemala durante los años 1991, 1996 y 2001 y mapa de cobertura forestal 2001. Fase II: Dinámica de la cobertura forestal. Guatemala, 90 p.

Biodiversidad de Guatemala y su relación con el desarrollo



Juán Carlos Méndez*
Juventino Gálvez**
José Miguel Barrios**

RESUMEN

La naturaleza ha sido considerada, erróneamente, como una fuente inagotable de riqueza. Los modelos económicos que describen la trayectoria del desarrollo normalmente no contabilizan su valor ni los impactos de su degradación. Esto ha ocasionado que la implementación de políticas de desarrollo y crecimiento económico derive en serias manifestaciones de deterioro ambiental, que en algunos casos son ya de carácter irreversible. Por otro lado, en muchos países el valor de la naturaleza ha sido incorporado a modelos locales de desarrollo comunitario bajo el concepto de medios de vida, que si bien es cierto alivian la pobreza en el medio rural, no han significado desarrollo para los países. Este capítulo intenta poner en evidencia que ambos caminos para lograr desarrollo están equivocados y que un modelo de desarrollo basado en el equilibrio de los capitales humano, natural y físico-financiero podría darnos orientaciones, en el nivel de las políticas públicas, acerca de una nueva vía para buscar el desarrollo sostenible. Por ser el financiamiento una de las principales limitantes para la acumulación del capital natural, el capítulo propone algunas ideas para la negociación en los ámbitos nacional e internacional. Finalmente, se presentan varios casos que evidencian, a nivel de ejercicios de valoración, la importancia estratégica de la naturaleza en el desarrollo de los países.

Una reflexión final derivada del planteamiento contenido en el capítulo es que, en un plano estratégico nacional, una efectiva inserción de la biodiversidad en las estrategias de desarrollo requiere de manera fundamental la implementación de mecanismos que propicien progresivamente una relación más balanceada entre los capitales físico-financiero, natural, humano y social. A nivel operativo, este planteamiento requiere, al menos, de la conceptualización, diseño y puesta en marcha de procesos más efectivos de formulación y aplicación de políticas públicas; el fortalecimiento y consolidación de una plataforma institucional ambiental sólida, estable y con altos niveles de liderazgo nacional; la existencia de suficientes elementos técnicos para dar soporte y rigurosidad a los procesos de toma de decisiones; y la búsqueda de respaldo social efectivo a las iniciativas de desarrollo basadas en la conservación y uso del capital natural.

Palabras clave: *modelos económicos, valor de la naturaleza, balance de capitales, desarrollo sostenible.*

SUMMARY

Nature has wrongly been considered as an inexhaustible source of richness; and the economic models that describe the path of development usually don't record its value or the impact of its degradation. This has caused that the implementation of development and economic growth policies derive in serious expressions of environment deterioration that in some cases are irreversible. On the other hand, the value of nature has been incorpo-

* International Resources Group
** Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL)

rated to local models of community development in many countries under the concept of livelihoods that even it is true they relieve poverty in the rural area haven't caused development for the countries. This chapter tries to evidence that both ways are wrong and that a development model based on the balance of human, natural and physical-financial capital could guide us at public policies level on a new way to look for sustainable development. As financing is one of the main limiting factors for the accumulation of natural capital, the chapter proposes some negotiation ideas at national and international level. There are also a serial of cases that evidence the strategic value of nature in the development of countries at valuating exercises level.

One final reflection derived from that statement in this chapter is that at national strategic level an effective insertion of biodiversity in the development strategies essentially demand the implementation of mechanisms that propitiate in a progressive way a more balanced relation among the physical-financial, natural, human and social capitals. At operation level this statement requires of at least the conceptualization, design and implementation of more effective processes of development and application of public political policies; the strengthening and consolidation of a solid environmental institutional platform, stable and with high levels of national leadership; the existence of enough technical elements to provide support and severity to the taking decisions processes; and the search for effective social backup for development initiatives based on conservation and use of natural capital.

Key words: *economic models, value of nature, balance of capitals, sustainable development.*

UKAB'LAJUJ UQ'AT WUJ

RI JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL RECH PAXIL KAYALA' UK'AMON UQ'AB' RUK' NIMARISANEM

CH'UTI'SANEM

Ronojel k'o chuwach loq'ojaj ulew choman chi ma kak'is taj ma kasach ta uwach, rumal ri' ri ub'e'al taq chak rech unimarisanem uq'inomal pwaq ma uya'om ta uq'ij uloq'oq'exik ukojik ronojel jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew. Are taq b'anowinaq wa' ma kolomam ta jun utzalaj ub'e'al chak rech junam unimarisanem uq'inomal pwaq ruk' uq'ij uloq'oq'exik ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew. E k'i taq amaq' chuwachulew xkimaj uchakuxik uloq'oq'exik ukojik ronojel ri jalajoj uwach k'aslemalil pa taq komon winaqil, usachom jub'iq uwach ri meb'a'il pa kik'aslemalil ri winaq, maj ma uya'om ta jun utzilaj unimarisanem chike amaq'ib'. Pa wa jun uq'at wuj kaq'alisax ub'ixik chi ma are ta ucholaj ub'e chak majom, rajawaxik kasuk'maxik uwach jun ub'e'al chak jawi kaya' uq'ij unimarisanem kik'aslemalil winaq, uk'aslemalil loq'olaj uwachulew xuquje' unimarisanem uq'inomal pwaq rech kuya' ub'e utzukuxik umajik jun utzilaj cholchak q'atb'al tzij che uloq'oq'exik ukojik ronojel jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew. Xa rumal are pwaq kab'anowik uya'ik uq'ij uloq'oq'exik uwach ri jalajoj k'aslemalil chuwachulew, pa wa jun uq'at wuj kaya' ub'ixik roqxa'nixik keb' oxib' no'ojchak rech kuya' ub'e umajik jun utzilaj chak kumal taq ri amaq'ib' chuwachulew. Kak'is ub'ixik ruk' b'anowen jawi kaya' uq'ij kaya' ub'e'al uloq'oq'exik ukojik ronojel jalajoj uwach k'aslemalil k'o chuwachulew rech qas kikiriqa jun utzilaj nimarisanem pa kik'aslemal ri winaq.

Jun k'isb'al no'jib'alil xya' ub'ixik pa wa jun uq'at wuj are kamaj usuk'maxik ub'e jun cholchak rech uq'atb'altzij amaq', rajawaxik kaya' uloq'oq'exik ukojik ri jalajoj uwach k'aslemalil chuwachulew xuquje' kaya' ub'e ukemik jun utzilaj cholchak puwi unimarisanem amaq', jawi k'o junamilal chikixol uq'inomal pwaq, uq'inomal uwachulew, xuquje' uq'inomal kik'aslemal winaq. We kakolomax ub'e ukojik jun utzilaj cholchak q'atb'al tzij k'ate' k'ulo kuya' uq'ij uloq'exik ukojik ronojel jalajoj k'aslemalil chuwachulew xuquje' keriqitaj k'ulo jun utzilaj unimarisanem uwach ronojel k'aslemal k'o chuwachulew, xuquje' katob'an che ukolomaxik ub'e ronojel cholchak kumaj ri Nima Q'atb'altzij pa taq komon xuquje' ri winaq kikiya' uchuq'ab' ukojik pa kik'aslemal.

UCHOLAJ TZIJ: *Ub'e'al uq'inomal pwaq, uya'ik uq'ij uwach ulew, upajik meb'a'il, uwinaqirisaxik uk'uxalil uwachulew.*

1. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país territorialmente pequeño pero con una diversidad natural y cultural única en el mundo. Su condición de puente entre dos masas continentales, además de la variedad de formas terrestres y edáficas, la amplitud altitudinal, pluvial y térmica, entre otros factores, son responsables de la existencia de una alta variedad de ecosistemas y de especies.

De igual manera, Guatemala es uno de los países del mundo con mayor diversidad étnica. Esta diversidad natural y étnica ha generado, a su vez, distintas y variadas formas de interacción y uso de las especies silvestres, así como una intensa domesticación que resultó en un aporte fundamental para la dieta de los guatemaltecos y de habitantes de muchos países del mundo. De hecho, Guatemala es integrante de uno de los ocho principales centros mundiales de origen de plantas cultivadas, denominado Centro Mesoamericano. También es parte de la Ecorregión Mesoamericana, una de las 25 ecorregiones terrestres prioritarias a nivel mundial, no sólo por su alta biodiversidad sino también por las altas amenazas a la misma (Gálvez, 2000).

En este capítulo se presentan algunos elementos para destacar la importancia de la diversidad biológica en el desarrollo de los seres humanos, en tanto elemento fundamental del capital natural.

Esto tiene especial relevancia en países que, como Guatemala, son lugares de ocurrencia de una amplia variedad de organismos vivos cuyos ciclos de vida interactúan formando redes complejas de interdependencia. La biodiversidad es un acervo importante de los guatemaltecos que, a pesar de su importancia en las esferas económica y sociocultural y de las enormes potencialidades que le son inherentes, no figura en las prioridades políticas del Estado.

Recuadro 1: Biodiversidad en Guatemala

Con menos del 0.5% de la extensión terrestre del planeta, Guatemala, junto con Belice y los estados del sur de México, posee entre el 7 y el 10% de todas las formas de vida conocidas y el 17% de todas las especies terrestres. De las 25 regiones con mayor diversidad de especies y endemismo del mundo, esta región norte de Mesoamérica ocupa el segundo lugar. En relación con la diversidad de especies, la región ocupa el primer lugar para los reptiles y el segundo para anfibios, aves, mamíferos y vertebrados, sin incluir los peces. Para los índices de endemismo, se clasifica como la más alta del mundo en cuanto al endemismo de mamíferos, y la segunda más alta en cuanto al endemismo de anfibios, aves, reptiles y vertebrados, sin incluir los peces. Tres de las cuatro rutas migratorias de aves del Hemisferio Occidental convergen en la región (Critical Ecosystem Partnership Fund [CEPF], 2004; citado en Perfil Ambiental de Guatemala, 2006).

Para revertir esta situación es necesario utilizar un marco de referencia, en el cual los distintos elementos del desarrollo puedan ser abordados simultáneamente, de tal forma que las políticas públicas que se formulen e implementen no desemboquen en patrones de desarrollo desquilibrados y, por ende, insostenibles. El enfoque de equilibrio de capitales brinda un marco de análisis adecuado para considerar cada uno de los elementos del desarrollo en su justa dimensión.

Las primeras secciones de este documento se destinan a la discusión de aspectos importantes relacionados con el papel de la biodiversidad en el desarrollo y su valor intrínseco. Posteriormente, se discuten algunos elementos de lo que podría ser un nuevo paradig-

ma para el abordaje de la problemática del desarrollo en el país, en el cual la sostenibilidad ambiental es parte fundamental de las políticas de desarrollo. Por último, se citan algunos ejemplos concretos de incidencia del estado de la biodiversidad en el desarrollo de las personas.

2. EL CONCEPTO DE DESARROLLO Y EL CAPITAL NATURAL

Las concepciones tradicionales de desarrollo se han caracterizado por situar el crecimiento económico en un lugar privilegiado en relación con otros aspectos del desarrollo que forman parte del debate contemporáneo acerca del tema. Sin embargo, en las últimas décadas el debate científico sobre desarrollo ha divulgado el carácter holístico de éste, haciendo visible la relevancia del estado del ambiente y de los aspectos socio-culturales, económicos e institucionales en los procesos de desarrollo.

Una manifestación de lo anterior es el concepto de desarrollo sostenible que, tal como fue definido por la Comisión de Brundtland de las Naciones Unidas en 1987, busca *resolver las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de las generaciones futuras de resolver sus propias necesidades*.

A raíz de la incorporación de criterios de sostenibilidad en el debate acerca del desarrollo, varios enfoques han sido generados para analizarlo y hacerlo operativo. Uno de ellos es el de balance de capitales.

El enfoque de balance de capitales brinda un marco conceptual que constituye una herramienta, tanto para el análisis como para el planteamiento de objetivos de desarrollo. De acuerdo con este enfoque, el desarrollo puede entenderse como una situación de equilibrio entre cinco capitales: el capital humano, el capital natural, el capital físico, el capital financiero y el capital social.

Esta situación de equilibrio puede visualizarse gráficamente (Figura 1) como un pentágono donde la distancia del centro a cada uno de los vértices representa los activos en cada uno de los tipos de capital mencionados.

Aunque estos capitales pueden ser analizados de manera independiente, es necesario señalar que guardan entre sí relaciones de interdependencia. Una de las limitaciones que presenta este enfoque es que a la fecha se cuenta únicamente con experiencias a nivel micro (cuenca, comunidad, territorios específicos, entre otros) y normalmente relacionadas con la ejecución de proyectos de desarrollo, que a la postre resultan difíciles de replicar y son de baja relación costo-eficiencia. En este nivel, al enfoque del equilibrio de capitales se le conoce como el enfoque de medios de vida. Para superar esta limitación, el enfoque del equilibrio de capitales se impulsa más como un modelo de desarrollo sostenible que como un enfoque de formulación y ejecución de proyectos. Es decir, se impulsa en el nivel de la formulación y ejecución de políticas públicas de más amplio impacto, que le den posibilidades de sostenibilidad y replicabilidad a los proyectos con impacto local importante.

De acuerdo con este enfoque, la sostenibilidad del desarrollo depende en gran medida del mantenimiento del capital natural, como base material, y en algunos casos espiritual, para la vida de las personas, comprendiendo tanto recursos naturales (agua, tierra, biodiversidad, entre otros) como condiciones ambientales (aire, humedad, temperatura, entre otras).

De manera simple, es posible definir el capital natural como un conjunto de dinámicas valiosas que la naturaleza provee a los seres humanos, que incluye la formación y regeneración de los recursos naturales y de donde fluye constantemente una serie de servicios ambientales (CEPAL, SEGEPLAN & PNUD,

2005). Su composición en un país o región depende principalmente de las condiciones climáticas y topográficas que ocurren en ese país o región. También depende de la forma como la sociedad se relaciona con la naturaleza al intentar alcanzar el desarrollo.

En la búsqueda del desarrollo, la sociedad, y en particular las naciones industrializadas, han utilizado la base natural del planeta en una forma no sostenible. Esto compromete la sostenibilidad del desarrollo al hacer disminuir las funciones del capital natural como proveedor de bienes y servicios a la economía, receptor de los desechos de los procesos productivos y hábitat de los seres vivos, incluyendo a los humanos.

El capital natural, en tanto base material de la vida humana, ha jugado un rol de primer orden en la localización de centros poblados, así como en las relaciones sociales y económicas que en ellos han surgido. A pesar de su papel trascendental en varias facetas de la vida humana, el capital natural no ha sido adecuadamente dimensionado en las estrategias de desarrollo. Su inserción en los debates políticos sobre desarrollo implica un cambio paradigmático importante.

Un ejemplo de la omisión del capital natural se refiere a la forma convencional de medir el desempeño económico (otra faceta importante del desarrollo) del país.

El indicador más utilizado para medir el desempeño económico es el Producto Interno Bruto (PIB). Posteriormente cobraron notoriedad los índices de desarrollo humano, que son relativamente recientes e intentan medir no sólo la acumulación sino también la distribución de la riqueza.

El PIB puede definirse como el valor total de la producción de bienes y servicios finales generados dentro de un país durante un cierto

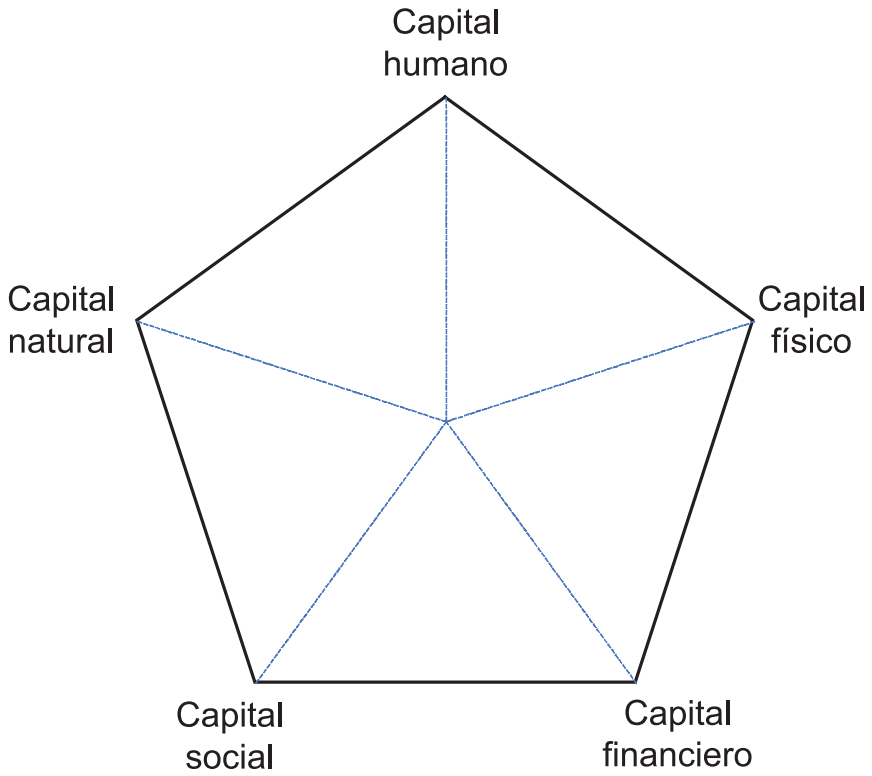


Figura 1. Balance de capitales necesarios para el desarrollo. Fuente: Elaboración propia

periodo de tiempo, generalmente un año. Puede calcularse a partir de la suma de los valores agregados de las diversas etapas de producción y de todos los sectores de la economía. Este indicador regularmente se utiliza para:

1. Evaluar la fortaleza económica relativa de las economías.

2. Asignar la ayuda para el desarrollo.

3. Identificar oportunidades de inversión nacional y sectorial, entre otras.

El uso del PIB como medida del crecimiento económico y el PIB *per cápita* como medida de bienestar o de progreso social son indicadores que deben ser observados con cuidado por múltiples razones. Por ejemplo, el PIB no toma en cuenta la depreciación de capital donde se incluyen el capital físico, como maquinaria y fábricas, y el capital natural, que incluye a la biodiversidad. Tampoco se considera la acumulación o desgaste del capital humano.

Un país puede, por lo tanto, incrementar su PIB explotando en forma intensiva y sin renovación sus recursos naturales, lo que implicaría que su capital disminuirá en perjuicio de las generaciones futuras. De la misma forma, el PIB puede crecer provocando depreciación de la capacidad física instalada, lo cual no es contabilizado y se puede prever que tenga repercusiones en el futuro mediato. Igualmente grave resultaría para un país basar sus expectativas de desarrollo sobre la estrategia de un trabajador barato y mal calificado.

Incluir el capital natural en los modelos de desarrollo es complicado, pues no se cuenta aún con un sistema de contabilidad económico y ambiental integrado que permita visualizar los verdaderos aportes del capital natural a la economía y los impactos que las actividades económicas ejercen sobre la reducción, mantenimiento o aumento del capital natural. Un sistema de esta naturaleza es, en primera instancia, un reto de orden político y, luego, de orden institucional[1]. La mayor parte de países que quieran corregir la medida de crecimiento del PIB a partir del análisis de lo que pasa con el capital natural tendrán que hacer serios esfuerzos de reforma político-institucional, no solamente para las instituciones que atienden la problemática económica, sino también para aquéllas responsables de la gestión ambiental.

En la enorme evolución que ha tenido el concepto de desarrollo se pueden distinguir claramente tres etapas. La primera enfatiza en el crecimiento económico y, por lo tanto, indicadores como el PIB nacional y el PIB *per cápita* son considerados buenos. La segunda considera, además del crecimiento económico, la distribución de la riqueza aspirando a la equidad social. La tercera agrega el concepto de sustentabilidad ambiental a los objetivos de acumulación y distribución. El concepto de sustentabilidad ambiental no se refiere únicamente a la viabilidad del modelo en el largo plazo, sino además se le asocia con mejor calidad de vida, lo que introduce variables no económicas al concepto.

En virtud de los argumentos arriba mencionados, se concluye que los indicadores basados únicamente en variables económicas no son adecuados indicadores del desempeño de las políticas de desarrollo y generan, por lo tanto, políticas y planes inadecuados. Esto es particularmente cierto en países que, como Guatemala, presentan patrones de gran desigualdad en su estructura social. Como muestra, considérese la Figura 2 que señala, para varios países, la incidencia de la pobreza y el PIB *per cápita*.

La Figura 2 muestra que la relación entre PIB *per cápita* y la incidencia de la pobreza de los países describe un comportamiento en el cual la incidencia de pobreza disminuye a medida

que el PIB *per cápita* aumenta. Esta relación es atípica para el caso de Guatemala, lo cual muestra que este indicador (PIB *per cápita*) no es un reflejo adecuado de bienestar y desarrollo. El nivel de desigualdad es alto y, por ende, el crecimiento de la economía no necesariamente implica reducción de la pobreza.

De acuerdo con la tendencia descrita en la Figura 2 y con base en el valor del PIB *per cápita* para Guatemala, el porcentaje de pobreza debería encontrarse entre el 10 y el 20%. Sin embargo, la incidencia de la pobreza en Guatemala es del orden del 53% (INE, 2000).

El concepto de desarrollo sostenible plantea el desarrollo de los capitales económico y social a partir del capital natural como sustento. De ahí la definición de sustentabilidad ambiental: si el sustento se degrada, el "desarrollo" para las generaciones venideras está en riesgo. No se trata de introducirse al tema de manera estricta, pero sí de llamar la atención sobre un error metodológico importante, porque si el desarrollo sostenible se mide utilizando los conceptos económicos tradicionales, los resultados serán nefastos, aunque las manifestaciones de ello ya se están padeciendo.

El desarrollo económico y el bienestar social, en ese paradigma de desarrollo, parten de la generación y distribución[2] de riqueza a partir del proceso de agregar valor al capital natural, pero si el valor intrínseco de dicho capital no se contabiliza, como se vio anteriormente, las decisiones sobre su uso serán siempre de tipo extractivo. Este error metodológico en la valoración de la riqueza a partir del Producto Interno Bruto no ha permitido que el capital natural sea tomado en cuenta dentro de las prioridades y componentes centrales de las

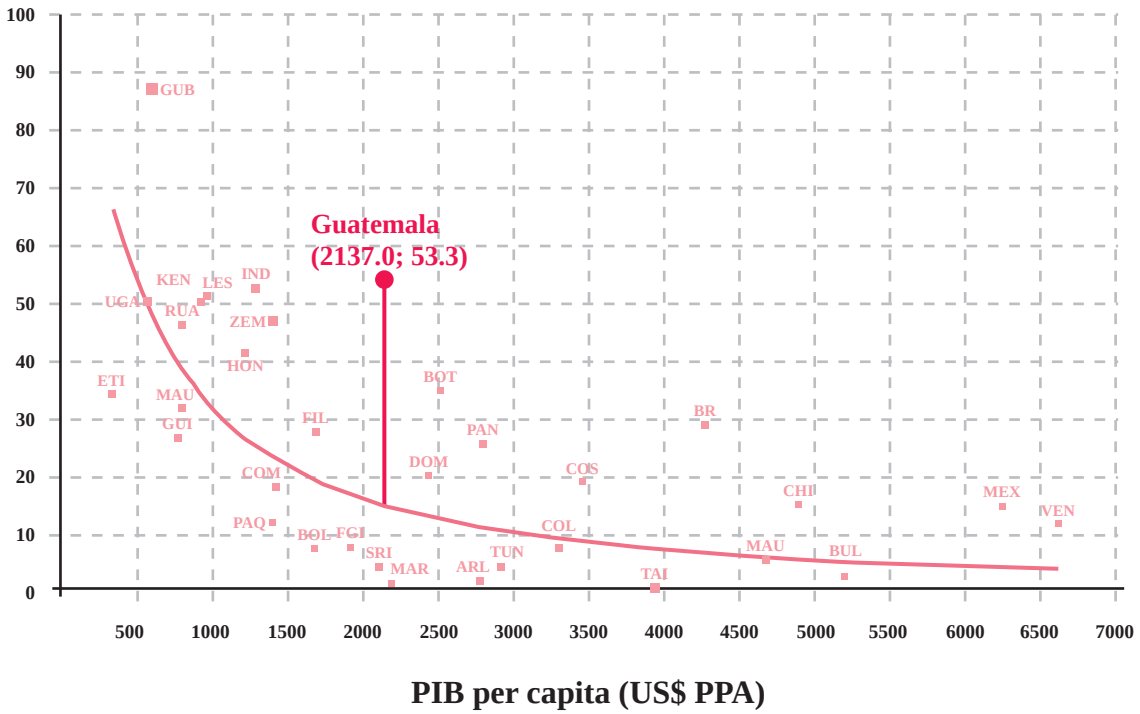


Figura 2. Relación PIB *per cápita* e incidencia de pobreza (%)
Fuente: IARNA-URL; IIA. 2006. Perfil Ambiental de Guatemala 2006: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental

políticas de desarrollo. Es más, es muy probable que su deterioro a niveles irreversibles tenga su causa en este fenómeno.

La riqueza de algunos países desarrollados ha implicado impactos irreversibles en la calidad ambiental, al punto que intentar revertir estos impactos puede causar grandes deseconomías[3] en esos países. Las dificultades en la ratificación del Protocolo de Kyoto responden a esta lógica económica.

En los países de la región, catalogados como países pobres en vías de desarrollo, predominan manifestaciones de deterioro ambiental de tipo reversible, ya que normalmente se producen en los recursos naturales renovables. Ello hace que en nuestros países sea más rentable para el interés global invertir en el desarrollo ambiental, lo que representaría una tremenda oportunidad de financiamiento para el desarrollo local. Por supuesto, falta negociarlo y gestionarlo en esos términos. Este planteamiento se ilustra con la relación teórica entre crecimiento económico y deterioro del capital natural que se presenta en la Figura 3. En ella se observa un crecimiento económico acelerado (línea azul continua) en los países desarrollados, que ha sido acompañado por una degradación ambiental severa (línea azul discontinua), al punto que el deterioro ambiental es irreversible. En los países en vías de desarrollo, como los de la región mesoamericana, el crecimiento económico es menor (línea roja continua) y los procesos económicos han incidido con menor intensidad en la degradación ambiental pues no sobrepasan el umbral de irreversibilidad (línea verde).

Este razonamiento, como decíamos, puede ser la base de estrategias de negociación internacional adoptadas por la región mesoamericana que, además de generar importantes beneficios globales, puede traducirse en inversiones importantes para el desarrollo local.

Esta lógica tiene analogías en el ámbito nacional cuando se distingue entre área rural y urbana. Mejorar el nivel y calidad de vida de los guatemaltecos demanda invertir en el ámbito rural a partir de un reconocimiento y pago desde el urbano por los servicios que las áreas rurales aportan al desarrollo del país. Este acuerdo político implica una campaña de comunicación importante y la inclusión del componente ético sugerido en el concepto de desarrollo sostenible (compromiso de trasladar bienestar de manera intergeneracional).

La relación desarrollo-naturaleza debe abordarse de manera integral en el nivel político con la participación de especialistas que, de manera interdisciplinaria, aporten a la construcción del modelo de desarrollo que los países requieren. En este esfuerzo se debe tomar, como base y sustento de la propuesta, el desarrollo del capital natural, como punto de partida para la generación de riqueza y desarrollo social. Si esto no se logra, los guatemaltecos seguiremos sin rumbo ni dirección y, lamentablemente, en franco deterioro de nuestras principales ventajas, es decir, nuestra gente y nuestro capital natural.

3. EL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica, en tanto elemento primordial del capital natural, es fundamental en la provisión de bienes y servicios ambientales.

En un contexto de desarrollo sostenible, estas funciones son imprescindibles para la viabilidad de la sociedad. La sostenibilidad del desarrollo es factible toda vez que la sociedad interactúe con el capital natural de tal forma que éste conserve la capacidad de generar satisfactores a la sociedad de manera permanente, o los incremente. Esta idea puede ser expresada en términos de los diferentes capitales disponibles en una sociedad determinada.

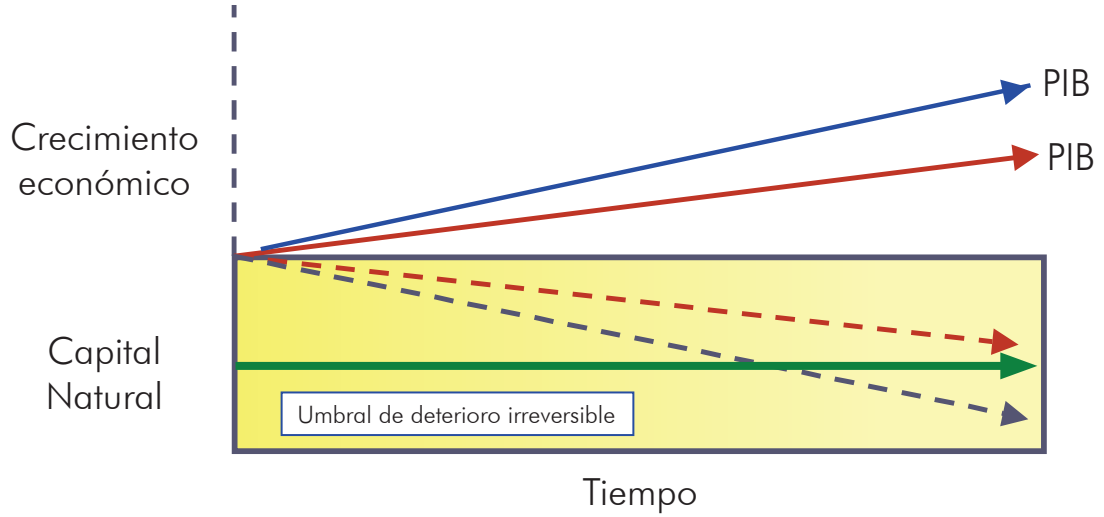


Figura 3. Capital natural y crecimiento económico. Fuente: elaboración propia

Con el propósito de visualizar las relaciones entre el capital natural y los otros capitales en una situación de equilibrio, se ilustran en la Figura 4, de manera simplificada, algunas de las interacciones más relevantes entre capitales y biodiversidad en los niveles genético, de especies y de ecosistemas. El esquema presentado en la Figura 4 relaciona diferentes aspectos de los capitales humano, social, físico y financiero con el de la biodiversidad, como elemento del capital natural, indicando en cada caso cuál es la condición y cuál el efecto producido.

Al considerar la biodiversidad como parte integrante del capital natural, debe practicarse el ejercicio de encontrar los elementos comunes entre la diversidad biológica de un país o región y el concepto económico de capital.

En este aspecto, se resalta una analogía importante entre la biodiversidad y el patrimonio natural en general, con el concepto económico de capital que, expresado en forma simple, se caracteriza por tener la capacidad presente y futura de generar ingresos y satisfacer necesidades humanas. Es decir, un recurso será considerado capital en la medida en que no se limite a satisfacer necesidades humanas inmediatas, sino que tenga el potencial de generar riqueza en el futuro. La inviabilidad de la sociedad comienza en el momento en que sus capitales empiezan a disminuir al punto de alcanzar la irreversibilidad.

La adopción del concepto de capital natural para estimar su aumento o disminución como producto de eventos antropogénicos o naturales y de describir su interacción con otros capitales implica la exploración de métodos y criterios para su cuantificación en términos económicos. Esto enfrenta la dificultad que supone la comprensión de la complejidad propia de los fenómenos naturales y la escasa información primaria disponible sobre recursos naturales, en comparación con la disponibilidad de datos económicos y sociales.

Las vinculaciones entre biodiversidad y sociedad son complejas. Sin embargo, en un afán de arribar a estimaciones acerca de su valor económico, la economía como ciencia ha establecido algunas categorías del valor de los activos y funciones de la diversidad biológica. De tal cuenta, se puede distinguir entre valor de uso directo (artículos de consumo como madera, plantas medicinales, agua, recreación, entre otros), cuyo impacto principal ocurre a nivel local; valores de uso

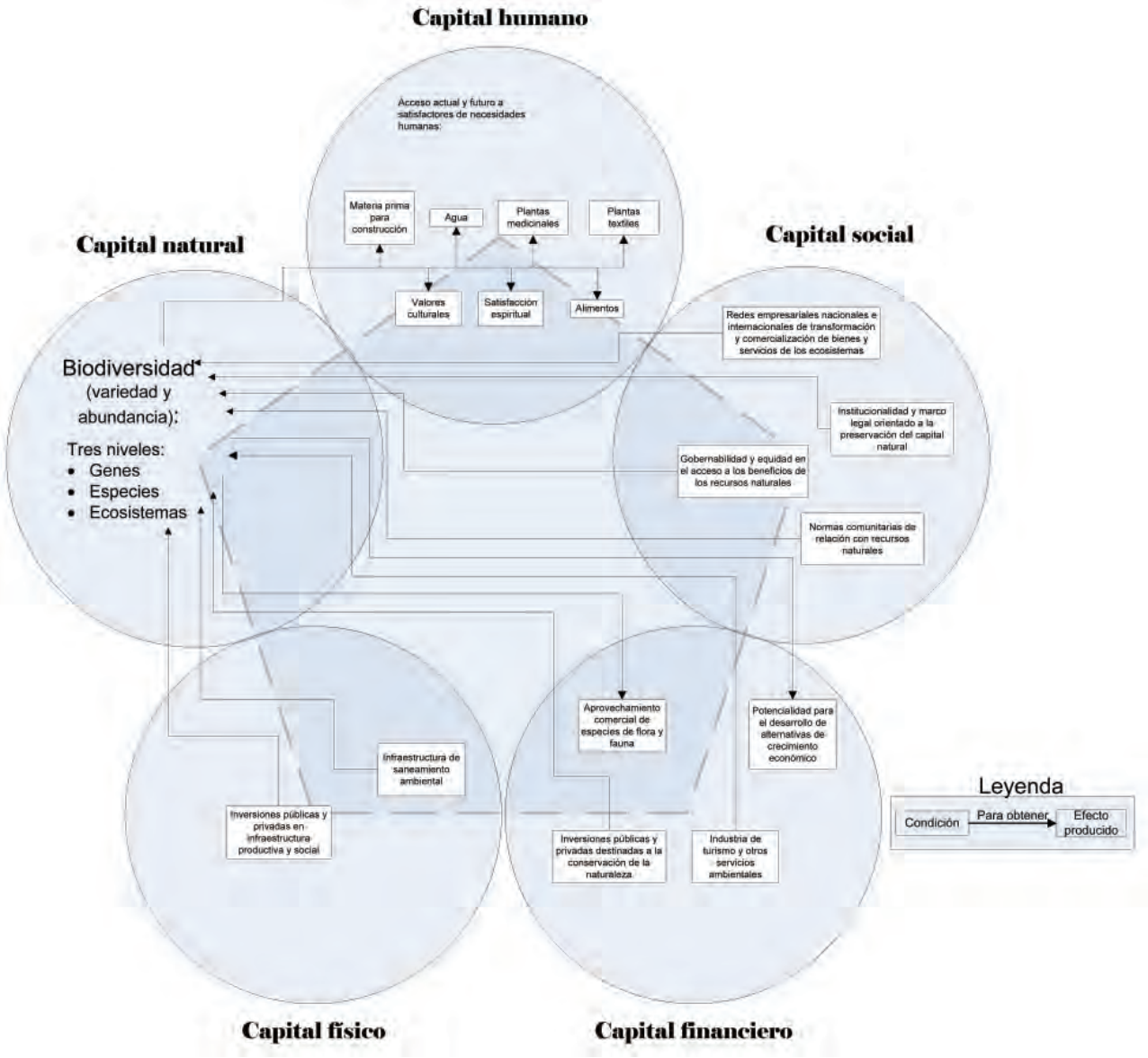


Figura 4. Esquematización de algunas relaciones relevantes entre capital natural y capitales humano, social, físico y financiero. Fuente: elaboración propia

indirecto (servicios ambientales como control de inundaciones, ciclo hidrológico, ciclos biogeoquímicos, entre otros), cuyo impacto se produce tanto a nivel local como nacional; valores de opción o cuasi-opción, que es el valor actual o potencial de la biodiversidad que, si se invierte estratégicamente, podría tener beneficios a nivel local, nacional o internacional-global; y valor de existencia o de "no uso", aquél ligado a aspectos éticos, morales o culturales.

4. DESARROLLO Y EQUILIBRIO DE CAPITALES

Como se puede derivar de argumentos vertidos anteriormente, detrás del concepto de desarrollo sostenible subyace el equilibrio de los distintos capitales. Este equilibrio determina si el crecimiento económico es sostenible. Para ello, es una condición que el capital natural no se degrade en el tiempo, que el capital humano y social presenten un patrón de constante mejoría cualitativa y que las inyecciones de capital físico y financiero que hace la sociedad se orienten al logro de las aspiraciones en los otros capitales. Este equilibrio determina si el crecimiento es ambientalmente compatible. Para ello, el capital natural debe ser valorizado adecuadamente, con lo cual se persigue que el mismo no sea considerado como recurso ilimitado. El equilibrio, finalmente, determina la velocidad del crecimiento económico a largo plazo y el nivel de equidad social que se produce a partir de ese crecimiento. De esta manera, se garantiza el desarrollo y su sostenibilidad.

Una situación de equilibrios no ocurre en forma espontánea. Las razones son varias. En este apartado, el análisis se centrará en las relaciones de mercado[4]. Debido a distorsiones[5] (fallas) en los mercados, se sesga la inversión a favor del capital físico, en detrimento del capital humano y el capital natural. Estas fallas de mercado generan un espacio obligado para la intervención pública a partir de políticas que tiendan a lograr el equilibrio de capitales a partir de inversiones a favor del capital humano y natural.

La principal restricción se encuentra en el mercado crediticio (ahorro-inversión), tanto en el financiamiento de sectores empobrecidos, donde la inversión tendría altos beneficios y retornos sociales, como en el financiamiento del sector ambiental donde los derechos ambiguos de propiedad y las externalidades generan fallas de mercado importantes. Esto hace que la disponibilidad, ya limitada, de financiamiento se asigne hacia la inversión en capital físico y financiero, la que por sus propias características tiene altos retornos financieros a corto plazo. Este modelo de crecimiento, de alguna manera, se estrangula a sí mismo, como se aprecia en la Figura 5.

El resultado de la falta o inadecuada intervención pública para corregir estas distorsiones de mercado resulta en un pobre desarrollo de los capitales humano y natural. Este desequilibrio de capitales se traduce en inequidad social, deterioro ambiental y un crecimiento económico con límites estrechos.

La Figura 5 presenta de manera esquemática un modelo que representa, a nivel general, los mecanismos de intervención de los gobiernos a partir de sus políticas públicas. Este modelo caracteriza el proceso de acumulación de capital físico y financiero y los resultados de dichas medidas de política.

5. HACIA UN NUEVO PARADIGMA

5.1. Desarrollo y naturaleza: buscando el nivel de análisis y de incidencia

Si se analiza la problemática del desarrollo y la biodiversidad se encuentra que, cuando se parte de una visión científica, cada una de las disciplinas y visiones abordan el tema en forma separada sin analizar las interacciones existentes entre desarrollo y biodiversidad.

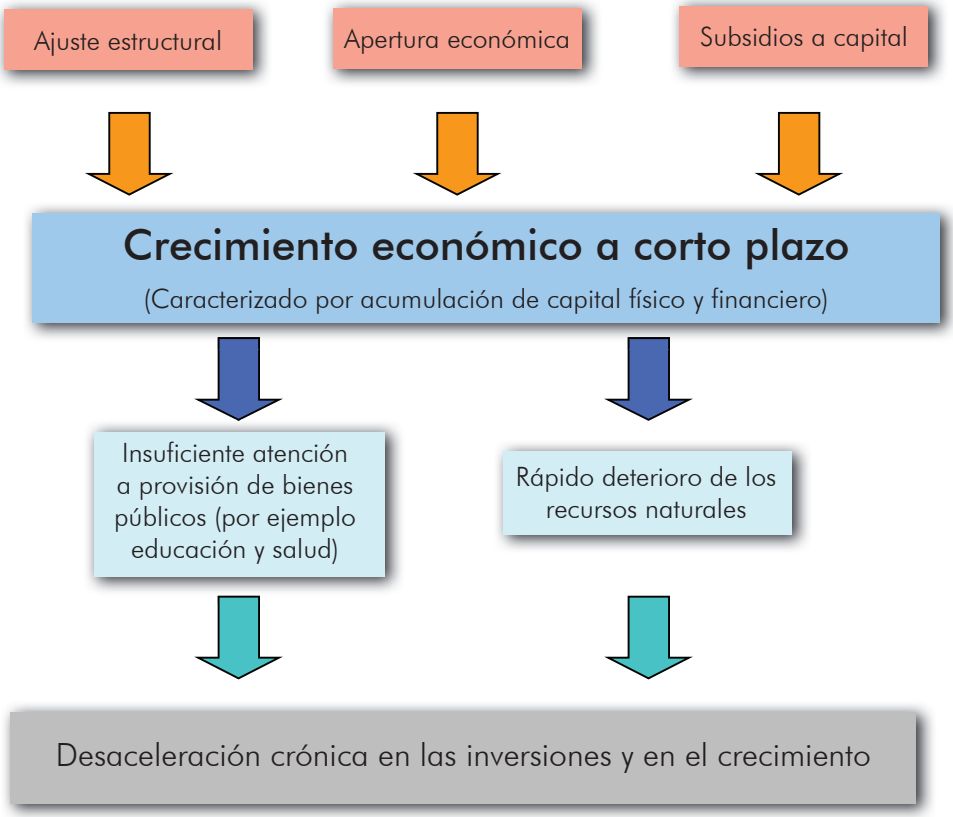


Figura 5. Mecanismos de intervención de los gobiernos a partir de sus políticas públicas
Fuente: Perfil Ambiental de Guatemala 2006. IARNA-URL; IIA. (2006)

Así, por ejemplo, en la visión economicista tiene cabida el crecimiento económico y, a lo sumo, la distribución. También existe la visión de conservación de la naturaleza en la que se estudia a las especies, sus relaciones y las relaciones con su hábitat.

En el plano técnico, la visión desarrollista se refiere a la sociedad y sus actividades económicas (por ejemplo, la agricultura, la silvicultura, la ganadería, entre otras); mientras que en la visión de los técnicos en recursos naturales se hace referencia al uso y manejo de los recursos. A pesar de que las distancias se acortan en este plano técnico, todavía no existe relación directa entre desarrollo y biodiversidad desde la perspectiva de las especialidades.

En la práctica, la relación entre desarrollo y naturaleza se aborda únicamente en el ámbito político y de las políticas públicas. La población rural, en su mayoría pobre, vive en áreas de baja productividad agrícola, y los recursos de los ecosistemas constituyen la mayor parte de sus medios de vida. De los ecosistemas obtienen insumos que coadyuvan a su salud y nutrición, y al desarrollo de actividades productivas agrícolas, ganaderas y forestales. Sin embargo, en virtud de las estructuras sociales, las poblaciones rurales deben subordinarse a intereses exógenos de grupos más poderosos. Ello tiene como consecuencia que los beneficios derivados de la biodiversidad se vean reducidos, a la vez que se incrementan sus costos al contribuir a iniciativas de desarrollo que los benefician sólo marginalmente.

Esta realidad, así expresada, es la que hace que el enfoque de medios de vida sólo tenga algunos impactos en el nivel local y sus límí-

tes no vayan más allá de la implementación del enfoque en proyectos muy localizados.

Como se puede observar, la relación entre desarrollo y naturaleza ocurre solamente en el campo político, donde normalmente los técnicos en disciplinas específicas (desarrollistas, técnicos en recursos naturales) no tienen ninguna injerencia directa.

Sin embargo, los desarrollistas brindan más asesoría (en aspectos económicos y sociales) y por lo tanto inciden más en quienes toman decisiones que los técnicos en recursos naturales y en biodiversidad, pues sus espacios de participación en este nivel son menos limitados.

Lo anterior pone en evidencia que la relación desarrollo-naturaleza, lejos de ser un problema técnico-científico, es un problema político donde las relaciones de poder que giran alrededor de la conservación y uso de la naturaleza por parte de los sistemas social y económico están presentes. Por ello, el nivel de análisis e incidencia para el tema desarrollo-biodiversidad debe estudiarse en este contexto.

Estudiar estas interacciones trasciende la caracterización de la situación actual en el sentido de identificar los aportes de la naturaleza a los medios de subsistencia de las poblaciones pobres del área rural. Tal es el caso de la caza, la pesca, la energía, entre otros, que solamente son actividades de subsistencia, no de verdadero desarrollo. Sin embargo, éste ha sido usualmente el enfoque convencional de los estudios sobre desarrollo y naturaleza.

La idea, entonces, es ir más allá, en el sentido de identificar, a partir de las relaciones actuales, las oportunidades estratégicas de desarrollo que plantea la conservación y uso de la biodiversidad para países como Guatemala.

5.2. La biodiversidad como factor estratégico para el desarrollo

Para entender las bases del desarrollo, primero hay que entender dónde están las bases de la pobreza y su dinámica en relación con la biodiversidad. La pobreza y la pobreza extrema en el área rural constituyen un obstáculo para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, ya que bajo esta situación la subsistencia, basada en la explotación de los recursos naturales, prevalece sobre cualquier otro uso no destructivo de los mismos.

La pobreza se manifiesta en la transformación de ecosistemas naturales en campos de cultivos de subsistencia sin tener en cuenta su capacidad de uso, lo que conlleva la sobreexplotación, erosión y degradación de los recursos naturales, la pérdida de la biodiversidad, los desequilibrios ecológicos, entre otras manifestaciones de deterioro. Este proceso potencia la vulnerabilidad, cerrando de esta manera el círculo vicioso de pobreza y degradación de los recursos naturales y condiciones ambientales. La Figura 6 ilustra este fenómeno.

En Guatemala, cerca del 53% de la población es pobre. De esa cantidad, cerca del 50% sobrevive en extrema pobreza, lo que significa que cerca de 6.5 millones de guatemaltecos son pobres, y alrededor de 3 millones se encuentran en estado de extrema pobreza. Por otro lado, la pobreza se manifiesta más en el área rural, pues el 39% de la población rural vive en extrema pobreza; la situación más crítica se experimenta en las comunidades indígenas. En los cerca de 100 municipios declarados como los más pobres del país se ubican 30 de los 41 ecosistemas naturales más importantes, es decir, aquéllos que cuentan con una rica biodiversidad.

Como se ha sugerido, el nivel de análisis e incidencia de desarrollo y naturaleza se en-

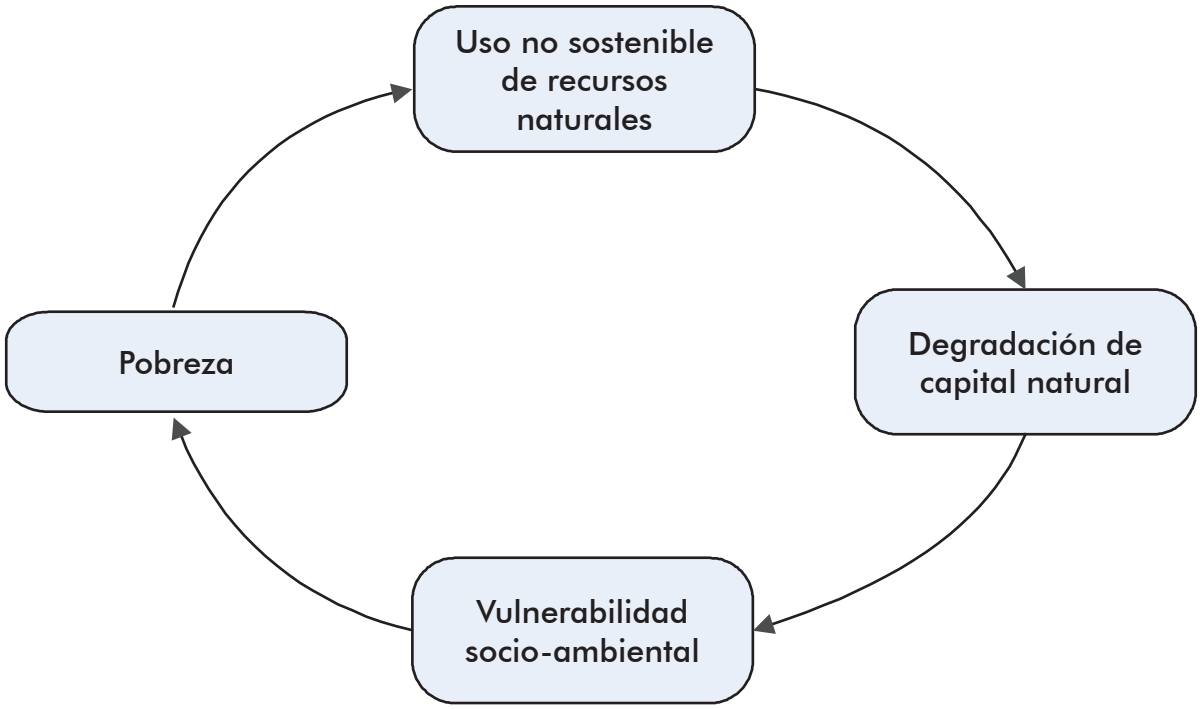


Figura 6. Círculo vicioso de degradación ambiental y pobreza. Fuente: elaboración propia

cuentran en el plano político. Por ello es en este nivel donde deben caracterizarse los problemas y encontrarse las rutas para su solución.

En el plano político se distinguen diferentes categorías que corresponden al alcance o jurisdicción que las decisiones políticas tienen. En el Cuadro 1 se presentan tres categorías territoriales distintas y se indican los problemas más importantes para el logro de esquemas que integren adecuadamente la biodiversidad y la pobreza.

A nivel público, es claro que la definición de políticas, tanto en el tema del desarrollo como en de los recursos naturales, mantiene agendas separadas. Los Estados no definen la totalidad de la problemática del desarrollo (fundamentalmente del desarrollo rural), donde los principales problemas acontecen. En el plano operativo, esto se puede observar en la debilidad e inestabilidad institucional ambiental y de recursos naturales, y en el pobre nivel de descentralización, lo que se manifiesta en la poca o nula presencia institucional en el ámbito local. También se puede observar que los presupuestos de inversión, tanto en el tema de pobreza-desarrollo como en el tema ambiental, no son suficientes y en muchos casos provienen de las agencias internacionales de cooperación, lo que dificulta su integración a las políticas nacionales de desarrollo y no le da continuidad al esfuerzo.

En el ámbito de las relaciones público-privadas, el tema se centra en la normatividad interna y de incentivos para el desarrollo, que por un lado minimicen los riesgos para el país en el campo de la vulnerabilidad ambiental y por el otro garanticen un desarrollo económico y social con equidad. Ningún acuerdo político importante puede ocurrir sin que estas relaciones se plasmen en el plano operativo. Los mecanismos son claros y se aplican con distintos niveles de desempeño. Tanto con las organizaciones no gubernamentales

Cuadro 1. Categorías territoriales y abordaje de la pobreza

Categoría	Problemática
Nacional	• Débil institucionalidad • Agenda de temas de desarrollo desvinculada del tema de la gestión de biodiversidad
Cuenca hidrográfica	• La regionalización político-administrativa del país no obedece a características naturales.
Local o municipal	• Debilidades en proceso de descentralización de la gestión ambiental

Fuente: elaboración propia

como con el sector privado, existen mecanismos de co-administración, concesiones, relaciones público-privadas, entre otros, que podrían ser parte de los mecanismos de implementación de políticas de desarrollo que integren de manera conjunta las variables de desarrollo y naturaleza. En este sentido, hay que llamar la atención en el proceso de co-administración de áreas protegidas entre organizaciones no gubernamentales y el gobierno central y algunas municipalidades en el seno del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), porque el modelo parece tener un tremendo potencial para adelantar acuerdos políticos importantes en materia de conservación, uso de la biodiversidad y desarrollo comunitario, dentro y en la periferia de las áreas protegidas. Los grandes temas que surgen en el campo de las relaciones público-privadas son el ecoturismo, el manejo forestal, la regulación hídrica, el manejo de desastres naturales, la agricultura orgánica y sostenible, el desarrollo de servicios ambientales, entre otros.

5.3. Financiamiento de la biodiversidad

En las últimas décadas, diversos sectores de la sociedad han adquirido conciencia de las profundas implicaciones económicas y de bienestar social que tiene el estado de la biodiversidad para los grupos humanos. De alguna manera se reconoce el valor estratégico de la misma para lograr el desarrollo. La biodiversidad alimenta la economía de muchas maneras: al proveer bienes comercializables en los mercados (madera, productos no maderables, ornamentales, alimentos, etc.), ofrecer servicios esenciales para la actividad económica (regulación del ciclo hidrológico, turismo, reducción de desastres, entre otros), ser fuente de plantas cultivadas importantes por su valor alimenticio, medicinal, ornamental, etc. Pero por sobre todo es el sustento de la actividad humana en lo económico y social.

Por lo tanto, al considerar el estado de la biodiversidad como un elemento condicionante del buen desempeño económico y del bienestar social, resulta evidente que las inversiones dirigidas a su conservación sean una prioridad. La magnitud de estas inversiones debe guardar relación con el grado de diversidad biológica presente en el país, y su canalización debe hacerse en seguimiento a estrategias nacionales de conservación, siempre que éstas se vinculen, como ya se mencionó, con el modelo de desarrollo que

el país implemente; de lo contrario quedarán aisladas como normalmente ocurre.

5.3.1. La cooperación externa

De acuerdo con un estudio sobre financiamiento a la biodiversidad en América Latina realizado por Castro *et al.* (2000), Guatemala ocupa el quinto lugar en la región como destino de fondos de inversión en proyectos de biodiversidad financiados por fuentes externas. De acuerdo con esta fuente, y excluyendo las iniciativas de canje de deuda por naturaleza, durante el período comprendido entre 1990 y 1997, la región centroamericana recibió un 20.9% del financiamiento; Guatemala recibió el 4.39% (127,307.76 miles de dólares americanos) de los fondos de cooperación destinados a Latinoamérica, siendo Honduras el país que más fondos recibió durante el período mencionado (5%), seguido por Guatemala (4.39%) y Costa Rica (3.81%). Si se relaciona el financiamiento a la biodiversidad con la extensión territorial de los países, es posible concluir que los países centroamericanos registran los valores más altos de inversión (en dólares americanos/ km^2) en comparación con otras regiones latinoamericanas.

Lo anterior hace evidente que los países desarrollados han reconocido la importancia estratégica de la biodiversidad y el impacto de su conservación y manejo en el nivel global. Sólo en el caso de Guatemala, por ejemplo, los presupuestos destinados a conservación y manejo sostenible de los recursos provenientes de la cooperación sobrepasan, desde hace varios años, el 50% de los presupuestos totales destinados a dichas actividades.

5.3.2. Presupuestos estatales y fondos ambientales

Los recursos financieros destinados a biodiversidad por parte del Estado son, de acuerdo con diversos actores del sector ambiental, insuficientes. Villagrán (2005) elaboró una síntesis de los aportes del Estado al Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) como la principal estrategia de conservación de la biodiversidad en el país. De acuerdo con los datos citados por Villagrán, el Estado guatemalteco invierte entre 0.4 y 0.5% del presupuesto nacional en las áreas protegidas, cuya superficie equivale al 32% del territorio nacional. Estas cifras contrastan con las de Costa Rica, el país que más invierte en áreas protegidas en la región, donde el Estado destina entre 2% y 4% de su presupuesto nacional a las áreas protegidas, cuya superficie equivale al 25% del territorio nacional.

La falta de financiamiento público para las actividades de conservación y manejo de la biodiversidad guatemalteca pone en riesgo la viabilidad del país en el mediano plazo. Ello en definitiva le resta competitividad a la región e incrementa su vulnerabilidad a los desastres naturales. A pesar de que esto es evidente, y algunos casos planteados en el presente informe así lo muestran, aún las decisiones de asignación presupuestaria no son coincidentes con esta realidad. Enormes esfuerzos de incidencia presupuestaria deberán realizarse.

Adicionalmente, es importante enfatizar en la existencia de espacios relacionados con los mecanismos de mercado que son poco aprovechados por las instituciones ambientales encargadas de la gestión de la biodiversidad. Estos mecanismos incluyen las tarifas de ingreso a las áreas protegidas (por ecoturismo, turismo cultural, observadores de aves, turismo de aventura, investigación, entre otros), tarifas de concesiones de bienes y servicios que prestan las áreas de conservación, licencias y permisos especiales e impuestos de uso. En el plano internacional se destaca el canje de deuda por naturaleza y la venta de certificados de carbono en mercados paralelos al Protocolo de Kyoto. En el primer caso la región ha concretado, en los últimos

años, un canje de deuda por naturaleza por un monto de 79.5 millones de dólares.

Los fondos ambientales son también una fuente de financiamiento para iniciativas de conservación cuya participación ha mostrado crecimiento en los últimos años. Además de su papel como fuentes de financiamiento, los fondos ambientales han sido actores clave para delinear estrategias nacionales de conservación. Así mismo, aportan experticia técnica interrelacionándose con agencias públicas y privadas en el desarrollo de procesos administrativos ágiles y efectivos. Al mismo tiempo, constituyen un apoyo importante a organizaciones emergentes que desean incursionar en la implementación de acciones de conservación. En términos generales, se puede indicar que no son parte de las estrategias nacionales de desarrollo, hecho que limita a los fondos en su capitalización y su impacto sobre las políticas de desarrollo nacional. Grandes esfuerzos son necesarios en esta línea.

5.3.3 Incentivos a la conservación

Actualmente las inversiones del sector privado en conservación son prácticamente inexistentes. Esto evidencia que los incentivos actuales no son suficientes, por lo que este tema deberá ser revisado y analizado a la luz del carácter estratégico que la conservación reviste para el modelo de desarrollo.

Los incentivos están llamados a incidir en el comportamiento de las personas en una dirección que favorezca la conservación de la biodiversidad, pues este propósito debe competir con el atractivo que representa destinar extensiones de tierra a usos más intensivos y rentables.

Es decir, los incentivos a la conservación de la biodiversidad compiten con alternativas económicamente más atractivas que el mercado ofrece y que, en algunos casos, constituyen amenazas a la biodiversidad. Por ejemplo, la alta rentabilidad de los usos intensivos de la tierra junto con incentivos para emprender estas actividades (como oferta crediticia en el mercado financiero, aranceles favorables, mercados agrícolas protegidos, entre otros).

Cualquier alternativa que pretenda persuadir a las personas para emprender actividades de conservación debe pasar por una valoración monetaria de los bienes y servicios que pueden obtenerse, de tal manera que la apreciación de estos bienes y servicios corresponda con su importancia estratégica en el desarrollo. En este contexto, cobra relevancia la implementación de un sistema de contabilidad ambiental que incida en políticas presupuestarias nacionales, y la valoración económica y el pago de servicios ambientales prestados por ecosistemas estratégicos, de tal forma que surjan relaciones justas y armoniosas entre demandantes y oferentes de servicios ambientales (Recuadro 2).

Las inversiones en prospección biológica, aparte de contribuir al desarrollo de productos de interés económico a partir de la biodiversidad, pueden incentivar a inversionistas nacionales o internacionales a dirigir recursos financieros hacia la protección de ecosistemas que son hábitat de especies de valor agrícola, medicinal y alimenticio, entre otros.

5.3.4. Otras fuentes de financiamiento y negociación

Anteriormente se mencionó que al existir deseconomías en los países industrializados al momento de invertir en actividades de conservación, se hacía accesible esta vía de negociación para lograr inversiones ambientales en los países no industrializados. La razón, como se mencionó, radica en el hecho de que las manifestaciones de deterioro ambiental en países como Guatemala son en la mayoría de los casos de carácter reversi-

ble, en tanto que en algunas partes del mundo este deterioro ha adquirido dimensiones irreversibles. Lo anterior hace que la relación beneficio-costo en las inversiones ambientales presente una mayor eficiencia en países no industrializados.

Recuadro 2: El Fondo del Agua: un ejemplo de mecanismo de pago por servicios ambientales

El Fondo del Agua nace como una estrategia técnica y financiera de la Fundación Defensores de la Naturaleza para conservar, a largo plazo, la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas y preservar así el abastecimiento permanente de agua dulce, para los usuarios del complejo Motagua-Polochic, por medio de la conservación y manejo sostenible de sus cuencas. Si bien el proyecto surge como un sistema de compensación por servicios ambientales (PSA), en él se contemplan diferentes servicios financieros que buscan aportar sostenibilidad y beneficios a corto, mediano y largo plazo; también busca fortalecer la capacidad de los usuarios del recurso hídrico para que sus prácticas de uso y manejo del agua sean eficientes y sostenibles.

Tomado de: http://www.eco-index.org / search/resultss.cfm?projectID=374

Esto plantea una nueva vía de negociación, que seguramente necesitaría un planteamiento nacional integral y seguramente regional para su presentación a instancias multilaterales, como la Comisión de Desarrollo Sostenible de la Organización de Naciones Unidas y las secretarías de los distintos convenios y tratados que la conforman. He allí un reto para las instancias regionales durante los próximos años, como la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) de la Secretaría de Integración Centroamericana.

Como parte de la política interna del país, es también necesario contar con herramientas de negociación que permitan que más fondos públicos se destinen a la gestión ambiental y que las políticas públicas se orienten a la conservación y uso sostenible del capital natural. En este sentido, se elabora en Guatemala la primera versión de cuentas ambientales, en un esfuerzo conjunto de instituciones públicas y privadas ligadas a la gestión ambiental y a la economía del país[6].

La elaboración de cuentas ambientales en el país es uno de los desafíos propuestos en la Agenda 21. Su marco conceptual y metodológico fue propuesto por Naciones Unidas en 2003, en el llamado Sistema de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas (SCAEI). El SCAEI está directamente vinculado con las cuentas nacionales del país pues comparte clasificaciones y definiciones utilizadas en la contabilidad nacional y, por lo tanto, proporciona una descripción detallada de la relación economía-ambiente, que permite evidenciar los impactos de la economía en el ambiente y la contribución de éste a la economía. El SCAEI constituye una plataforma de análisis y una herramienta de negociación política que permite:

a. Valorar el capital natural y conocer su aporte real a la economía nacional.

b. Identificar y analizar modalidades, patrones de uso, intensidad y actores principales en el uso de capital natural.

c. Identificar el nivel de inversión pública y privada en el mejoramiento del capital natural.

d. Analizar el nivel de sostenibilidad en el uso del capital natural y el sistema económico.

e. Proveer las bases para el diseño y mejoramiento de las políticas económicas y ambientales integradas.

6. TEMAS CLAVE ACERCA DEL VALOR ESTRATÉGICO DE LA NATURALEZA EN EL DESARROLLO

Para comprender la importancia de la biodiversidad en el desarrollo, es importante identificar los vínculos que ésta tiene con otros elementos del capital natural y con los otros capitales que se derivan del concepto de desarrollo sostenible.

De entre los múltiples roles que la biodiversidad juega en el desarrollo sostenible, se pueden destacar algunos que, por su importancia estratégica, requieren un abordaje especial. En las siguientes secciones se discuten algunas de las interacciones más importantes que, en virtud del contexto social, económico y ambiental actual de la sociedad guatemalteca, tienen importancia en la consecución del desarrollo sostenible.

6.1. Biodiversidad nacional y seguridad alimentaria

Los ecosistemas mesoamericanos albergan una gran diversidad de especies comestibles de flora y fauna con alto valor nutricional. Varias de estas especies han experimentado un proceso de domesticación y forman parte ya de la agrobiodiversidad de la región y de otras partes del mundo.

Además de las especies que actualmente constituyen una fuente de alimento para la población guatemalteca, es importante hacer mención de la existencia de otras especies que, por encontrarse filogenéticamente emparentadas con las especies cultivadas, constituyen un recurso importante en el manejo agronómico para obtener plantas más resistentes a plagas, enfermedades y otras condiciones adversas. El Cuadro 2 muestra una lista con algunas de las plantas nativas de Guatemala que son cultivadas como fuente de alimento y sus parientes silvestres.

La biodiversidad nativa utilizada como fuente de alimento incluye también un número importante de especies vegetales silvestres y/o con escaso desarrollo agronómico, además de abundantes especies de fauna terrestre y recursos hidrobiológicos.

Además de que la biodiversidad de una región constituye una fuente directa de especies de flora y fauna con valor nutricional, las interacciones que existen entre la biodiversidad y los agroecosistemas son un factor trascendental en el éxito de la actividad humana de producción de alimentos.

Dentro de los beneficios más importantes que los agroecosistemas obtienen de la biodiversidad local se pueden mencionar la polinización de especies cultivadas, en donde puede haber interdependencias muy específicas entre especies de plantas e insectos, por ejemplo; la existencia de enemigos naturales de potenciales plagas a los cultivos; la contribución en el equilibrio de los ecosistemas que implica regulación hídrica, conservación de fertilidad de suelos, entre otros.

De acuerdo con la legislación guatemalteca, la seguridad alimentaria y nutricional es el derecho de toda persona a tener acceso físico, económico y social, oportuno y permanentemente, a una alimentación adecuada, con pertinencia cultural, preferiblemente de origen nacional, así como a su adecuado aprovechamiento biológico, para mantener una vida saludable y activa.

Este concepto encierra, además de los aspectos de calidad y cantidad en la provisión de alimentos, el carácter sostenible que debe tener el acceso a los alimentos, así como la pertinencia cultural. En cada uno de estos aspectos se pueden encontrar claros enlaces

Cuadro 2. Plantas nativas de Guatemala que son cultivadas como fuente de alimento y sus parientes silvestres

Nombre común	Nombre científico	Parientes silvestres
Maíz	*Zea mays*	*Z. mays huehuetenanguensis, Z. luxurians*
Frijol común	*Phaseolus vulgaris*	*P. vulgaris, P. coccineus, P. dumosus*
Piloy	*Phaseolus coccineus*	*P. vulgaris, P. coccineus, P. dumosus*
Piloy	*Phaseolus dumosus*	*P. vulgaris, P. coccineus, P. dumosus*
Frijol lima	*Phaseolus lunatus*	*P. lunatus*
Yuca	*Manihot esculenta*	*M. aesculifolia, M. rhomboidea*
Chile	*Capsicum annuum, C. frutescens*	*C. annuum var. glabriusculum, C. frutescens, C. ciliatum, C. lanceolatum, C. rhomboideum*
Camote	*Ipomoea batatas*	*I. batatoides, I. tiliacea, I. trifida, I. triloba*
Papa	*Solanum tuberosum*	*S. agrominifolium, S. bulbocastanum, S. clarum, S.demissum, S.morelliforme*
Aguacate	*Persea americana*	*P. nubigena, P. vesticulata, P. tolimanensis, P. steyermarkii, P. sessilis, P. standleyi, P. rigens*
Zapote	*Pouteria sapota*	*P. durlandii, P. reticulata, P. amygdalina*
Papaya	*Carica papaya*	*C. cauliflora, C. papaya*
Anona	*Annona cherimola, A. squamosa, A. reticulata*	*A. cherimola, A. diversifolia, A. glabra, A. lutescens, A. primigenia, A. purpurea, A. reticulata, A. scleroderma, A. volubilis, A. squamosa*
Ayote	*Cucurbita moschata*	*C. lundelliana, C. argyrosperma var. sororia*
Pepitoria	*Cucurbita argyrosperma*	*C. lundelliana, C. argyrosperma var. sororia*
Algodón	*Gossypium hirsutum*	*G. hirsutum, G. barbadense*
Tomate	*Lycopersicon esculentum*	*L. esculentum var. ceraciforme*
Bledo	*Amaranthus cruentus*	*A. viridis, A. polygonoides, A. scariosus, A. hybridus, A. powellii, A. dubius*
Tabaco	*Nicotiana tabacum*	*N. tabacum, N. plumbaginifolia, N. glauca*
Güisquil	*Sechium edule*	*S. compositum*

Fuente: CONAP (2004)

con el entorno natural como elemento condicionante de un estado de seguridad alimentaria.

En un estudio realizado por Azurdia *et al.* (1985, citado por CONAP, 2004), muestra que la población guatemalteca tiene la posibilidad de utilizar numerosas especies nativas con el fin de conseguir una alimentación mejor y más equilibrada: 56 especies pueden aprovecharse como fuente de proteína, 15 como fuente de carbohidratos, 37 como fuente de minerales y vitaminas, y 13 como fuente de grasas.

En este sentido, USDA *et al*. (2004, citado por CONAP, 2004) mencionan que Guatemala posee por lo menos 28 géneros y 110 especies que conforman los parientes silvestres de plantas cultivadas nativas de Guatemala, como frijoles, maíz, chicozapote y güisquil, entre otros. Por lo tanto, se debe hacer uso de esta riqueza para sustentar la seguridad alimentaria y beneficiar a nuestra sociedad.

A pesar de los aportes directos e indirectos a la seguridad alimentaria y nutricional que se atribuyen a la biodiversidad, existe en ello una aparente contradicción porque es común encontrar problemas nutricionales y de acceso a alimentos en grupos humanos que viven cerca de ambientes naturales con alta diversidad biológica. Muchas comunidades rurales de Guatemala pueden mencionarse para ejemplificar este fenómeno y, además de la existencia de casos en que la situación de acceso a alimentos se ha vuelto crítica, se puede afirmar en términos generales que el país enfrenta problemas alimenticios y nutricionales serios.

Indicadores de esta problemática pueden encontrarse en parámetros como retardo en el crecimiento físico, desarrollo mental deficiente, baja productividad y altos índices de mortalidad y morbilidad. Todo ello incide grandemente en los problemas nacionales de desarrollo.

Las causas de esta problemática son múltiples y tocan las políticas (o la falta de ellas) económicas, educativas, agrícolas y ambientales que inciden en que la disponibilidad de alimentos sea insuficiente e inestable, que la capacidad adquisitiva de la población sea baja, que la población no reciba suficiente y adecuada educación u orientación alimentaria y que las condiciones sanitarias sean insuficientes.

Para los recursos naturales, en particular, se pueden señalar algunas amenazas que tienen repercusiones directas en la seguridad alimentaria y nutricional de la población. Dentro de ellas destaca la llamada erosión genética, que se refiere a la pérdida de la diversidad genética de los ecosistemas como consecuencia de degradación y reducción de los ecosistemas naturales y de la introducción de cultivos transgénicos en la práctica agrícola nacional.

Así mismo, el conjunto de elementos necesarios para lograr el desarrollo agrícola, especialmente en el grupo de pequeños productores, es un factor que amenaza la diversidad biológica del país y la seguridad alimentaria de sus habitantes. Dentro de las carencias más importantes se pueden mencionar la falta de políticas y acciones robustas orientadas a la investigación y desarrollo en materia agrícola; además, la provisión de una gama completa de servicios agrícolas que hagan más eficiente esa actividad de tal manera que se puedan obtener más productos y se reduzca la tasa de conversión de bosques naturales, reservorios importantes de diversidad biológica, en tierras dedicadas a cultivos intensivos.

6.2. Gestión de naturaleza y reducción de riesgo

Guatemala se ubica en una zona de incidencia de eventos climatológicos, sísmicos, volcánicos y pluviales extremos que, en repetidas ocasiones, han desencadenado verdaderas catástrofes que afectan los diferentes capitales que abonan la construcción del desarrollo sostenible.

La magnitud y el impacto de los desastres ocurridos en Guatemala, que si bien han sido detonados por fenómenos naturales cuya frecuencia y magnitud no son determinados por la acción humana, han tenido como causa primaria un estado de vulnerabilidad socioambiental que se origina de modelos de sociedad no sostenibles.

Tal como lo expresa Wilches-Chaux (1993, citado por BID; 1999) *no cabe duda de que las fuerzas naturales desempeñan una función importante en el inicio de varios desastres. Sin embargo, ya no es el caso que deban ser consideradas la principal causa de tales desastres. Parecen existir tres causas fundamentales que dominan los procesos de desastres en el mundo en vías de desarrollo que es, precisamente, donde tienen la mayor incidencia, a saber,*

1. *La vulnerabilidad humana causada por la pobreza y la desigualdad.*

2. *La degradación ambiental causada por el abuso de la tierra.*

3. *La rápida expansión demográfica, especialmente entre la gente pobre.*

En toda Centroamérica, región con gran incidencia de amenazas naturales, es posible observar como denominador común que las zonas de concentración de pobreza coinciden con las zonas de degradación ambiental y con los sitios que experimentan los impactos más severos de los fenómenos naturales extremos.

Una evidencia de lo anterior se puede obtener del reporte de los efectos del huracán Mitch (1998) preparado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (ECLAC, 1999), donde se refiere que el huracán no provocó daños significativos en áreas protegidas, con excepción de áreas inundadas en la zona de amortiguamiento de la Sierra de las Minas y el Complejo I, en la zona de amortiguamiento al sur de Petén.

La tarea de reducción o eliminación de la vulnerabilidad socioambiental de poblaciones en situación de riesgo atraviesa por todas las esferas del desarrollo sostenible. Es decir, no puede fundamentarse únicamente en la atención de uno o dos aspectos o capitales. El abordaje debe ser integral.

La pertinencia de orientar políticas, acciones y recursos a la reducción de la vulnerabilidad socioambiental de la población guatemalteca queda mejor ilustrada a la luz de estimaciones de las perdidas causadas por eventos naturales recientes que afectaron negativamente la economía y la vida de los guatemaltecos: el huracán Mitch, en 1998, y la tormenta Stan, en 2005.

De acuerdo con estimaciones hechas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y El Caribe (ECLAC, 1999), para los efectos del huracán Mitch, y la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), para el caso de la tormenta Stan (CEPAL, SEGEPLAN & PNUD, 2005), las pérdidas totales de ambos eventos pueden valorarse en 748 millones de dólares y 988.3 millones de dólares, respectivamente.

El monto estimado para las pérdidas ocasionadas por la tormenta Stan equivale al 3.4% del PIB para el año 2004. A nivel sectorial, el efecto principal se tuvo en infraestructura (agua y saneamiento, electricidad, transporte) con 45%, sectores productivos (agropecuario, industria, comercio, turismo) con 27%, y sectores sociales (vivienda, educación, salud) con 15%.

Los impactos ambientales derivados de situaciones de desastre pueden evaluarse en función de la reducción en la disponibilidad de bienes y servicios que los ecosistemas pueden proveer a la sociedad. En este sentido habría que evaluar, por ejemplo, el impacto que provoca el azolvamiento del cauce de los ríos después de un deslave, en cuanto a la disminución de su potencial para proveer agua para riego o consumo humano, albergar especies acuáticas importantes para la nutrición, prestar servicios de recreación o deporte, etc. De esa forma, se pueden plan-

tear varios ejemplos más, como la pérdida de tierra para cultivos agrícolas, la migración de especies valiosas de su hábitat natural, entre otros.

Para relacionar la ocurrencia de desastres con el manejo de los recursos naturales, considérese los mapas que se presentan en la Figura 7. El mapa A presenta las áreas afectadas por la tormenta Stan, indicando el tipo de afección sufrida. El mapa B muestra las tierras cuyo uso es más intensivo del que los ecosistemas son capaces de soportar en forma sostenible; es decir, son áreas cuyo régimen de uso provoca degradación constante. Tal como lo reflejan los mapas de la Figura 7, existe coincidencia entre las áreas en las que ocurrieron deslaves y derrumbes con aquellas áreas en las cuales el uso de la tierra ocurre a una intensidad que rebasa la capacidad de uso de la tierra. Los deslaves resultaron en una reducción de la capacidad de conducción de agua de los cauces naturales de los ríos, lo cual, aunado a intensas precipitaciones, provocó inundaciones en la región costera del país. Las pérdidas económicas que se han mencionado en párrafos anteriores ocurrieron tanto en la zona de deslaves como en la zona de inundación.

A la luz de lo anterior, resulta evidente que los esfuerzos de la sociedad para conservar el equilibrio en los ecosistemas tiene altos rendimientos en cuanto al resguardo que brindan a vidas humanas y a los diferentes capitales asociados al concepto de desarrollo sostenible.

6.3. El turismo y los ecosistemas

Diferentes estudios señalan que una estrategia para aprovechar las ventajas competitivas

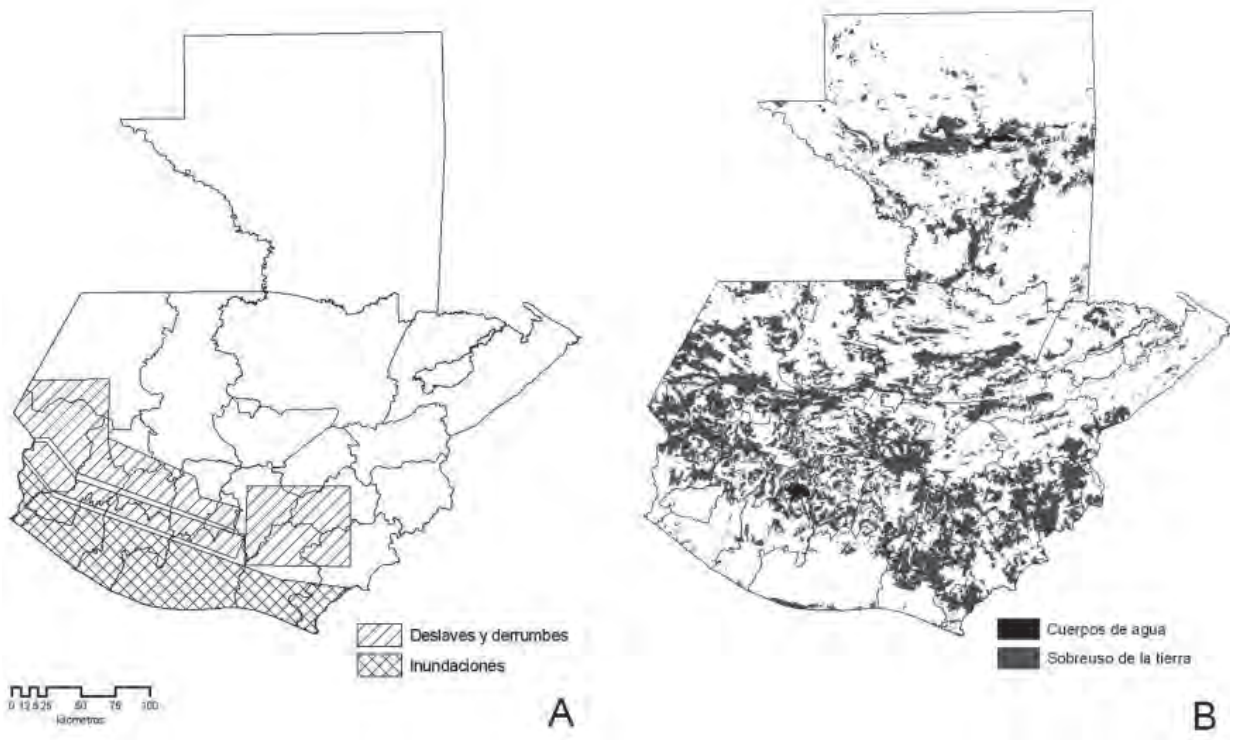


Figura 7. Mapa de áreas afectadas como consecuencia de la tormenta Stan (A) y mapa de áreas con condiciones de sobreutilización de la capacidad productiva de la tierra (B)
Fuente: (A) UNDAC-NACIONES UNIDAS citada en CEPAL-SEGEPLAN-PNUD (2005); (B) MAGA

de Guatemala es el desarrollo de la industria del turismo.

La importancia del turismo en la economía nacional ha experimentado en los últimos años un crecimiento importante en países como Guatemala y Costa Rica, donde muchos atractivos turísticos están directamente relacionados con atributos naturales. Para el caso particular de Guatemala, el potencial turístico radica también en una enorme riqueza histórica cuya evidencia se encuentra en muchos sitios arqueológicos, los cuales, en su mayoría, se ubican en ecosistemas valiosos por su gran diversidad biológica.

El turismo ha crecido progresivamente en cuanto a la importancia que tiene como rubro de la economía nacional. Actualmente, representa el segundo rubro más importante de la economía nacional, contribuyendo con más del 20% a la misma. En la Figura 8 se muestra, para varios países de Latinoamérica, el grado de importancia (expresado en porcentaje) que tiene el turismo en las economías nacionales.

Esta gráfica evidencia la importancia que tiene el turismo para la economía de países ricos en recursos naturales, como Guatemala y Costa Rica. Adicionalmente, varios estudios señalan que el turismo tiene potencial para crecer aún más, siempre y cuando estén dadas las condiciones para lograr ese crecimiento en forma sostenible.

El aprovechamiento de las potencialidades que tiene el turismo, como fuente de generación de ingresos, es una estrategia coherente dentro del marco de desarrollo sostenible. Esto ha sido señalado reiteradamente y ha dado pie a diversas iniciativas de inversión en la industria del turismo a diferentes niveles. El PNUD, por ejemplo, propone una "agenda para el desarrollo humano", en la cual se sugiere que el turismo tiene tales perspectivas de crecimiento que puede ser considerado como uno de los cuatro motores de creci-

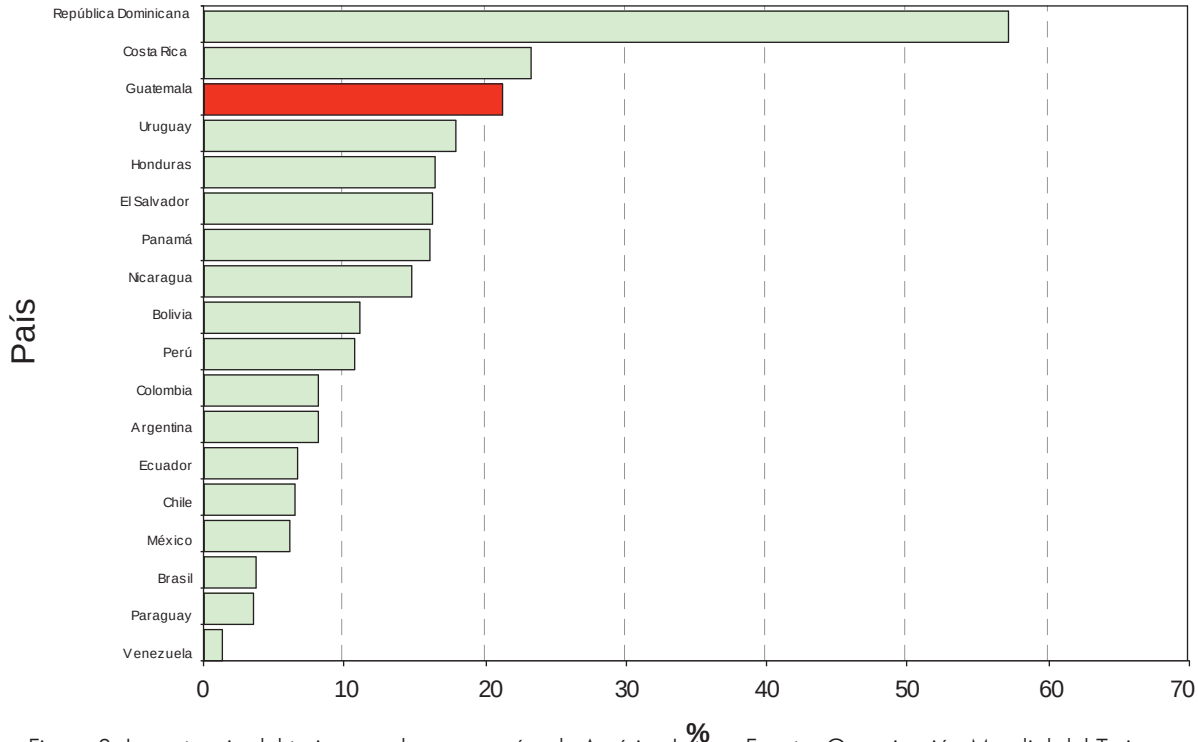


Figura 8. Importancia del turismo en las economías de América Latina. Fuente: Organización Mundial del Turismo

miento económico. Se sugiere, por lo tanto, que este sector cuente con el apoyo necesario por parte del Estado y de la inversión privada para constituirse en un verdadero conglomerado (o *cluster*).

Si el turismo es tan importante para la economía y el desarrollo, se puede esperar que las inversiones hacia el desarrollo de esta actividad económica correspondan a los retornos que tiene para el país. Éste, sin embargo, no es el caso.

Los ingresos que Guatemala y Costa Rica percibieron por concepto de turismo en el año 2000 fueron de US$535.3 millones y US$1,229.2 millones, respectivamente. Y la inversión que cada país hace en brindar condiciones adecuadas para el turismo, como tratamiento de basuras y seguridad, ascienden a US$229.4 millones y US$303.3 millones para Guatemala y Costa Rica, respectivamente.

Con estos datos se pueden estimar relaciones beneficio-costo para la actividad turística en ambos países. En Guatemala, por cada dólar invertido en el país se gana 2.33 dólares, mientras que Costa Rica gana 4.05 dólares. Si se compara la inversión que cada país hace por habitante, se tiene que Guatemala apenas invierte US$20, en tanto que Costa Rica invierte US$79. Es decir, Costa Rica invierte casi cuatro veces más que Guatemala. Al aplicar esta lógica a los ingresos obtenidos por turismo, Guatemala percibe US$47 por habitante en tanto que Costa Rica percibe US$322, lo que es casi siete veces más que Guatemala.

De lo anterior se puede concluir que la inversión en turismo es una opción interesante dentro de una estrategia de nación hacia el desarrollo sostenible. La importancia del entorno natural para el desarrollo de la industria turística en Guatemala (a diferencia de otros destinos turísticos en el mundo que no se basan primordialmente en atributos naturales) hace que las inversiones públicas y privadas orientadas hacia el incentivo del turismo sean, en gran medida, inversiones para la conservación de la naturaleza.

Así como la calidad ambiental puede ser considerada una condición necesaria para el desarrollo turístico en Guatemala, iniciativas exitosas de turismo pueden también constituirse en una estrategia eficiente de conservación de recursos naturales. Esto último ocurre en el momento en que grupos humanos que habitan áreas adyacentes a ecosistemas de excepcional belleza escénica obtienen beneficios de la actividad turística reduciéndose así la presión sobre tales ecosistemas.

La materialización de lo anterior se encuentra principalmente en las diferentes iniciativas de desarrollo turístico comunitario que han surgido en Guatemala en los últimos años.

6.4. Calidad y acceso a agua y salud

La calidad y el acceso al agua es una condición para el desarrollo humano que, además de ser una expresión de la situación socioeconómica y sanitaria de las personas, guarda relación estrecha con el grado de degradación de los ecosistemas. A pesar de que estimaciones del balance hídrico de Guatemala dan cuenta de un superávit de agua en el país, la creciente contaminación de las fuentes de agua constituye una limitante creciente para su utilización. Se estima que el 80% del agua de consumo doméstico, de las poblaciones urbanas de más de 2,000 habitantes, regresa contaminada a los cuerpos de agua (URL/IARNA-IIA, 2004).

La escasa infraestructura de conducción de agua y de drenajes es también una limitante para cubrir los requerimientos de agua de la población y un elemento que coadyuva a que el agua se transforme en un vehículo de enfermedades y muerte para las personas. La

falta de acceso al agua (Figuras 9a y 9b) y a condiciones sanitarias adecuadas por deficiencias en infraestructura es un fenómeno asociado a condiciones de pobreza (Recuadro 3).

La existencia de grandes grupos poblacionales sin acceso a condiciones sanitarias adecuadas para la deposición de aguas residuales domésticas e industriales y para la deposición de excretas es un factor causal de primer orden para el deterioro de los ecosistemas (principalmente los acuáticos), pues provocan desequilibrio en el balance mineral del agua, lo cual, entre otras cosas, desencadena el proceso de eutroficación y altera la composición de la biodiversidad relacionada con los ecosistemas acuáticos.

La falta de infraestructura sanitaria es también una de las causas más importantes de mortalidad y morbilidad en la población. De acuerdo con reportes de MSPAS-OPS (citado en URL/IARNA-IIA, 2005), en el año 2000 las enfermedades diarreicas fueron la segunda causa de morbilidad, sólo superadas por infecciones respiratorias o neumonías. Las muertes relacionadas con el agua representan cerca del 5% de la carga mundial de enfermedades (PNUD, 2006).

Además del inconmensurable drama humano que supone la presencia de enfermedades agudas y crónicas, y la muerte a causa de contaminación de fuentes de agua y/o insuficiente acceso al agua, algunas consideraciones económicas pueden revelar implicaciones importantes en el desarrollo de la sociedad. Por ejemplo, si se parte del supuesto que al invertir en plantas de tratamiento de aguas servidas en sitios estratégicos se logrará disminuir la recurrencia de enfermedades gastrointestinales, el país se evitaría un gasto de aproximadamente US$ 18.6 millones.

Al contrastar este valor con el costo anual estimado de las plantas de tratamiento (US$ 14.5 millones), se tiene una relación costo evitado-inversión de 1.28; es decir que por cada US$ 1 invertido en tratamiento del agua, el país ahorraría US$ 0.28 centavos. Se debe destacar que esta relación es netamente crematística y que no toma en cuenta los 1,168 niños, ni los 1,856 adultos que murieron en el año 2000 a causa de diarreas, ya que por razones morales y éticas esto no es posible. Al momento de tomar decisiones políticas, éstas son, sin embargo, razones de peso para implementar las mejoras ambientales.

El Informe Mundial sobre Desarrollo Humano para el año 2006 ahonda en el tema del poder, la pobreza y la crisis mundial del agua. En este informe se presentan algunas estimaciones de los beneficios que a nivel mundial tendría la inversión necesaria para el cumplimiento de los objetivos del milenio en lo concerniente a agua y saneamiento. A continuación se citan algunos de estos beneficios.

La tasa económica de retorno, por el ahorro de tiempo, el aumento de la productividad y la reducción de los costos de sanidad, es de $8 por cada dólar invertido para lograr la meta.

Tan solo la reducción de la diarrea, aumentaría la asistencia escolar en unos 272 millones de días, en la mayor parte en el África subsahariana y en Asia Meridional.

Alcanzar la meta de agua y saneamiento permitiría ahorrar aproximadamente $1,700 millones anuales en los costos asociados al tratamiento de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua.

Teniendo en cuenta sólo el impacto de la reducción de la diarrea, se obtendrían 3,200 millones de días de trabajo para el sector comprendido entre los 15 y 39 años de edad.

A la luz de los ejemplos citados en los párrafos anteriores, es evidente que las inversiones,

políticas y programas orientados a favorecer elementos estratégicos del capital natural, tales como los recursos hídricos, tienen tal relevancia que pueden ser considerados esenciales en la búsqueda de la viabilidad social y, en general, del desarrollo sostenible.

7. COMENTARIOS FINALES

En un plano estratégico nacional, una efectiva inserción de la biodiversidad en las estrategias de desarrollo requiere de manera fundamental la implementación de mecanismos que propicien progresivamente una relación más balanceada entre los capitales físico-financiero, natural, humano y social. A nivel operativo, este planteamiento requiere al menos de la conceptualización, diseño y puesta en marcha de procesos más efectivos de formulación y aplicación de políticas públicas, el fortalecimiento y consolidación de una plataforma institucional ambiental sólida, estable y con altos niveles de liderazgo nacional, la existencia de suficientes elementos técnicos para dar soporte y rigurosidad a los procesos de toma de decisiones y la búsqueda de respaldo social efectivo a las iniciativas de desarrollo basadas en la conservación y uso del capital natural.

En el contexto de la reflexión anterior, la institucionalidad tiene una relevancia especial en tanto que se constituye en el punto de partida para promover, de manera intra e intersectorial, nuevas relaciones entre los capitales mencionados. En este aspecto, indudablemente el país necesita hacer enormes esfuerzos, ya que actualmente es posible afirmar que la problemática ambiental y las necesidades de relacionamiento proactivo del sector ambiental con otros sectores rebasan las capacidades actuales.

Una revisión rápida acerca de la institucionalidad guatemalteca indica que indudablemente el país puede acreditar avances formales en materia ambiental que son destacables. Por ejemplo, la gestión ambiental tiene respaldo constitucional y por diferentes Decretos Legislativos; aunque con diferentes grados de desarrollo y calidad, existen procesos de emisión de políticas públicas explícitas, lo cual disminuye sensiblemente los niveles de incertidumbre entre los actores públicos y privados vinculados con estos territorios; con menos desarrollo y quizás en un proceso activo de aprendizaje, existen diferentes ejemplos de aplicación de políticas a través de instrumentos desarrollados en los campos

Recuadro 3: Relación entre pobreza y acceso a infraestructura de conducción de agua

Se pueden utilizar varios indicadores para demostrar la correlación entre el acceso a infraestructura de conducción de agua y la condición de pobreza de la población. En este apartado se presentan dos, a saber:

a. El porcentaje de la población perteneciente a determinada clase de edad y condición de pobreza que debe dedicar tiempo al acarreo de agua.
b. La distancia promedio a recorrer para obtener agua para usos domésticos, por condición de pobreza.

Las figuras muestran que, en promedio, la distancia a recorrer para abastecerse de agua aumenta a medida que se es más pobre. También se evidencia que dentro del grupo de población no pobre, para todos los estratos etarios, el tiempo invertido en acarrear agua es menor que en la población pobre.

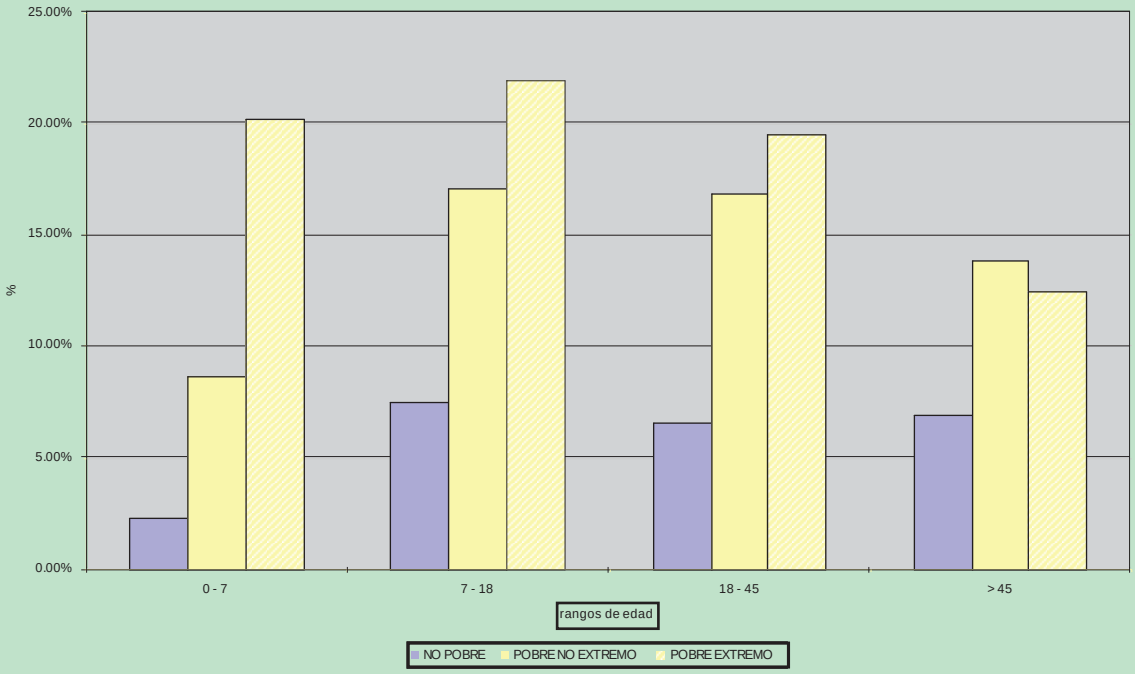


Figura 9A. Porcentaje de la población perteneciente al grupo etario y condición de pobreza indicados, que acarrea agua. Fuente: INE, 2000

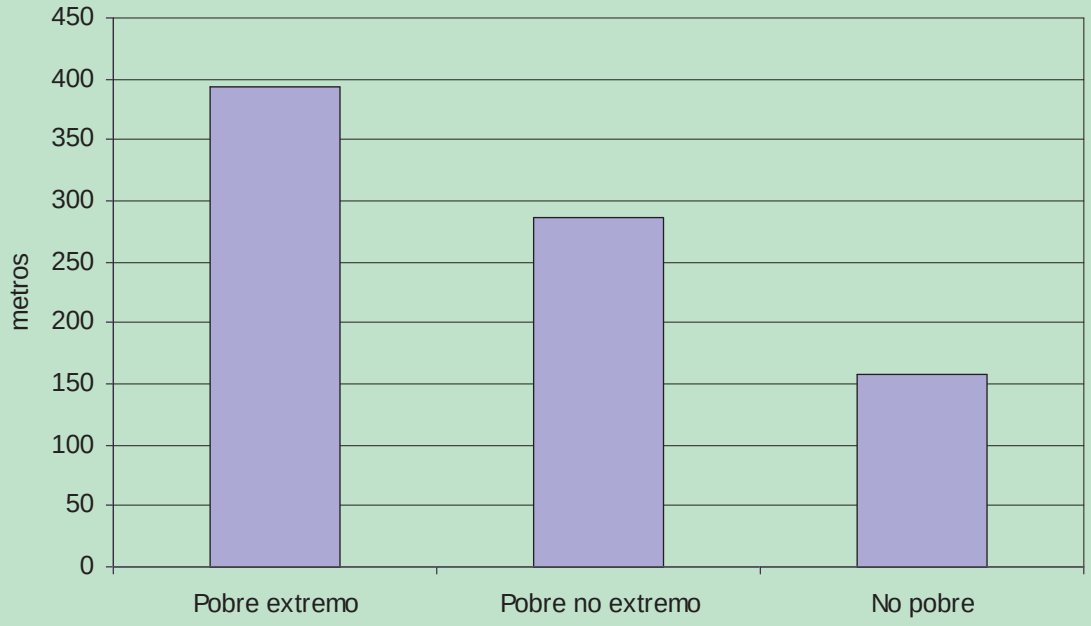


Figura 9B. Distancia promedio hasta la fuente de agua por condición de pobreza. Fuente: INE, 2000

normativo, económico y de sensibilización. Varios de estos instrumentos se aplican desde niveles nacionales hasta niveles locales con la participación de grupos organizados de las comunidades. En algunos casos, aunque no son la regla, este proceso de formulación, emisión y aplicación de políticas ha seguido esquemas bien elaborados.

De manera complementaria a las instancias que tradicionalmente impulsan la gestión ambiental dentro del Organismo Ejecutivo, aunque con incipiente desarrollo y modesta efectividad, existe cierto desarrollo de instancias encargadas de asuntos ambientales y la seguridad pública en el Ministerio de Gobernación, y de la aplicación de la justicia en el Organismo Judicial y en el Ministerio Público. También existen avances importantes en la suscripción de acuerdos ambientales de carácter internacional y diferentes arreglos que permiten la participación de diferentes actores de la sociedad civil en iniciativas ambientales.

Esta institucionalidad formal permite en la mayoría de los casos niveles básicos de gestión con diferentes grados de desempeño según la variada complejidad socioambiental de diferentes territorios del país. Aunque existen algunos ejemplos de mecanismos de gestión especializados, sobre todo a nivel de áreas protegidas, por ejemplo en los ámbitos del ecoturismo o la investigación científica, la consolidación de esquemas ejemplares de gestión ambiental, más que una realidad, sigue siendo una meta.

Algunas evidencias permiten concluir que el sub-financiamiento prevaleciente en las iniciativas ambientales sólo permite desarrollar, tal como se indicó anteriormente, niveles de gestión muy básicos que normalmente no consolidan esquemas de gestión con suficiente grado de identidad y no desarrollan suficiente autoridad en los impulsores como para persuadir a diferentes actores de influencia local o nacional sobre la importancia estratégica del tema. Estas condiciones son, al mismo tiempo, producto de la baja capacidad del "sector de conservación", tanto dentro de las esferas de gestión pública como en las esferas de la sociedad civil, de incidir efectivamente en los ámbitos de decisión política del más alto nivel. Estas condiciones, que se refuerzan mutuamente, le otorgan una condición de marginalidad a la gestión ambiental y son, a la vez, producto de los esquemas de desarrollo implantados en la región que, según lo expuesto extensamente en el presente capítulo, privilegian el desarrollo de capitales físico-financieros sobre otros de importancia para un desarrollo equilibrado de la sociedad, como el capital natural o inclusive el capital humano.

Dentro de estos esquemas de desarrollo, la gestión de la biodiversidad se ve fuertemente condicionada por las estructuras productivas prevalecientes, la utilización del territorio fuera de esquemas inteligentes de ordenamiento, la estructura de la tenencia de la tierra, el crecimiento poblacional, las migraciones internas y la pobreza, entre otras condiciones. Estas condiciones nuevamente señalan que muchas de las intervenciones para abatir o al menos reducir amenazas al patrimonio natural escapan del ámbito estricto de la gestión ambiental, por lo que se requiere una revitalización de la misma, elevándola a los más altos niveles de gestión política, movilizando capacidades físico-financieras y humanas acordes con su nivel de importancia, buscando mayores compromisos del sector privado empresarial y mayores niveles de conciencia de la ciudadanía. Sólo con un buen nivel de presencia de las condiciones mencionadas será posible sustituir estilos reactivos de gestión por estilos proactivos, que permitan a los gestores de la biodiversidad ir por delante de las amenazas que se ciernen sobre la misma. Parecen suficientes los atributos que existen

en torno de la biodiversidad y el capital natural nacional como para configurar alrededor de éste creativos mecanismos de mercado que contribuyan a mejorar sus niveles de autofinanciamiento.

8. NOTAS

1. En este orden de ideas, actualmente el Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar (URL) impulsa la iniciativa de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada, en coordinación con el Banco de Guatemala, El Instituto Nacional de Estadística y El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). La iniciativa cuenta con el respaldo de la Embajada del Reino de los Países Bajos.

2. La distribución de la riqueza por el principio del rebalse tomaría demasiados años, es por ello que las intervenciones de los gobiernos a través de medidas de política social se hacen necesarias. Además, cabe la duda porque en la década del desarrollo de los programas de Naciones Unidas, en la que se planteó esa estrategia, no se logró ni crecer, ni reducir la pobreza.

3. Una "deseconomía" es un proceso contrario a la economía de escala. Mientras en esta última, a mayor escala de la operación los costos unitarios se reducen; en la deseconomía ocurre que a mayor escala de la operación los costos unitarios aumentan. Es por ello que una medida racional en estos casos, contrario a incrementar la escala de la operación, lo conveniente es reducirla para estar en el rango económico-eficiente.

4. En Ciencia Política, para analizar la causa de los desequilibrios en la acumulación de capitales se habla de las tres i-es: la ignorancia, la indiferencia y los intereses de quienes acumulan capital físico y financiero y/o toman las decisiones políticas por parte de los gobiernos.

5. Distorsión de mercado es aquélla que genera ineficiencias económicas que normalmente ocurren cuando los precios de mercado no representan correctamente el valor económico de los bienes o servicios sujetos de transacción. Los bienes públicos normalmente se producen en presencia de fallas de mercado que subvaloran o sobrevaloran los mismos, situación contraria a la que ocurre normalmente con los bienes privados.

6. La iniciativa de Cuentas Ambientales y Económicas Integradas de Guatemala es coordinada por la Universidad Rafael Landívar (URL) a través del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), y cuenta con convenios formales de trabajo de cooperación con el Banco de Guatemala (BANGUAT), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), la Secretaría de Programación y Planificación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN), el Instituto Nacional de Estadística (INE), la Secretaría Presidencial de la Mujer (SEPREM) y el Instituto de Incidencia Ambiental (IIA).

9. BIBLIOGRAFÍA

1. BID. (1999). Reducción de la vulnerabilidad ante amenazas naturales: lecciones aprendidas del huracán Mitch. Documento estratégico sobre gestión ambiental. Taller sobre vulnerabilidad ecológica y social. Estocolmo. 26 p.

2. CASTRO, G.; LOCKER, I.; RUSSEL, V.; CORNWELL, L. y FAJER, E. (2000). ¿Dónde se invierte en biodiversidad? Una evaluación del financiamiento para la biodiversidad en América Latina y El Caribe. 79 p.

3. CEPAL, SEGEPLAN y PNUD. (2005). Efectos en Guatemala de las lluvias torrenciales y la tormenta tropical Stan, Octubre. Guatemala. 122 p.

4. CONSEJO NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (CONAP). (2004). Priorización de la Diversidad Biológica de Guatemala en Riesgo Potencial por la Introducción y Manipulación de Organismos Vivos Modificados. Documento Técnico No. 14. Guatemala. 118 p.

5. GÁLVEZ, J. (2000). Perfil Ambiental de Guatemala. Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional. Guatemala. 50 p.

6. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). (2000). Encuesta Nacional sobre Condiciones de Vida. ENCOVI (sin número de páginas).

7. INSTITUTO DE AGRICULTURA, RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE (IARNA), UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR (URL) Y ASOCIACIÓN INSTITUTO DE INCIDENCIA AMBIENTAL (IIA). (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Guatemala. 249 p.

8. _____ (2005). Situación del recurso hídrico en Guatemala. Documento técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. 30 p.

9. Organización Mundial del Turismo. www.wto.org.

10. PNUD. (2003). Guatemala: Una agenda para el desarrollo humano. Informe nacional de desarrollo humano. Guatemala. 390 p.

11. PNUD. (2006). Más allá de la escasez: Poder, pobreza y la crisis mundial del agua. Informe sobre Desarrollo Humano. Guatemala. 422 p.

12. UN ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN ECLAC. (1999). Guatemala: assessment of the damage caused by hurricane Mitch, 1998. Implications for economic and social development and for the environment. 54 p.

13. VILLAGRÁN GARCÍA, O. (2005). Evaluación de necesidades financieras 2004-2008 e identificación de mecanismos de recaudación financiera para el SIGAP y el INBAP en Guatemala. Programa Ambiental Regional para Centroamérica, Componente de Áreas Protegidas y Mercadeo Ambiental. Guatemala. 63 p.

Tendencias sobre el uso de la biodiversidad

Helmer Ayala*

RESUMEN

Este capítulo presenta una descripción sobre las tendencias políticas e institucionales acerca del manejo de la biodiversidad en los ámbitos mundial y nacional.

También muestra las tendencias del comportamiento de algunos aspectos relevantes que garantizan el uso sostenible y la conservación de la biodiversidad.

Entre estos aspectos resaltan las áreas protegidas, el acceso a los recursos genéticos, el reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de su uso, los bosques, la protección de los derechos de los pueblos indígenas, y el biocomercio.

Para su entendimiento, se presenta lo concerniente al derecho internacional y sus mecanismos, la evolución histórica de los convenios vinculados con la biodiversidad, y una enumeración de los convenios más importantes y su relación con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que se constituye en marco de referencia.

En el ámbito nacional, se analiza el marco jurídico vinculado al uso y conservación de la biodiversidad y su relación con los compromisos mundiales, y se interpretan las tendencias mostradas por los aspectos relevantes en torno al tema de la biodiversidad y los elementos que han transformado su situación.

Palabras clave: *tendencias, biodiversidad, convenios, uso y conservación, áreas protegidas, bosques, recursos genéticos, biocomercio.*

SUMMARY

This chapter presents a description of tendencies in the political and institutional ambit concerning the management of biodiversity in the national and global ambit.

It also shows the tendencies of behavior of some outstanding aspects in the use and conservation of biodiversity, understanding these as those elements that guarantee the conservation of biodiversity components, as well as its sustainable use.

Protected areas stand out among these aspects; the access to genetic resources; fair and equitable distribution of the benefits derived from the use; forests; protection of the rights of indigenous people; and biotrade.

For the record, there is a relation among the international law and its mechanisms; the historical evolution of the agreements connected to biodiversity; a list of the most important agreements and its relation with the Convention on Biological Diversity, using it as a framework of reference.

The legal framework is analyzed in the national ambit connected to the use and conservation of biodiversity and its interrelation with global commitments, with interpreting tendencies showed by outstanding aspects of biodiversity and with the elements that have transformed the situation.

Key words: *tendencies, biodiversity, agreements, use and conservation, protected areas, forests, genetic resources, biotrade.*

* Consultor independiente.

UROXLAJUJ UQ'AT WUJ

NO'JIB'ALIL PUWI' UKOJIK ULOQ'OQ'EXIK RI JALAJOJ UWACH K'ASLEMALIL.

CH'UTI'SANEM

Wa jun no'j wuj kuya' ub'ixik ronojel chak ub'anom cholchak q'atb'altzij xuquje' taq kib'anom taq wokajil che ukojik uloq'oq'exik ri jalajoj uwach k'aslemalil pa qasaqamaq' xuquje' chuwach ulew.

Xuquje' kuq'alajisaj taq ukojik uloq'oq'exik ri jalajoj uwach k'aslemalil, are kaya' uq'ij ronojel chak kuya' uloq'oq'exik ronojel utz'aqatil ri jalajoj uwach k'aslemalil rachi'l utzilaj ukojik.

Chikixol are kaq'alajin ronojel taq ri chajim rulewal, ri okem k'olem pa to'bal ulew, ri junamilal ujachik uwach ronojel q'inom kuya' ri k'ache'laj, ri uloq'oq'exik ri taqanto'b'al ke ri ajwaralik winaq rachi'l ri k'ayinik.

Rech kata'taj ucholaj, xya ub'ixik chi ri kechb'alil ajch'aqap winaq uk'amom uq'ab' ruk' ri k'amawen e juch'un uwach che uto'ik ri jalajoj uwach k'aslemalil, xuquje' uk'amom uq'ab' ri k'amawen rech jalajol uwach k'aslemalil, ja wi rajawaxik xa jun ub'e chak katarne'xik..

Pa saqamaq' xsolix uwach ri utaqan-to'b'anik q'atb'altzij puwi ri ukojik rachi'l uloq'oq'exik ri jalajoj uwach k'aslemalil, wa' uk'amom uq'ab' ruk' no'j chak b'anom chuwach ulew, xe'cha'ik ri utzilaj taq bixkil keto'b'an che unimasiraxik ri jalajoj uwach k'aslemalil xuquje' ux'e taq no'jib'alil kuninaq che uk'exik uwach ulew.

UCHOLAJ TZIJ: *kojb'al, jalajoj uwach k'aslemalil K'amajemno'j, Ukojik rachi'l uloq'oq'exik, Chajinem rulewal, k'ache'laj, to'b'al k'aslem, Biocomercio.*

1. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1. Introducción

En este capítulo, se presentan algunas de las tendencias en la conservación y uso de la biodiversidad, tomando en cuenta que en las últimas décadas se intensificaron algunas acciones mundiales que han determinado el rumbo actual en el manejo de la biodiversidad.

Para el análisis, se toma en cuenta que las tendencias son el resultado de la aplicación de diferentes mecanismos legales e instrumentos políticos, cuya implementación ha generado planes, proyectos, estrategias y actividades, entre otras, para cumplir los objetivos que en ellos se plantean. Es natural que los resultados de la aplicación de todos esos planes y proyectos sean distintos según su ámbito geopolítico de aplicación: el mundial y el nacional.

Se resume la mayor parte de información relevante sobre las distintas acciones globales que existen, como declaraciones internacionales, convenios, tratados, protocolos, etcétera, así como sus objetivos y su evolución, tratando de identificar las causas que originaron tales acciones y la respuesta obtenida en los ámbitos mundial y nacional.

En el análisis se identifican los factores que son relevantes en el uso y manejo de la biodiversidad, cuya complejidad fue puesta de manifiesto por el Convenio sobre la Diversidad Biológica al proponerse alcanzar la conservación de sus diferentes componentes, su uso sostenible y la distribución justa y equitativita de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Aunque en el desarrollo del trabajo se pueden identificar otras tendencias, las más importantes son las señaladas por los factores anteriores, que han sido utilizados como indicadores para establecer la tendencia del uso y conservación de la biodiversidad.

Al final se presenta una discusión de los puntos relevantes que limitan el desarrollo del



Figura 1. Esquema para la identificación de las tendencias en el uso y conservación de la biodiversidad. Fuente: Elaboración propia.

uso y conservación de la biodiversidad y sus distintos componentes, en función del alcance de los objetivos del desarrollo sostenible en el país.

1.2. Marco de análisis

En el desarrollo de la temática acá propuesta, se emplean términos y conceptos cuyas definiciones es necesario tener claras. En ese sentido, estos términos clarifican los alcances y límites de este análisis.

La palabra tendencia se puede interpretar de varias maneras, según la intención o el ámbito de trabajo. Sin embargo, de forma general se puede definir como *la idea más importante que orienta el desarrollo de una actividad*. En este caso, la conservación y uso de la biodiversidad.

Por tendencia se entenderá la evolución histórica de las acciones de conservación y uso de la biodiversidad de acuerdo con algunos indicadores a lo largo del tiempo, los cuales permiten inferir su situación en el futuro inmediato.

Por uso se define la acción de aprovechamiento de los elementos de la biodiversidad, efectuada por los distintos grupos humanos, y que se constituye en factor importante de su desarrollo económico y social al convertir tales elementos de la naturaleza en recursos[1].

Para el análisis y discusión de las tendencias, se identifican tres categorías (Figura 1):

a. Relativas a las políticas, que se refiere a la evolución de los principios que definen las acciones relacionadas con el uso y conservación de la biodiversidad.

b. Relativas al desarrollo de los mecanismos de aplicación y cumplimiento, constituidos por el uso de los distintos instrumentos del derecho internacional público en el ámbito mundial, y de las leyes y normas ordinarias en el ámbito nacional.

c. Relativas a los efectos o resultados de la implementación y aplicación.

Se tiene en cuenta que cada acción genera efectos, tanto en el objeto como en los entornos políticos, sociales y económicos.

En consecuencia, se revisa el tratamiento de algunos factores relevantes en la conservación y utilización de la biodiversidad, como las áreas protegidas, los bosques, el acceso a los recursos genéticos, el biocomercio, la seguridad alimentaria, el cambio climático, el derecho de los pueblos indígenas y el financiamiento para la implementación de medidas nacionales alrededor del tema.

Las tendencias se reflejarán en el comportamiento de los elementos que indican el estado de tales factores, en el avance en el mejoramiento de su situación y en su incidencia en el desarrollo económico y social de la población.

2. TENDENCIAS EN EL ÁMBITO MUNDIAL

Para identificar las tendencias mundiales es necesario revisar:

a. La evolución de los convenios internacionales, el contexto en que se desarrollan y sus objetivos.

b. La aplicación del derecho internacional público vinculado con la biodiversidad.

c. La interrelación de los convenios más importantes vinculados con la biodiversidad, en particular con el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

d. Los resultados obtenidos en el tiempo de su puesta en práctica.

2.1. Evolución de las acciones mundiales

Para interpretar las tendencias mundiales en la conservación y uso de la biodiversidad, es necesario entender las implicaciones y limitaciones que imponen la política internacional y el derecho internacional público vinculado con el medio ambiente.

Cuadro 1. Convenios y protocolos más importantes relacionados con el uso y conservación de la biodiversidad

Convenio	Suscripción *	Estatus **	Organismo	Objetivos y alcances
Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas "Convención de Ramsar"	02/02/1971	Vigente	UNESCO	Se establecen acciones y medidas a cargo de los Estados para conservar los humedales, la flora y la fauna que cada uno designe, y las actividades relacionadas con la oficina permanente que se crea para el efecto.
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural	16/11/1972	Vigente	UNESCO	Se reconoce la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en el territorio de cada Estado. Se indican las medidas y acciones correspondientes y se crea el Comité Intergubernamental de Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural en la UNESCO.
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES	03/03/1973	Vigente	PNUMA	Establece la protección de ciertas especies de flora y fauna contra su explotación excesiva en el comercio internacional. Se señala la reglamentación del comercio de ejemplares de especies incluidas en los apéndices de la Convención y las medidas nacionales e internacionales para este efecto.
Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	09/05/1992	Vigente	PNUMA	Lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático.
Convenio sobre la Diversidad Biológica	05/06/1992	Vigente	PNUMA	Señala como objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Convenio	Suscripción *	Estatus **	Organismo	Objetivos y alcances
Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África	Octubre de 1994	Vigente	PNUMA	Se establece como objetivo la lucha contra la desertificación y la mitigación de los efectos de la sequía grave en los países afectados, en particular África, mediante la adopción de medidas eficaces apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.
Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Mar	Diciembre de 1982	Vigente desde 1994	PNUMA	Cubre los siguientes temas de derecho del mar: límites de las zonas marítimas, zona económica exclusiva, plataforma continental y alta mar, derechos de navegación y estrechos para la navegación internacional, Estados archipiélagos, paz y seguridad en océanos y mares, conservación y gestión de los recursos marinos vivos, protección y preservación del medio marino, investigación científica marina, y procedimientos para la solución de controversias.
Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	11/12/1997	Vigente	Organización de las Naciones Unidas	Se precisan las acciones, políticas y medidas a cargo de las partes para aplicar la Convención y reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero a un nivel inferior no menor del 5% al de 1990 en un período comprendido entre 2008 y 2012.
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica	29/01/2000	Vigente	Organización de las Naciones Unidas	Se establecen medidas y acciones en materia de transferencia, manipulación y utilización de organismos vivos modificados por biotecnología, y los procedimientos respectivos de información, movimientos transfronterizos, financiamiento y aspectos operativos de la Convención.

*Suscripción. Acto por el cual los Estados firman un convenio, aunque queda pendiente su ratificación.
**Estatus. Estado de vigencia de un convenio, pues el inicio de la mayoría de los convenios queda indicado en el acto de suscripción, aunque permanece pendiente la ratificación de un número mínimo de Estados establecido en el convenio.
Fuente: Elaboración propia

Es necesario, entonces, conocer los distintos hechos históricos que motivaron las acciones mundiales y su evolución. Estas acciones han concurrido en lo que hoy son los mecanismos que regulan el uso y conservación de la biodiversidad y que generan, de alguna manera, nuevas tendencias en la política internacional.

Los primeros tratados y convenios acerca del uso de la biodiversidad y su conservación datan de 1794 (Estados Unidos y Gran Bretaña). Su objetivo fue regular diversas actividades en alta mar. Desde entonces se han desarrollado diferentes acuerdos entre Estados con el propósito de regular la utilización de sus recursos fronterizos. Sin embargo, el objetivo principal de esos acuerdos fue la protección de los recursos que constituían la base de la economía de los países involucrados. La Declaración de Estocolmo, de 1972, surgida en la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano, planteó un nuevo enfoque en la realización de acuerdos, pues su motivación fue la preocupación por el desmedido incremento en la explotación de los recursos naturales y el reconocimiento del papel del ser humano en el universo.

Tal enfoque desencadenó la firma de convenios y tratados para proteger algunos ecosistemas especiales y grupos de especies (endémicas y en peligro de extinción primordialmente), así como la protección del patrimonio cultural y natural de la humanidad.

Sin embargo, la implementación de esos mecanismos se enfrentó con dificultades, sobre todo en los países en desarrollo. Su pobreza planteaba prioridades más urgentes y dio como resultado la discusión y cuestionamiento de la responsabilidad del deterioro ambiental y quién debería financiar su recuperación.

Bajo tales premisas, en 1992 se realizó la Conferencia Mundial de Río de Janeiro, la cual dio lugar a la Declaración de Medio Ambiente y Desarrollo, en cuyo contexto se planteó la Agenda 21, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Convenio Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación.

En esta conferencia, además de aprobar los tres convenios indicados, se acuña el término desarrollo sostenible como nuevo enfoque para garantizar la conservación del medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en general, cuyo último escenario lo constituyen las acciones encaminadas a conseguir sus objetivos en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, celebrada en 2002 en Johannesburgo (Kiss, 2006).

En síntesis, la tendencia de la conservación y uso de la biodiversidad en el ámbito mundial ha sido marcado por tres momentos en el transcurso de su evolución:

1. Las acciones asociadas con la protección de los intereses comerciales, para la utilización de los recursos naturales importantes en la economía de los Estados vinculados.

2. El reconocimiento de la importancia de la biodiversidad en el bienestar humano, y la generación de acciones de protección a especies y ecosistemas.

3. El desarrollo sostenible, cuyos elementos para su perfeccionamiento se encuentran en proceso.

Además, la comunidad internacional ha creado varias instituciones, auspiciadas principalmente por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), cuya instancia más importante es el Programa de las Naciones Unidas para

el Medio Ambiente (PNUMA). Este programa se creó a partir de la Conferencia Mundial sobre el Medio Humano en 1972. Sin embargo, la amplitud y complejidad de los elementos que constituyen la biodiversidad dio lugar a la participación de otras instancias o programas de las Naciones Unidas, entre las que destacan las siguientes:

- Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Cultura (UNESCO).
- Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Organización Mundial del Comercio (OMC).
- Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD).

Cabe resaltar que ese proceso ha sido guiado por muchas organizaciones no gubernamentales internacionales (ONGs), cuya intervención consiste en el suministro de información científica, el desarrollo de investigaciones, la participación activa en la formulación de propuestas para el desarrollo de políticas globales y la toma de decisiones. Entre las más importantes se pueden citar:

- UICN (Unión Mundial para la Naturaleza).
- WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza).

2.2. El derecho internacional público y la biodiversidad

Las acciones relacionadas con la regulación de los elementos del medio ambiente en la comunidad internacional dieron lugar al surgimiento del derecho internacional público ambiental, en el cual se incluye la biodiversidad.

Los alcances y límites de los instrumentos y mecanismos empleados en el ámbito internacional se encuentran descritos en la Carta de las Naciones Unidas y en la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados, firmada en junio de 1980, que también establece el papel de los órganos creados por estos convenios y la categoría que les corresponde según sea su carácter vinculante o no (Rojas, 2002).

El derecho internacional ambiental reconoce dos tipos de mecanismos: las declaraciones y los convenios o tratados. Las primeras son disposiciones político-morales (Rojas, 2002) que no poseen carácter obligatorio (no son vinculantes). Los Estados firmantes no están sujetos a la aplicación metódica de su contenido.

Entre las declaraciones internacionales vinculadas con la biodiversidad sobresalen las siguientes:

- Declaración de Estocolmo de la ONU sobre el Medio Ambiente Humano, de 1972. Presenta el derecho del ser humano a vivir en un medio de calidad y su obligación de protegerlo y mejorarlo para las generaciones presentes y futuras. Resalta además la importancia de la educación en asuntos ambientales.
- Carta Mundial de la Naturaleza, aprobada por la ONU en 1982. Enfatiza en la preservación del patrimonio genético para asegurar un nivel suficiente en todas las poblaciones de seres vivos en todo el mundo y promueve la protección de los más singulares o los que se encuentren en peligro.
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, aprobada por la Conferencia de la ONU en Río de Janeiro en 1992. Consolida a nivel internacional la idea del desarrollo sostenible y pro-

mueve el Convenio sobre la Diversidad Biológica.

- Los Objetivos del Milenio establecidos en la Cumbre del Milenio en 2005. Definen la necesidad de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales, y contrarrestar la pérdida de recursos del medio ambiente.

Estas declaraciones sirven para desarrollar mecanismos e instrumentos considerados como fuentes de derecho de primer orden (vinculantes) o con fuerza obligatoria. Conocidos generalmente como convenios o tratados, son mecanismos del derecho internacional que requieren la aceptación y ratificación expresa por cada uno de los Estados signatarios. La definición de estos instrumentos y mecanismos, junto con su descripción, se encuentra en el Convenio de Viena sobre Tratados Internacionales (ONU, 1969).

El Cuadro 1 enumera los principales convenios y protocolos internacionales que están asociados de manera directa con actividades de uso y conservación de la biodiversidad. Señala sus objetivos, las fechas en que fueron suscritos y el organismo internacional que los facilita. En ese mismo cuadro se presentan los principales protocolos derivados de algunos convenios. Cabe señalar que uno de los acuerdos más precisos, vinculado directamente con la conservación y uso de la biodiversidad, es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), pero carece de mecanismos directos para establecer lineamientos sobre los convenios que se relacionan directa o indirectamente con la biodiversidad.

2.3. El Convenio sobre la Diversidad Biológica y otros acuerdos relacionados

Existe un sinnúmero de convenios que se relacionan con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, considerado en la práctica como eje integrador de muchas de las acciones que proponen los demás.

Las alianzas más importantes con las que el CDB ha establecido consultas, sinergias y trabajo conjunto son:

- Convenio de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Mar.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).
- Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR).
- Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África.
- Convenio Internacional sobre Maderas Tropicales.
- Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Además, el planteamiento de los objetivos propuestos por el CDB obligó a otras instancias a desarrollar mecanismos de relación con esta convención, debido a que, aunque la biodiversidad no sea objeto directo de su tratamiento, sí atañe a algunas de sus actividades. Aquí figuran:

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD).
- Acuerdo sobre Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC).

- Los convenios y tratados de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI).
- Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).
- Acta 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Convenio para la Protección del Patrimonio Cultural y Natural de la Humanidad.

2.4. Tratamiento global de algunos factores relevantes en el uso y conservación de la biodiversidad

Con el fin de alcanzar los objetivos del CDB, se ha puesto atención a ciertos factores que determinan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. Se mencionan las tendencias de algunos de esos factores, se describe su situación actual (utilizando indicadores en algunos de ellos) y se señalan algunos elementos de la política y del derecho internacional que determinan las acciones con las que se pretende modificar y mejorar su estado actual.

2.4.1. Áreas protegidas

La tendencia global y los principios generales de la conservación de la biodiversidad indican que este propósito sólo puede lograrse mediante la integración de estrategias que incluyen, en términos generales, la conservación *in situ* y *ex situ*.

La conservación *in situ* en particular ha adquirido importancia debido a que permite resguardar todos los niveles de la biodiversidad. En ese sentido, las áreas protegidas obtuvieron gran relevancia en la conservación de la biodiversidad.

La situación de las áreas protegidas a nivel mundial muestra un crecimiento en su cobertura superficial (Figura 2). No obstante, ese crecimiento se caracteriza porque los países con menor extensión territorial poseen porcentualmente una mayor cobertura, que es en muchos casos la sumatoria de varios sitios o parques que no garantizan la representatividad de los ecosistemas. Esto implica que no aseguran la protección de los hábitats de las especies propias de dichos ecosistemas, como lo manifiesta el preámbulo del Programa de Trabajo en Áreas Protegidas del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (PNUMA, 2002).

Por otro lado, National Geographic Society y World Wildlife Fund (2007) identificaron cerca de 236 ecorregiones en condiciones críticas (142 ecosistemas terrestres, 42 marinos y 52 aguas continentales). Las especies que en ellos se encuentran tienen una alta probabilidad de extinguirse, pues se encuentran sujetos a una serie de presiones derivadas de la actividad humana. Estas ecorregiones no se encuentran debidamente representadas en ningún complejo de áreas protegidas, por lo que se considera imperativo desarrollar estrategias que permita incluirlas en programas de conservación (UNEP, CDB, 2004).

El CDB estructuró el programa de trabajo en áreas protegidas bajo las pautas del Artículo 8 del mencionado convenio. Este programa propone estas actividades para la solución de la problemática descrita:

- Identificación de vacíos de representatividad ecológica.
- Plan de fortalecimiento de capacidades.
- Plan sostenible de fortalecimiento financiero.
- Creación de áreas protegidas urgentes.
- Definición de metas medibles y plazos fijos.

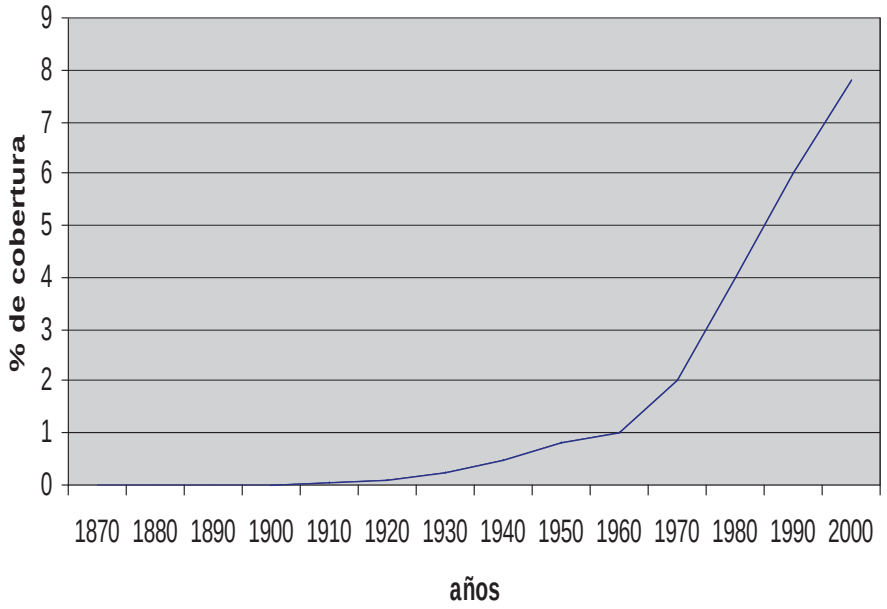


Figura 2. Incremento de la cobertura global de áreas protegidas expresada en porcentajes
Fuente: PNUMA (2002)

- Adopción de planes estándares de manejo de áreas protegidas.
- Adopción de mecanismos para enfrentar amenazas.
- Definición de áreas protegidas de ecosistemas marinos y de agua dulce.
- Revisión de las políticas e incentivos.
- Manejo efectivo de áreas protegidas de ecosistemas terrestres.
- Definición de las áreas protegidas por el análisis de vacíos de representatividad ecológica.
- Manejo efectivo de las áreas protegidas de los ecosistemas marinos (UNEP, CDB, 2004).

Al proceso se incorporó el Proyecto Internacional de Planificación Ecorregional, cuyo propósito principal es diseñar portafolios de áreas de conservación funcionales dentro de cada ecorregión. Es auspiciado por instancias internacionales como World Wildlife Fund (WWF), Conservation International (CI) y The Nature Conservancy (TNC), que trabajan con socios locales, nacionales e internacionales.

2.4.2. Bosques

Los bosques son considerados como ecosistemas integrados por comunidades vegetales, principalmente arbóreas, cuya dinámica y evolución es resultado de las perturbaciones naturales. Constituyen el hábitat de una gran variedad de especies y hacen viable su supervivencia. Ejercen funciones en la modulación de los flujos hídricos y en la conservación de los suelos y sus microorganismos, lo cual permite apreciar la importancia de dichos ecosistemas en la protección de la biodiversidad.

El estado global de los bosques se infiere mediante indicadores como la cobertura forestal y el ritmo de su reducción.

Para 2005, la cobertura forestal en el mundo era de 3,952,025 miles de ha, que representan el 30.3% de la superficie total del planeta. La tendencia de la pérdida de la cobertura forestal ha sido decreciente, ya que entre 1990 y 2000 fue de 8,860 miles de ha por año, lo que representa una tasa de cambio de -0.22%. La reportada entre 2000 y 2005 fue de 7,317 miles de ha, que representa un -0.18% por año (FAO, 2007a).

Si bien la tasa de reducción de la cobertura global total decrece, debe apuntarse que en algunas regiones del mundo muestra un aumento significativo. La Figura 3 muestra cómo la tendencia de pérdida de cobertura forestal se reporta con mayor intensidad en algunas partes del mundo, especialmente en África y seguida por Latinoamérica y el Caribe.

Otro indicador de la situación de los bosques es la superficie forestal dedicada a la conservación. Se estima que a nivel mundial representa el 17% del total de bosques. No obstante, existen regiones donde la superficie dedicada a este uso es menor al 6%, como en América Latina y Europa (FAO, 2007a).
El tratamiento del tema forestal en el mundo inició en 1972, como resultado de la Conferencia de Estocolmo, donde se asumieron algunos compromisos. El primero de ellos, en 1983, llevó a la creación de la Organización Mundial de Maderas Tropicales y la firma del Convenio Internacional sobre Maderas Tropicales, auspiciada por la UNCTAD, cuyas pautas se encuentran vigentes.

Por otro lado, la FAO jugó un papel importante al definir políticas y generar esfuerzos por conservar los bosques y detener la deforestación en el contexto del desarrollo rural y el mejoramiento de las condiciones de vida de los agricultores de los países en desarrollo, planteado en el Octavo Congreso Forestal Mundial, "Los bosques para la población", celebrado en 1978 en Yakarta, Indonesia.

Más adelante, en 1985, bajo los auspicios de la FAO, el PNUD y el WRI (World Resources Institute), se desarrolló el Plan de Acción Forestal en los Trópicos (TFAP), cuyo objetivo se centró en el desarrollo de una estrategia para el mejoramiento de la gestión forestal en las naciones en desarrollo.

En la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro (1992) y la Agenda 21, en su capítulo 11, se establece la *declaración autorizada no obli-*

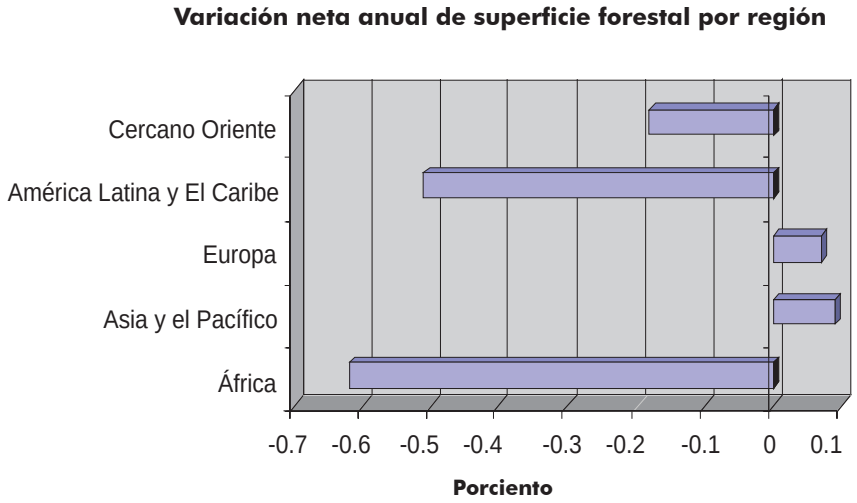


Figura 3. Variación neta anual de la superficie forestal por región en el mundo. Fuente: FAO (2007a)

gatoria para el consenso mundial respecto de la ordenación, conservación y el desarrollo sostenible de los bosques de todo tipo.

Este fue el punto de partida para que, bajo los auspicios de la FAO y la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, se integrara en 1995 el Panel Intergubernamental para los Bosques (IPF por sus siglas en inglés), cuyo trabajo concluyó en 1997 y dio paso al Foro Intergubernamental de Bosques (IFF por sus siglas en inglés).

El resultado de ambas comisiones fue la resolución 2000/35 del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, que instala el Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (UNFF por su siglas en inglés) con el objetivo de promover la gestión, conservación y desarrollo sostenible de todo tipo de bosques, y consolidar la comisión política a largo plazo con este fin (FAO, 2002).

Lo anterior derivó en la propuesta del Proyecto de Acuerdo Internacional sobre los Bosques (AIB), cuyos objetivos son:

- Proveer de una guía clara para el trabajo futuro en los arreglos internacionales sobre bosques.
- Incrementar significativamente las zonas forestales protegidas y las zonas forestales manejadas de manera sostenible en el mundo.
- Revertir la disminución en la asistencia oficial para el desarrollo de la gestión forestal sostenible.
- Realzar las ventajas económicas, sociales y ambientales de los bosques, para mejorar los sustentos de las poblaciones que dependen de ellos.
- Revertir la pérdida de cobertura forestal.
- Aumentar los beneficios económicos, sociales y ambientales basados en los bosques.

A la par de ello, se integró el Equipo de Tareas Interinstitucional (ITFF por sus siglas en inglés) sobre los bosques, presidido por la FAO, con el propósito de desarrollar la política forestal mundial. Está integrado por:

- La Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- El Centro de Investigación Forestal Internacional.
- El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la Secretaría de las Naciones Unidas.
- La Organización Internacional de las Maderas Tropicales.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- El Banco Mundial.

No obstante, pese a la conciencia global existente sobre la importancia de los bosques para la conservación de la biodiversidad, el abordaje global del tema forestal carece de mecanismos consistentes que definan las acciones pertinentes que mejoren su situación.

2.4.3. Acceso a recursos genéticos y reparto justo y equitativo de sus beneficios

Los recursos genéticos contribuyen de manera significativa al desarrollo de la industria de producción de semillas para la agricultura y de las industrias farmacéuticas de los países desarrollados. Paradójicamente, las

fuentes de tales recursos son los países del tercer mundo, donde usualmente se ubican las zonas de origen y diversidad de plantas cultivadas.

La colecta de la diversidad genética, por intermedio de propágulos de especies domesticadas y silvestres, ha sido realizada desde los inicios de la agricultura. Basta señalar el intercambio de germoplasma iniciado por los colonizadores españoles de Europa a América y de América a Europa hace más de 500 años. En el siglo XX, los programas de colección de germoplasma más importantes fueron realizados por los centros internacionales del Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola (CGIAR), auspiciada en sus comienzos por la FAO (Guarino, 1995). También han sido importantes los organismos de Estado y las universidades de naciones industrializadas que crearon sus propios programas de recursos genéticos.

La contribución de los recursos genéticos a la economía de los países desarrollados no está cuantificada por completo. Se pueden inferir, sin embargo, por algunos ejemplos. Uno de ellos es el cálculo realizado al flujo de recursos genéticos de maíz, trigo, arroz y frijol a esos países, provenientes del sistema CGIAR, cuyo monto se estima en US$5 mil millones. Otro ejemplo es la contribución a la economía de los Estados Unidos de los recursos genéticos foráneos de maíz y soya, que se estiman en el orden de US$10,200 millones anuales (Riveiro, s.f.).
Por otro lado, entre 1950 y 1980, las medicinas derivadas de plantas significaban más del 25% de los fármacos vendidos en los Estados Unidos, cuyas ganancias en 1996 alcanzaron la cifra de US$32 mil millones (Riveiro, s.f.).

El tema del acceso a los recursos genéticos fue introducido en la discusión global por el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que los consideró estratégicos para el desarrollo sostenible de muchos de los países proveedores de esos recursos. Las discusiones involucraron temas como la distribución equitativa de los beneficios que deriven de su uso, la protección de los conocimientos tradicionales colectivos y constitutivos de los derechos de los pueblos indígenas, y los derechos de propiedad intelectual, particularmente para los mejoradores u obtentores de vegetales.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica reafirma la soberanía de cada Estado sobre sus recursos genéticos, manifestando la necesidad de crear mecanismos que, aparte de facilitar el acceso a esos recursos, garanticen el reparto justo y equitativo de los beneficios de sus usos comerciales. También deja claro que pueden existir usos no comerciales que no generen beneficios (Artículo 15, CDB). En ese sentido propone la creación de medidas como el *consentimiento informado previo y los contratos de condiciones mutuamente convenidas* entre el colector y el proveedor del recurso genético, como mecanismos que puedan asegurar el reparto de estos beneficios.

Aunque el desarrollo de tal norma jurídica quedó a discreción de los Estados, la Conferencia de las Partes, en su sexta reunión, aprobó las Directrices de Bonn, que son una guía para su elaboración y que proponen su estructura y contenido (Croucible II Group, 2000).

Además, el Grupo de Trabajo ABS (Access and Benefit Sharing) del CDB se encuentra en las negociaciones sobre un Régimen Internacional de acceso a los recursos genéticos y la consideración de un certificado internacional de origen o fuente legal del recurso genético que pueda garantizar las aspiraciones de la distribución equitativa de beneficios.

La discusión puso de relevancia el hecho de que el valor de los recursos genéticos se asocia al conocimiento de los agricultores o

pobladores de las regiones donde la especie crece, y que su uso y manejo continuo dio lugar a variadas formas y utilizaciones especializadas. Ello implica la necesidad de tratar el tema como parte del patrimonio cultural de tales grupos.

En ese sentido, la COP del CDB sugiere que las normativas para ese efecto consideren mecanismos que aseguren la protección de los conocimientos tradicionales de esos grupos sociales.

Tal iniciativa permitió establecer un vínculo entre la Organización Mundial para la Propiedad Intelectual (OMPI) y el CDB, con el propósito de desarrollar actividades que promuevan la protección del conocimiento tradicional colectivo asociado a los recursos genéticos y la necesidad de incorporar el certificado de origen de los recursos genéticos para el desarrollo de una patente o protección de una obtención vegetal.

2.4.4. La propiedad intelectual y los conocimientos tradicionales colectivos

El concepto de derechos de propiedad intelectual fue desarrollado en las leyes europeas y norteamericanas como mecanismo para proteger las invenciones individuales e industriales. Tal noción fue adoptada por todos los Estados que firmaron el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés) y particularmente el Acuerdo sobre Aspectos de la Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC), auspiciado por la Organización Mundial del Comercio (OMC) (ADPIC, s.f.).

En materia de conservación, ese acuerdo sugiere que los países miembros pueden excluir de la patentabilidad algunos elementos o componentes de la biodiversidad, como las plantas y los animales, pero establece la obligatoriedad de otorgar protección a las obtenciones vegetales.

Existen varios elementos asociados a la propiedad intelectual que se desarrollan a partir de componentes de la biodiversidad. Uno de los más importantes es el generado por la bioprospección, definida ésta como la exploración de la biodiversidad con el fin de otorgar valor comercial a algunos recursos genéticos y bioquímicos (Duarte, Lea, Roa-Atkinson, 2003).

La mayoría de estos elementos entrañan el uso de especies, recursos genéticos y materiales genéticos desarrollados por pueblos indígenas o agricultores tradicionales, los cuales son componentes importantes de su patrimonio cultural y del complejo sistema de conocimientos tradicionales.

Ello requirió una discusión para establecer vínculos entre los mecanismos de protección de las obtenciones vegetales y los materiales genéticos desarrollados por los agricultores, así como los conocimientos sobre los usos y bondades de las especies de su entorno.

2.4.5. Pueblos indígenas y la conservación y uso de la biodiversidad

Se estima que de las medicinas patentadas y más usadas en el mundo alrededor de 7 mil provienen de los conocimientos botánicos y farmacéuticos de los pueblos indígenas. Por otro lado, sólo a una de cada 10 mil especies escrutadas por la bioprospección se le encuentra aplicación en la industria farmacéutica, hecho que hace que se recurra con mayor frecuencia al etnoconocimiento biológico para el desarrollo de productos a partir de componentes de la biodiversidad, lo cual reduce costos hasta en un 400% (Herrera y Rodríguez, 2004).

En ese contexto, surge el tema de los derechos de los pueblos indígenas, junto con la necesidad de regular el acceso a los recursos genéticos y proteger sus conocimientos como parte de su patrimonio cultural.

Sin embargo, existen algunos temas en el tratamiento de los derechos de los pueblos indígenas que únicamente pueden ser resueltos con la aprobación del Proyecto de Declaración de los Pueblos Indígenas de la ONU, ya que este foro les permitiría ampliar sus posibilidades de intervención en su propio desarrollo. Los elementos de la biodiversidad se encuentran propuestos en el Artículo 29 de ese proyecto e indican que:

Los pueblos indígenas tienen derecho a que se les reconozca plenamente la propiedad, el control y la protección de su patrimonio cultural e intelectual.

Tienen derecho a que se adopten medidas especiales de control, desarrollo y protección de sus ciencias, tecnologías y manifestaciones culturales, comprendidos los recursos humanos y los recursos genéticos, las semillas, las medicinas, el conocimiento de las propiedades de la fauna y la flora, las tradiciones orales, las literaturas, los diseños y las artes visuales y dramáticas (Naciones Unidas, 1994).

Es necesario resaltar que muchos de los problemas a los que se enfrenta la puesta en práctica de los elementos del Derecho de los Pueblos Indígenas inician desde la concepción e interpretación de esta expresión: *pueblos indígenas*. De acuerdo a Zambudio (s.f.), el término se refiere a grupos humanos distribuidos por todo el mundo, muy diferentes entre sí, producto de evoluciones sociales y culturales muy diversas e incluso dispares.

El uso de la expresión *pueblo* en muchos convenios, aunque definida, en ocasiones no se concibe como tal y muchos ven en ella una amenaza a la soberanía de los Estados, razón por la que sustituyeron el término *pueblo* por *población*. Sin embargo, su connotación es distinta y no capta el sentido de cohesión cultural que sí se refleja en la expresión *pueblo* (Zambudio, s.f.).

En el uso y protección de los conocimientos tradicionales, se generaron discusiones y declaraciones cuya referencia es necesario considerar cuando se revise el tema de los pueblos indígenas y la biodiversidad. Según Posey y Dutfield (1999), los más importantes son los siguientes:

- Pacto sobre Recursos Intelectuales, Culturales y Científicos.
- Declaración de Principios del Consejo Mundial de Pueblos Indígenas.
- Proyecto de Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Poblaciones Indígenas.
- Declaración Kari-Oca y la Carta de la Tierra de los Pueblos Indígenas.
- Declaración de los Pueblos Indígenas-Tribales de los Bosques Tropicales.
- Declaración de Mataatua sobre Derechos Culturales y de Propiedad Intelectual de los Pueblos Indígenas, junio de 1993.
- Recomendaciones del Congreso de las Voces de la Tierra.
- Reunión Regional de la COICA y el PNUD sobre Derechos de Propiedad Intelectual y Diversidad Biológica.
- Consulta del PNUD sobre la Protección y Conservación del Conocimiento Indígena.
- Consulta del PNUD sobre Conocimiento y Derechos de Propiedad Intelectual de los Pueblos Indígenas.

2.4.6. Biocomercio

La Iniciativa Biocomercio fue lanzada por la UNCTAD durante la III Conferencia de las

Partes del CDB en Buenos Aires. Pretende estimular la inversión y el comercio de los recursos biológicos, de acuerdo con los objetivos del CDB, y tomar ventaja de las nuevas oportunidades de inversión y mercado que existen de productos y servicios derivados de la biodiversidad, en especial de la industria biotecnológica.

Para la Iniciativa Biocomercio, el manejo de los componentes de la biodiversidad puede generar productos y servicios, lo cual se deriva de la definición del biocomercio establecida por la UNCTAD.

De acuerdo con UNCTAD (2006), biocomercio es el conjunto de actividades de recolección y/o producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (especies y ecosistemas), bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica.

Los principios comunes que permitieron definir un proceso entre la UNCTAD y los programas nacionales de biocomercio son los siguientes:

- Conservación de la biodiversidad.
- Uso sostenible de la biodiversidad.
- Distribución equitativa de los beneficios derivados de los usos de la biodiversidad.
- Sustentabilidad socioeconómica (gestión, producción y mercadeo).
- Compatibilidad con la legislación local y acuerdos internacionales.
- Respeto a los derechos de los actores involucrados en las actividades del biocomercio.
- Claridad sobre la renta de la tierra, uso y acceso a los recursos naturales y el conocimiento.

Este es un nicho de mercado que tradicionalmente ocuparon los pequeños productores en actividades alternativas novedosas. Entre los servicios que se desea transformar en mercancía, se menciona específicamente la protección de cuencas hidrográficas, el secuestro de carbono, el ecoturismo y la bioprospección. Se incluyen productos como colorantes naturales, pinturas, aceites esenciales, compuestos bioquímicos, extractos medicinales y productos finales, como madera, artesanías, nueces, frutos, perfumes y medicinas (UNCTAD, 2006).

Los países que desarrollan programas de biocomercio son Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Uganda, Venezuela y Vietnam.

2.4.7. La seguridad alimentaria

El INCAP (s.f.) define la seguridad alimentaria como el estado donde todas las personas gozan en forma oportuna y permanente de acceso a los alimentos que necesitan, en la cantidad y calidad para su adecuado consumo y utilización biológica, lo cual les garantiza el bienestar que contribuye a su desarrollo.

El hambre es un fenómeno social cuya disminución en los últimos 10 años no ha mostrado variaciones significativas. En los países en desarrollo, la reducción ha sido de apenas un 3% (FAO, 2007) y las regiones más afectadas son el África subsahariana, Asia oriental y del sur y América Latina y el Caribe.

La Figura 4 muestra que la región de Latinoamérica y el Caribe manifiesta una reducción del 10% de la subnutrición desde 1969 a la

fecha; sin embargo, el avance en el último decenio fue menor al 3%.

La seguridad alimentaria es un elemento de importancia mundial, cuya responsabilidad ha sido designada a la FAO, ya que su mandato es *alcanzar la seguridad alimentaria para todos* y asegurar que las personas tengan acceso a alimentos de buena calidad que les permitan llevar una vida activa y saludable.

La FAO ha desarrollado una serie de acuerdos y tratados internacionales con la finalidad de mejorar la producción de alimentos mediante el manejo de los componentes de la biodiversidad ligados a la agricultura y al desarrollo rural. Éstos contemplan el mejoramiento genético de las especies domésticas, tanto de fauna como de flora, la sanidad de las especies domésticas y el mejoramiento de los sistemas de explotación forestal y pesquera.

Las actividades de la FAO relacionadas con el manejo y conservación de los recursos genéticos, donde se incluyen los forestales, se inician en1961. La Conferencia de Estocolmo funda el CGIAR (Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional) y después crea el IBPGR[2]. En sus primeros 20 años, esta institución colectó la variabilidad genética de las especies más importantes en la alimentación mundial, almacenándolas en los diferentes centros internacionales del CGIAR (Guarino, 1995). A la fecha, estas instancias han sufrido cambios significativos hasta concluir, en la actualidad, con la firma del Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos Importantes para la Seguridad Alimentaria, auspiciado por la FAO.

2.4.8. Cambio climático

El cambio climático es un fenómeno integrado por dos fenómenos: calentamiento global y oscurecimiento global, cada uno con causas, orígenes y manifestaciones distintas. Las características del primero se observan en el incremento de las temperaturas de la superficie de la Tierra —alrededor de 0.6 °C en el último siglo— a causa de las emisiones de dióxido de carbono por quema de combustible fósil, cuyo volumen fue de 6.25 mil millones de toneladas en 1996 (GreenFacts, 2007).

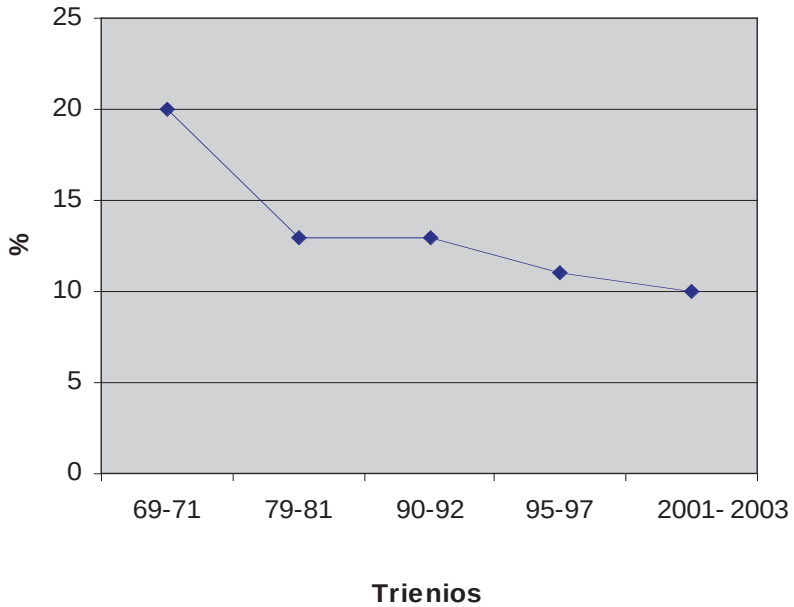


Figura 4. Tendencia de la prevalencia de la subnutrición en América Latina y el Caribe. Fuente: FAO (2007)

El oscurecimiento global se define como el descenso de la radiación solar que alcanza la superficie del planeta. Ocurre a un ritmo de 1% a 3% por decenio, desde hace 40 años, y reduce los volúmenes de evaporación de los espejos de agua.

PNUMA y CDB (2007) señalan que los modelos predictivos del cambio climático indican un aumento de temperatura media global de 1.4 a 5.8 °C para 2100. Sus impactos previstos son:

- Un ascenso adicional del nivel del mar, de 9 a 88 cm.
- Fluctuaciones abruptas en las precipitaciones.
- Fenómenos climáticos extremos más frecuentes, como olas de calor, tormentas y huracanes.
- Mayor expansión e índice de enfermedades peligrosas transmitidas por vectores, como la malaria.

Esos impactos tendrán efectos directos sobre los distintos ecosistemas y especies que los integran. Los más importantes son los cambios en la distribución de las especies, el aumento de las tasas de extinción, los cambios en los tiempos y épocas de reproducción, y las modificaciones en el crecimiento de las plantas.

Se indica también que los bosques son particularmente vulnerables al cambio climático. Se ha demostrado que el aumento de 1 °C modifica el funcionamiento y la composición de los bosques; el 9% de todas las especies conocidas de árboles ya corren un cierto riesgo de extinción. Las especies de árboles leñosos tienen menos posibilidades de desplazarse hacia condiciones más favorables para su crecimiento, dada la velocidad de los cambios en las condiciones climáticas. Los animales que habitan el bosque ven disminuidas sus poblaciones.

La caída en la producción agrícola será consecuencia de la propagación de plagas y enfermedades, mayor estrés calórico, cambios del régimen pluviométrico, mayor lavado de nutrientes de la tierra por las lluvias intensas, incremento de la erosión debido a vientos más fuertes, incremento en el número de incendios forestales en regiones más secas, etc. Para que la adaptación de los sistemas agrícolas a esos efectos sea viable, es necesario desarrollar estrategias más intensas de conservación *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos agrícolas y ganaderos, y mantener opciones destinadas a cubrir las necesidades futuras de la agricultura (PNUMA y CDB, 2007).

Las acciones internacionales para el abordaje de este fenómeno se concentran en el Convenio Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto, cuyo objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático (Naciones Unidas, 1998). Se considera que ese nivel debería lograrse en un plazo cercano para permitir que los ecosistemas se adapten al cambio climático, lo que aseguraría la producción de alimentos y permitiría que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

El Protocolo de Kyoto establece metas de limitaciones en las emisiones de los gases —o familias de gases— de efecto invernadero (CO_2, CH_4, N_2O, PFC's, HCFC's y SF_6) y tiene como objetivo que los países reduzcan sus emisiones por debajo del volumen de 1990, un 5.1%, en el período de compromiso de 2008-2012.

Los resultados de tales acciones internacionales aún no son sensibles, aunque el Panel Inter-

gubernamental (IPCC), en su última reunión en Bangkok, Tailandia, en 2007, definió algunos elementos sobre los costos que tendría el no tomar medidas para detener el calentamiento global. Este panel recomendó en particular realizar esfuerzos para cambiar el estilo de vida de la población y detener el consumismo (GreenFacts, 2007).

2.4.9. Financiamiento

La escasa capacidad de algunos Estados para hacer frente a los cambios necesarios que garanticen el manejo sostenible de la biodiversidad, y asumir los compromisos globales establecidos en cada uno de los convenios vinculados con el tema, evidenció la necesidad de establecer fuentes de financiamiento que pudieran apoyar a dichos Estados en sus esfuerzos encaminados con ese fin.

La comunidad internacional ha dispuesto algunas fuentes de financiamiento a través de los cuales se movilizaron alrededor de US$2,430 billones desde 1991, o sea un promedio de 220 billones al año (GEF, 2002).

Sin embargo, la tendencia en los flujos se encuentra en disminución desde 1999 y el monto total movilizado para 2001 fue de US$196 billones (Figura 5).

En los principales convenios vinculados con el ambiente, se designa al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF por sus siglas en inglés) como ente internacional encargado de la administración de los mecanismos financieros previstos en esos convenios. El GEF funciona bajo la autoridad y orientación de las COP y es responsable ante ellas, presentando por conducto de su secretaría un informe anual de sus actividades en apoyo a esos convenios. Incluye datos específicos sobre la forma en que el fondo ha seguido las orientaciones y decisiones emitidas por las COP correspondientes.

Los recursos financieros se otorgan a organismos internacionales o estatales para la ejecución de proyectos que satisfagan los criterios de elegibilidad previstos, respaldados y promovidos por las partes[3] interesadas. Es importante mencionar que sólo las partes en desarrollo son las únicas elegibles para recibir financiación (UNEP, 2003).

Algunas de las prioridades de financiamiento que debe enfrentar el GEF (UNEP, 2003) son las siguientes:

- Áreas protegidas.
- Biodiversidad importante.
- Desarrollo de capacidades.
- Mejoramiento de prácticas.

Para su desarrollo, ha puesto en marcha cinco programas operacionales relacionados con biodiversidad:

- Ecosistemas de zonas áridas y de zonas semiáridas.
- Ecosistemas marino-costeros y de aguas continentales.
- Ecosistemas forestales.
- Ecosistemas de montaña.
- Conservación y uso sostenible de la diversidad biológica importante para la agricultura.

Además de las fuentes multilaterales mencionadas, se pueden indicar las fuentes bilaterales de financiamiento, caracterizadas porque la cooperación se realiza entre los gobiernos de dos países, a través de embajadas y organismos de cooperación internacional. Algunas de esas fuentes son USAID, de Estados Unidos; ACDI, de Canadá; JICA, de Japón;

AECI, de España; DGIS, de los Países Bajos; y GTZ, de Alemania. Aquí pueden considerarse los mecanismos de canje de deuda por naturaleza, en especial los desarrollados por el proyecto Iniciativa de las Américas y la recién firmada Ley de Conservación de los Bosques Tropicales de Estados Unidos.

De la misma manera, en el financiamiento de las acciones globales vinculadas con el uso y conservación de la biodiversidad, se incorporan las instituciones financieras internacionales de carácter privado, como:

- World Wildlife Fund (WWF)
- The Nature Conservancy (TNC)
- Conservation International (CI)
- Wildlife Conservation Society (WCS)

2.5. Las tendencias generales y otros indicadores del uso y conservación de la biodiversidad

Para identificar las tendencias y tener una visión integral de la situación actual sobre el uso y conservación de la biodiversidad, se recurre a algunas evaluaciones globales sobre su estado general.

Los apartados anteriores sólo muestran las tendencias en algunos factores particulares de la biodiversidad, pero no manifiestan los efectos integrales en el deterioro o recuperación de la biodiversidad en su conjunto.

El informe Planeta Vivo (WWF, 2006) define la situación de la Tierra a partir de tres indicadores: el índice planeta vivo, que mide la reducción de las especies y sus poblaciones; la huella ecológica, que cuantifica el impacto que tienen los grupos sociales sobre la biodiversidad; y la biocapacidad, que indica la capacidad de respuesta a la demanda de productos de la naturaleza en el planeta o en una región.

La Figura 6 muestra la tendencia de reducción de los distintos grupos de especies (marinas, terrestres y de agua dulce) junto al promedio de los grupos (que muestra el índice planeta vivo), el cual muestra una reducción aproximada del 30% de la biodiversidad con respecto a 1970.

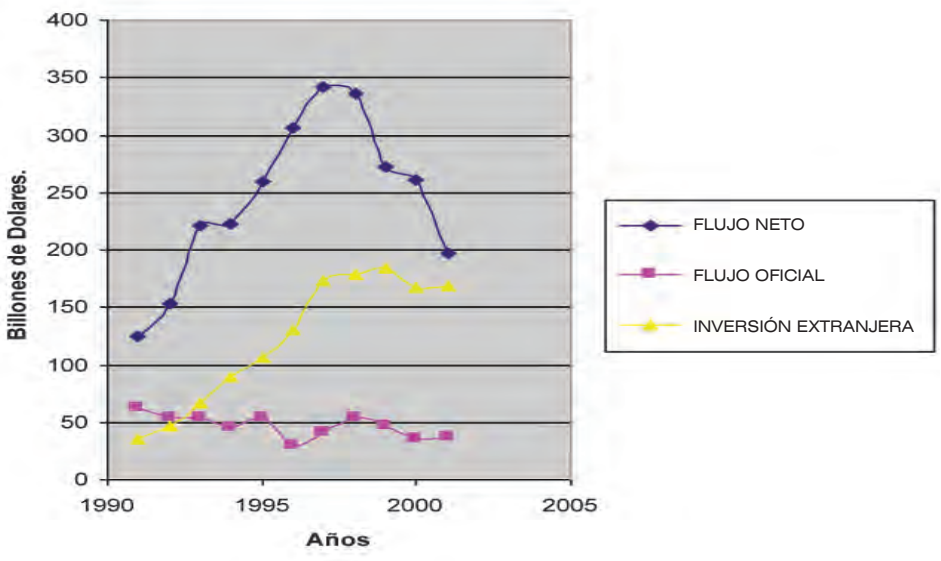


Figura 5. Tendencia de los flujos financieros a los países en desarrollo en billones de dólares. Fuente: GEF (2002)

El índice de huella ecológica es una medida de la demanda de recursos naturales presente y futura de la población mundial, que incluye la producción agrícola, el pastoreo, la explotación de los bosques, la pesca, el consumo de energía fósil, la extracción de agua y otras actividades, y que refleja el impacto de las poblaciones humanas sobre la biodiversidad. La biocapacidad media del planeta se estima en 1.8 ha/gl/per[4]; sin embargo, la huella ecológica reporta una media anual de 2.2 ha/gl/per, lo que indica que existe un déficit de biocapacidad de 0.4 ha/gl/per en el mundo (Cuadro 2).

El origen de ese déficit se encuentra en el impacto de los países desarrollados y con altos ingresos, cuya huella ecológica promedio es de 6.4 ha/gl/per (Estados Unidos y la Unión Europea.) Por otro lado, los países con ingresos medios poseen una huella ecológica que varía entre 1.3 a 1.9 ha/gl/per, y los países de ingresos bajos muestran un promedio de 0.8 ha/gl/per.

Uno de los trabajos que aporta información general sobre el avance en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad es el denominado *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, programa internacional diseñado para proveer información científica sobre los cambios en los ecosistemas y sus consecuencias en el bienestar humano.

Cuadro 2. Indicadores planeta vivo

Indicador	Ha/gl/per
Huella ecológica	2.2
Biocapacidad	1.8
Reserva	- 0.4

Fuente: WWF (2006)

El trabajo desarrolla cuatro escenarios prioritarios:

a. Prevención de la deforestación, el cual tendría mayor efecto en frenar la pérdida de la biodiversidad.

b. Descenso de la diversidad en los ecosistemas acuáticos continentales y marinos, derivado de los excesos de nutrientes, la sobrepesca y la invasión de especies exóticas.

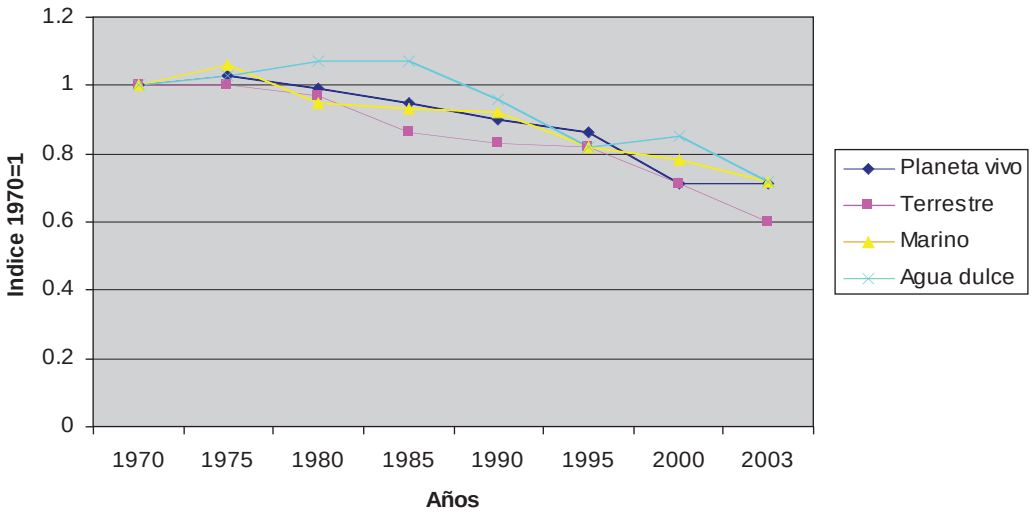


Figura 6. Tendencias de los índices planeta vivo y grupos de especies silvestres terrestres, marinas y de agua dulce. Fuente: WWF (2006)

c. Reducción del bienestar humano debido al surgimiento de conflictos sociales motivados por la escasez de alimentos y recursos hídricos, la disminución drástica de poblaciones de peces, las inundaciones, las sequías, los incendios forestales y las enfermedades.

d. Incremento en la desigualdad social, particularmente en la seguridad alimentaria, aunque exista un aumento de la renta *per cápita* global.

Esta evaluación señala que el ritmo de pérdida ha sido más evidente en los últimos 50 años, y se prevé que se mantenga o aumente. Además, indica que la modificación de los hábitats, el cambio climático y una población y consumo en constante crecimiento continuarán causando, al mismo ritmo o mayor al actual, la pérdida de biodiversidad y los cambios en los servicios que los ecosistemas prestan.

Sin embargo, apunta que las medidas adoptadas para conservar la biodiversidad y fomentar su uso sostenible han tenido éxito en frenar la pérdida global de la biodiversidad, pero se hace necesario intensificar una serie de acciones enfocadas en la conservación, los servicios ambientales y el uso sostenible de la biodiversidad.

3. TENDENCIAS EN EL ÁMBITO NACIONAL

Las tendencias en el uso y conservación de la biodiversidad en el ámbito nacional son el resultado de los enfoques particulares de la legislación y política en materia ambiental, así como de la integración de los convenios y compromisos globales firmados por el Estado.

Se hace necesario analizar los principios fundamentales del marco jurídico vigente, y las leyes que regulan los aspectos relevantes del uso y conservación de la biodiversidad, las cuales han dado origen a las instituciones responsables de su desarrollo. Además, este análisis se complementa con la revisión de la gestión que cada institución realiza, el cumplimiento de sus objetivos y la evolución en los aspectos de la biodiversidad a su cargo. Se revisa también cómo cada institución incorpora las corrientes globales definidas por los convenios firmados por el país.

Las tendencias del uso y conservación de la biodiversidad son el producto de las acciones que cada una de las instancias ha ejecutado, y de las políticas, estrategias y programas de trabajo que han puesto en marcha; de tal manera que los resultados en el manejo de la biodiversidad se evidencian a través de los registros de su actividad.

3.1. Marco jurídico vinculado con el uso y conservación de la biodiversidad

El Cuadro 3 muestra información fundamental acerca del marco jurídico vigente en el país, sobre el cual se desarrollan las acciones del uso y conservación de la biodiversidad. También enumera cada uno de los principios constitucionales y las distintas leyes que regulan actividades relativas al manejo de la biodiversidad y cita las instituciones creadas y las acciones más relevantes realizadas para cumplir con sus objetivos.

El análisis refleja una dispersión y una falta de integración con el tema de la biodiversidad. También muestra la existencia de instituciones con dualidad de responsabilidades e incoherencias en algunas de sus actuaciones. Esto es resultado de principios constitucionales con distintos enfoques de biodiversidad y conservación.

El concepto de biodiversidad (contenido en los acuerdos internacionales) no se asume en ninguno de los cuerpos legales del marco ju-

Cuadro 3. Marco jurídico básico vigente relacionado con el uso y conservación de la biodiversidad en Guatemala y acciones institucionales

Principios constitucionales	Leyes derivadas	Instituciones responsables	Objetivos institucionales	Acciones relevantes
Artículo 64. Asociado con la conservación; no hace referencia al concepto de biodiversidad, sino al patrimonio natural de flora y fauna.	Ley 4-89 y de creación del CONAP y otras instituciones vinculadas.	Consejo Nacional de Áreas Protegidas	Lograr la conservación de la diversidad biológica del país.	· Áreas protegidas · Concesiones forestales · Ecoturismo · Vida silvestre (CITES) (Ramsar)* · CDB
Artículo 97. Vinculado con el medio ambiente y el equilibrio ecológico.	Ley de Protección del Medio Ambiente y otras leyes vinculadas.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención de su deterioro, mal uso o destrucción, y la restauración del medio ambiente en general.	· Gestión de los estudios de impacto ambiental · Proyectos de conservación y uso sostenible del Arrecife Mesoamericano y del Corredor Biológico Mesoamericano · Cambio climático* Lucha contra la desertificación
Artículos 60, 66, 67 y 68, acerca de la Cultura y los Pueblos Indígenas. Definen lo relativo a la protección de la cultura y patrimonio cultural, a la protección de los pueblos indígenas, sus formas de vida, sus tierras y cooperativas agrícolas, a las tierras comunales y a las formas ancestrales de posesión.	Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación.	Ministerio de Cultura y Deportes	Regular la protección, defensa, investigación, conservación y recuperación de los bienes que integran el Patrimonio Cultural de la Nación. Forman el patrimonio los bienes e instituciones que por ministerio de ley o por declaratoria de autoridad lo integren y constituyan bienes muebles o inmuebles, públicos o privados, relativos a la paleontología, arqueología, historia, antropología, arte, ciencia y tecnología, y la cultura en general, incluido el patrimonio intangible, que coadyuven al fortalecimiento de la identidad nacional.	
Artículos 99 y 119. Relacionados con la seguridad alimentaria, la promoción del desarrollo económico y la estimulación de la iniciativa en actividades agrícolas, pecuarias, industriales, turísticas y de otra naturaleza.	Ley del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación	Consensuar y administrar políticas y estrategias que propicien el desarrollo sustentable del sector agropecuario, forestal e hidrobiológico a través de	· Unidad de Normas y Regulaciones · Unidad de Pesca y Acuicultura (UNCLOS)* · Departamento de Seguridad Alimentaria

Principios constitucionales	Leyes derivadas	Instituciones responsables	Objetivos institucionales	Acciones relevantes
			regulaciones claras y estables y el acceso a recursos productivos.	· Instituto de Investigación Agrícola (ICTA) · Programa para la Reconversión de la Producción Agrícola (PARPA) · FAO*
Artículo 126. Declara de interés nacional la reforestación y la conservación de los bosques; también su explotación, incluyendo gomas, resinas, *productos vegetales silvestres no cultivados* y demás productos similares, indicando que la explotación de todos estos recursos corresponderá *exclusivamente a personas guatemaltecas, individuales y jurídicas*.	Ley Forestal	Instituto Nacional de Bosques	Reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, promoviendo el uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y clima; y conservar los ecosistemas forestales del país a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva.	· Programa de Incentivos Forestales · Programa de Banco de Semillas Forestales · Bosques Estratégicos
Los relacionados con la propiedad intelectual, consignados en lo establecido en el artículo 42 relacionado con el Derecho de Autor o Derechos de Inventor.	Ley de Propiedad Industrial	Dirección de Propiedad Intelectual y registros conexos		Registro de Patentes de obtenciones vegetales y procedimientos de extracción de principios activos de organismos vivos. ADPIC*

*En negrilla se señalan los convenios internacionales a cargo de la institución señalada.

Fuente: Elaboración propia

rídico vigente en el país. La conservación es mencionada como una acción, pero no es definida; y en ese sentido el uso y aprovechamiento son mencionados como acciones que no reflejan las intenciones del uso sostenible. Por eso los instrumentos legales vigentes poseen alcances limitados para la ejecución de acciones relevantes en el uso y conservación de la biodiversidad.

3.2. Convenios internacionales en materia de biodiversidad ratificados por el país

Guatemala ha firmado cerca de 43 convenios internacionales relacionados con el medio ambiente, dentro de los que se encuentran los convenios regionales. Sin embargo, el cumplimiento de los compromisos establecidos en ellos requiere la definición del papel que estos convenios juegan en el contexto de las leyes del país y la generación de nuevas leyes o adaptación de las existentes.

El Artículo 46 de la Constitución indica que en materia de derechos humanos los tratados internacionales aceptados y ratificados por el país tienen preeminencia sobre el derecho interno. Con todo, no establece la jerarquía de otro tipo de tratados.

Según el Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, URL e IIA, 2006), la firma y ratificación de los convenios internacionales tuvo dos efectos directos en la gestión ambiental: la sensibilización de los tomadores de decisión en materia ambiental y la posibilidad de captación de fondos de la cooperación internacional para posibilitar su cumplimiento. El Cuadro 4 muestra 11 convenios y dos protocolos firmados y ratificados por el país.

3.3. La gestión en el uso y conservación de la biodiversidad

La gestión pública relacionada con el uso y conservación de la biodiversidad es realizada por una serie de instituciones del Estado (Cuadro 4) y por diversas organizaciones no gubernamentales agrupadas en la Asociación de Organizaciones en Medio Ambiente (ASOREMA), entre las que sobresalen Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN) y Fundación para el Ecodesarrollo (FUNDAECO). A ellas se suman organizaciones no gubernamentales internacionales como The Nature Conservancy (TNC), Conservation International (CI) y World Wildlife Fund (WWF).

En general, el financiamiento de la mayor parte de las actividades relacionadas con la biodiversidad se apoya en tres fuentes: el Presupuesto de Gastos de la Nación, los fondos ambientales nacionales y las fuentes externas. Los montos correspondientes al presupuesto y los aportados por los fondos ambientales aparecen en los cuadros 5 y 6, respectivamente. El destino de los fondos y las actividades más importantes aparecen en las figuras 7 y 8.

La cooperación externa aporta cerca de US$20 millones anuales. El 75% proviene de fuentes bilaterales, otorgadas por Estados Unidos, Holanda y Alemania. El resto corresponde a los aportes de fuentes multilaterales y fondos privados.

Las organizaciones no gubernamentales nacionales, en particular la Fundación Defensores de la Naturaleza (FDN), manejan un presupuesto aproximado de US$1.5 millones anuales. Las ONG internacionales con mayor presencia en el campo ambiental, como The Nature Conservancy (TNC), Conservation International (CI) y Cooperative for Assistance and Relief Everywhere (CARE) aportan fondos para la ejecución de algunas actividades.

En resumen, el apoyo financiero a las acciones de gestión ambiental en Guatemala se constituye en un 50.5% de fuente gubernamental, 49% de fuentes externas y menos del

1% de fuentes privadas, como se observa en la Figura 7.

Se estima, además, que la ejecución de tales fondos se distribuye en el manejo de amenazas y reversión de impactos (42%), manejo sostenible (41%), conservación (16%) y actividades de fortalecimiento institucional (1%), como se muestra en la Figura 8 (FIPA, USAID, EPIQ, 2002).

Recientemente se concluyó la negociación del canje de deuda por naturaleza, en la cual se aprovisionan alrededor de US$24.3 millones para los próximos 10 años con el objetivo de apoyar programas de protección

Cuadro 4. Convenios y protocolos internacionales más importantes firmados por Guatemala vinculados con la conservación y uso de la biodiversidad

Convenio	Aceptación/ Ratificación	Institución responsable
Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, "Convención de Ramsar" (UNESCO)	05/04/1988	CONAP
Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (UNESCO)	31/08/1979	Ministerio de Cultura y Deportes
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (PNUMA)	1971	CONAP
Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (PNUMA)	03/08/1995	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)	14/06/1995	CONAP
Convenio de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (PNUMA)	14/06/1995	Ministerio Ambiente y Recursos Naturales
Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos del Mar (ONU)	31/08/1979	UNIPESCA, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (PNUMA)	Julio/1999	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre Diversidad Biológica (PNUMA)	Agosto/2004	CONAP
Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos (FAO)	Diciembre/2005	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales (OIT) Acta 169	1996	Ministerio de Trabajo y Previsión Social
Acuerdo sobre Aspectos de la Propiedad Intelectual y el Comercio (OMC)	Julio/1995	Ministerio de Economía
Convenio Internacional sobre Madera Tropical (UNCTAD)	Mayo/2001*	INAB

*Guatemala no ha ratificado el convenio, sólo ha presentado una notificación de aplicación provisional

y restauración de áreas protegidas en cuatro regiones: la Reserva de la Biósfera Maya, la Cadena Volcánica del Altiplano Occidental de Guatemala, el Sistema Motagua-Polochic y la Costa del Caribe, y la región de los Cuchumatanes (CONAP *et al.*, 2006).

Cuadro 5. Presupuesto promedio anual de gastos (1999-2001) de las instituciones públicas vinculadas con la biodiversidad

Institución	Monto (millones de Q)
MARN	30.8
MAGA	382.69
UNIPESCA	2.3
CONAP	30.8
INAB	30.8

Fuente: FIPA, USAID, EPIQ (2002)

3.4. Aspectos relevantes en el uso y conservación de la biodiversidad y sus tendencias

3.4.1. Áreas protegidas

Las leyes vigentes relacionadas con la conservación de la biodiversidad en Guatemala, en general, privilegian los mecanismos de conservación *in situ* sobre la conservación *ex situ* (CONAP, 2005a). De ahí que sea evidente la carencia de un programa integral de conservación, la planificación a corto y mediano plazo, y la dispersión de los mecanismos e instrumentos legales que la regulan. Todo esto favorece la evasión de las responsabilidades en la ejecución de acciones.

Cuadro 6. Presupuestos asignados anualmente por los fondos ambientales nacionales

Fondo	Millones de Q.
FOGUAMA	4.62
FONACON	1.54
FCG	1.95

Fuente: FIPA, USAID, EPIQ (2002)

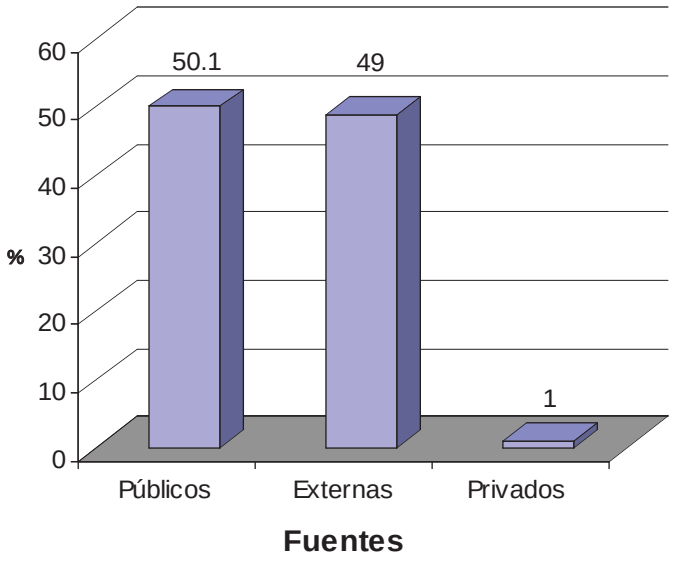


Figura 7. Fuentes financieras de la gestión de la biodiversidad en Guatemala. Fuente: FIPA, USAID, EPIQ (2002)

Cuadro 7. Valor bruto de la producción silvícola 1970-2005

Años	Millones de Q. del año 1950
1970	41.1
1975	48.3
1980	65.1
1985	60.5
1990	67.2
1995	75.5
2000	82.3
2005	93.6

Fuente: Banco de Guatemala

Por ello, el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) es el mecanismo más importante de conservación de la biodiversidad en el país (CONAP, 2006b). El SIGAP está integrado por 162 áreas protegidas[5], junto a 21 áreas de protección especial[6] con una cobertura total de 3,357,509.34 ha, las cuales representan el 31% de la superficie total del país. Sin embargo, pese a su número y aparente cobertura, existe una gran dispersión que se manifiesta en la fragmentación de los ecosistemas que representan, al punto de que casi un tercio (51) sólo cubre 20,814.29 ha; es decir que cada una de ellas posee un promedio de 4 km^2.

En la Figura 9 se observa la tendencia del incremento en número de áreas protegidas legalmente declaradas y el incremento en su superficie. En los últimos cinco años, el mayor crecimiento se debió a la incorporación de las reservas privadas, que aportaron 22,280 ha al sistema, distribuidas en 61 reservas privadas. Debe recordarse que la inclusión e inscripción de tales reservas no están del todo motivadas por la conservación de la biodiversidad, sino por otros intereses, y que la mayor parte incluyen sistemas productivos de especies introducidas dentro de ellas.

La administración de las áreas protegidas es realizada por instituciones públicas, privadas y organizaciones no gubernamentales que

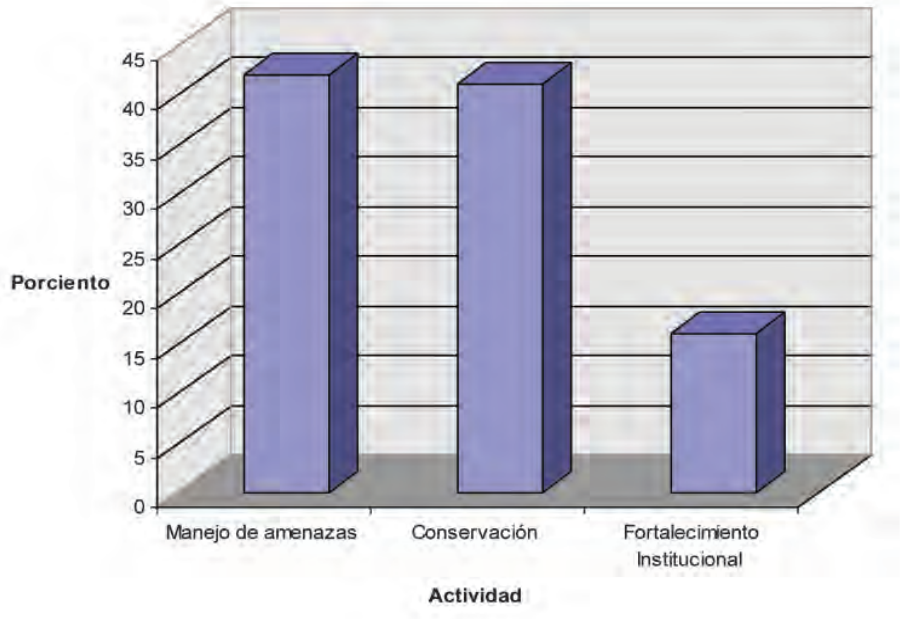


Figura 8. Destino de los fondos de las instituciones dedicadas a la biodiversidad
Fuente: FIPA, USAID, EPIQ (2002)

pertenecen al SIGAP. Dentro de este último, se pueden citar instituciones públicas (Dirección de Antropología e Historia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques), 14 municipalidades y seis organizaciones no gubernamentales. Las reservas naturales privadas son administradas por los propietarios, quienes se agrupan en la Asociación de Reservas Naturales Privadas de Guatemala.

Para suplir algunas de las limitaciones actuales de representatividad ecológica, capacidad de manejo y manejo presupuestario, el SIGAP puso en marcha el Programa de Trabajo en Áreas Protegidas propuesto por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (NISP, por sus siglas en inglés). El proceso pretende cumplir las metas de ese programa: declaratoria de nuevas áreas protegidas con el fin de llenar los vacíos de representatividad, mejoramiento de la capacidad de manejo de las áreas protegidas y promoción de la sostenibilidad financiera de cada una de las áreas protegidas y del sistema en su conjunto. Al proceso se integraron instancias involucradas en el manejo de las áreas protegidas y ONGs nacionales e internacionales.

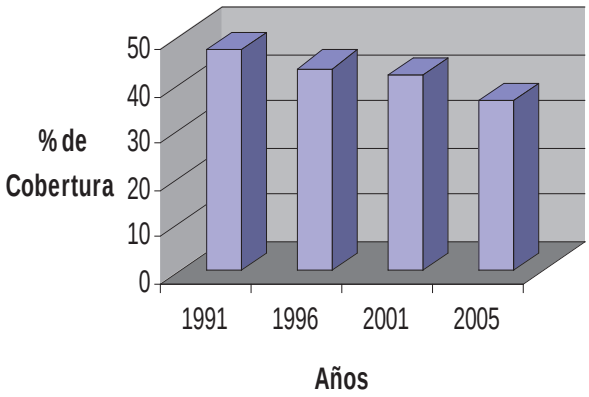


Figura 10. Tendencia en la pérdida de cobertura forestal expresada en porcentaje. Fuente: Elaborado con información de UVG, INAB, CONAP, (2006) y FAO (2007 a)

3.4.2. Los bosques

Los bosques constituyen una de las más importantes fuentes de actividad económica en el país, ya que han aportado, en los últimos años, entre el 1.63% y el 1.68% del producto interno bruto (IARNA, URL, IIA 2006). El valor neto de la producción silvícola pasó de Q67.2 millones en 1990 a Q93.6 en 2005 (Cuadro 7). La deforestación en Guatemala aumentó en las últimas cuatro décadas, pasando del 77% de cobertura forestal en 1960 (Cáceres, 2002) a 36.3% en 2005 (Cuadro 8).

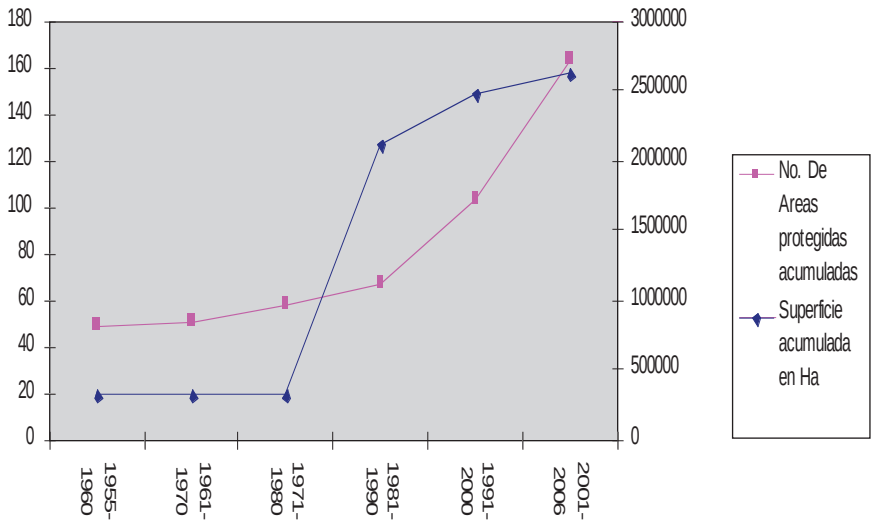


Figura 9. Tendencia en el crecimiento de cobertura y número de áreas protegidas del SIGAP
Fuente: CONAP (2006 b)

Las tasas de cambio de cobertura del país han pasado de -1.2 en el período de 1990-2000 a -1.3 en 2000-2005, períodos en los que se perdió una masa forestal promedio anual de 54,000 ha (FAO, 2007a). Para 2005 se reporta una cobertura total de 3,938,000 ha. Las imágenes observadas en la Figura 11 dan una idea de la variación en la cobertura entre los períodos 1950, 1990 y 2000, y evidencian que la tendencia en la pérdida de cobertura forestal es constante.

La contribución del sector forestal al producto interno bruto puede observarse en el valor bruto de la producción silvícola (Figura 12), que de alguna manera está asociada a la pérdida de cobertura en el mismo período (Cuadro 8).

Cuadro 8. Cobertura forestal del territorio nacional

Año	Cobertura en hectáreas	% de cobertura
1991-93	5,121629	47.32*
1996	4,669691	43.42*
2001	4,558453	42.11*
2005	3,938000	36.37**

Fuentes: * INAB, UVG, CONAP 2006, ** FAO, 2007

Las tendencias de la pérdida de cobertura forestal durante el período comprendido entre 1991 y 2005, esquematizadas en la Figura 10, muestran que ésta fue de 1.43% de la superficie total del país por año. Al mismo tiempo, las tendencias del crecimiento de la producción silvícola fueron de Q1.65 millones por año (Figura 12).

Se observa además que los valores absolutos de las variaciones de ambos indicadores tienden a ser similares y se presentan a un mismo ritmo: el primero en sentido negativo y el segundo en sentido positivo.

De ello se infiere que las modificaciones institucionales del sector forestal en Guatemala no generaron los cambios esperados en las tendencias de pérdida de cobertura ni en la generación de riqueza a partir de esos mecanismos.

Sin embargo, la actividad más importante de desarrollo forestal sostenible es la incorporación de la política de concesiones forestales, mediante la cual se extendieron 26 concesiones forestales, 14 de las cuales están certificadas por Smart Wood y acreditadas en el FSC (Consejo Mundial Forestal), y 12 más en proceso de obtener la certificación. Dichas concesiones se encuentran ubicadas en la Reserva de la Biósfera Maya y cubren un área aproximada de 564,544 ha, que representan un 27% de la reserva y un 5% del territorio nacional (Proarca *et al.*, 2005).

La reforestación, en particular, se ejecuta mediante la aplicación del programa de incentivos forestales PINFOR, a cargo del Instituto Nacional de Bosques (INAB). Se han invertido US$66 millones en un período de siete años (1998-2005), incorporando un promedio de 6,700 ha por año (Figura 13). Sin embargo, es necesario aclarar que tales reforestaciones por lo general contemplan una sola especie, que en muchos casos no son las especies nativas del lugar y que por lo tanto representan una reducción de la diversidad natural de flora y fauna.

Otra actividad es la realizada por el Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos (PPAFD), dentro del cual se ofrece una compensación económica a los propietarios de bosques naturales por los servicios ambientales que proveen. En los últimos cinco años, este programa incorporó alrededor de 32,754.37 ha de bosques para la conservación.

Toda esta información permite señalar que en el país ha habido una limitada aplicación de programas y estrategias para la ordena-



Figura 11. Imágenes de la tendencia de la deforestación entre 1950, 1990 y 2000, elaboradas mediante imágenes tomadas de Ayres (2003)

ción forestal sostenible de los bosques. No obstante, son parte de los compromisos globales del país, determinados por la firma de múltiples convenios relacionados con la biodiversidad, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Convenio Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto y de la Lucha contra la Desertificación.

3.4.3. Los recursos genéticos, su acceso y la distribución justa y equitativa de sus usos

Las acciones relacionadas con los recursos genéticos en el país sólo han sido de carácter investigativo. Los resultados evidencian la importancia del país como origen de especies de importancia económica mundial. Entre los aspectos estudiados se encuentran la distribución territorial de poblaciones del acervo genético de especies cultivadas importantes para alimentación, industria, producción energética, usos ornamentales, etc.

Debe señalarse que las acciones de conservación se han limitado a la conservación *in situ* y *ex situ*. La mayor parte de las pocas acciones *ex situ*, realizadas por instituciones nacionales e internacionales, se vinculan a especies de importancia agrícola asociadas al mejoramiento genético.

Las actividades de colecta y conservación de los recursos genéticos de Guatemala son realizadas por programas de centros internacionales relacionados en principio con la FAO y hoy al CGIAR (Cuadro 9), junto a entidades de países desarrollados vinculados con programas de conservación y mejoramiento genético. Los pocos esfuerzos nacionales son realizados por las universidades y las instituciones del Estado relacionadas con la investigación agrícola (CONAP, 2006).

Como consecuencia de la firma del Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Tratado In-

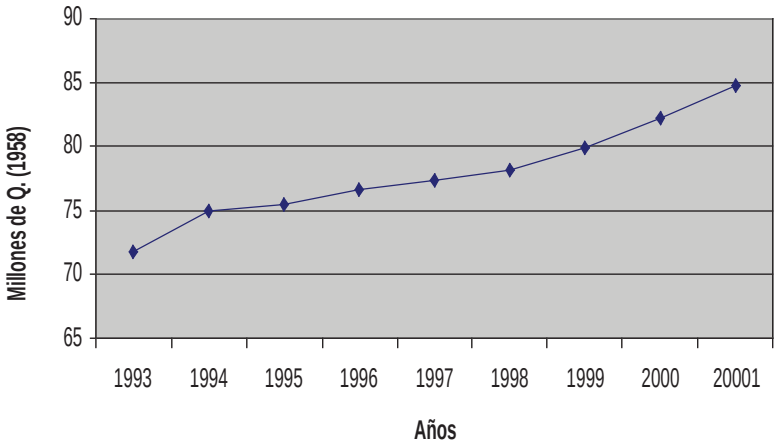


Figura 12. Tendencia del valor bruto de la producción silvícola de 1993 a 2001. Fuente: Estadísticas del Banco de Guatemala

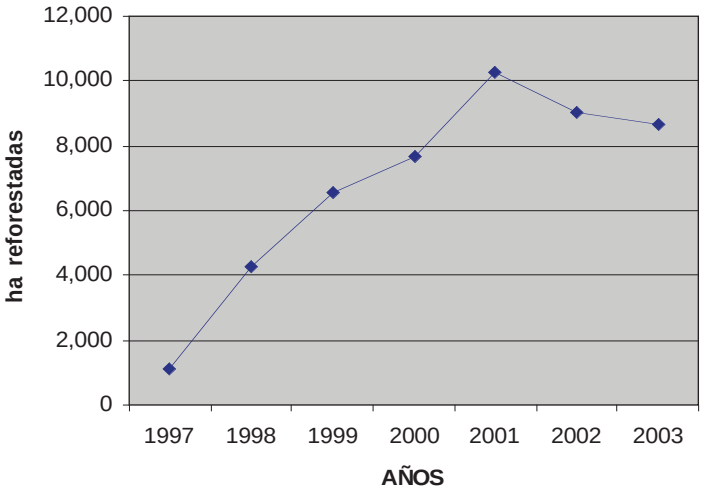


Figura 13. Tendencia de la reforestación realizada por el programa PINFOR. Fuente: INAB (2004)

ternacional sobre los Recursos Fitogenéticos, los recursos genéticos colectados en el país y conservados en los centros internacionales del CGIAR pasan a ser recursos soberanos del Estado de Guatemala. En tal sentido, en 1994 los centros internacionales del CGIAR firmaron un acuerdo con la FAO con el fin de colocar las colecciones de germoplasma bajo su custodia en función de que se pueda ejercer dicha soberanía. Algunas de estas colecciones corresponden a las especies de libre intercambio, amparadas por el Tratado Internacional de los Recursos Fitogenéticos de la FAO.

El Acuerdo Ministerial 177-98, denominado "Normas mínimas para el manejo y preservación de los recursos fitogenéticos del país", es el único instrumento legal vigente en materia de acceso a los recursos genéticos que establece algunas pautas destinadas a regular las colectas de germoplasma vegetal. Lo ejecuta la Unidad de Normas y Regulaciones del MAGA y el ICTA.

El Artículo 15 del CDB requiere que cada Estado regule el acceso a los recursos genéticos, teniendo en cuenta que ellos deben contener mecanismos que aseguren el reparto justo y equitativo de los beneficios que se deriven de sus usos. Sin embargo, el tratamiento de la regulación del acceso a esos recursos requiere la incorporación y la discusión de otros elementos que se encuentran contenidos y amparados por otros convenios firmados por Guatemala. Dichos elementos son:

- La protección de los conocimientos tradicionales asociados con los recursos genéticos.
- Los derechos de los pueblos indígenas que se encuentran asociados con los mecanismos que deben regular el acceso.
- Los derechos de propiedad intelectual, particularmente los derechos de los obtentores de vegetales.

Dos son los procesos que en ese sentido se desarrollan en el país. El primero fue dirigido por Consejo Nacional de Áreas Protegidas, que presentó una propuesta para la elaboración de una ley de acceso a los recursos genéticos en Guatemala (CONAP, 2006a). El segundo proceso surgió de los tratados de libre comercio firmados por el país, los cuales requieren la adhesión a la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales, UPOV, a cargo del MAGA.

3.4.4. Cambio climático

Tras la ratificación del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en marzo de 1995, el país ejecutó una serie de acciones que permiten su cumplimiento, como la creación de la Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta y el Consejo Nacional del Cambio Climático, además de la ratificación del Protocolo de Kyoto.

Cuadro 9. Número de accesiones de recursos genéticos provenientes de Guatemala en el Sistema CGIAR

Centro internacional	No. de accesiones
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)	2,873
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	855
Centro Internacional de la Papa (CIP)	255
The World Vegetable Center (ARVDC)	425
International Center for Agricultural Research in the Dry Areas ((ICARDA)	12
International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)	7
International Institute of Tropical Agriculture (IITA)	11
International Livestock Research Institute (ILRI)	76
Internatiional Research Rice Institute (IRRI)	26
African Rice Center (WARDA)	2
TOTAL CGIAR	4,542

Fuente: www.singer.cgiar.org

Se efectuaron varios estudios, estimaciones y proyecciones sobre las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el territorio nacional. Una de ellas, realizada en 1990, estimó que el 49.4% de las emisiones de gases provienen del sector energético, 43.3% de la agricultura y silvicultura, y el 7.3% de la industria.

De la misma forma se establecen proyecciones sobre los impactos del cambio climático para 2030. Su escenario más moderado indica que las zonas de vida tendrán una reducción de las áreas subtropicales entre 31.55% a 28.74%, mientras que las áreas tropicales aumentarán del 68.45% al 71.26%. Se an-

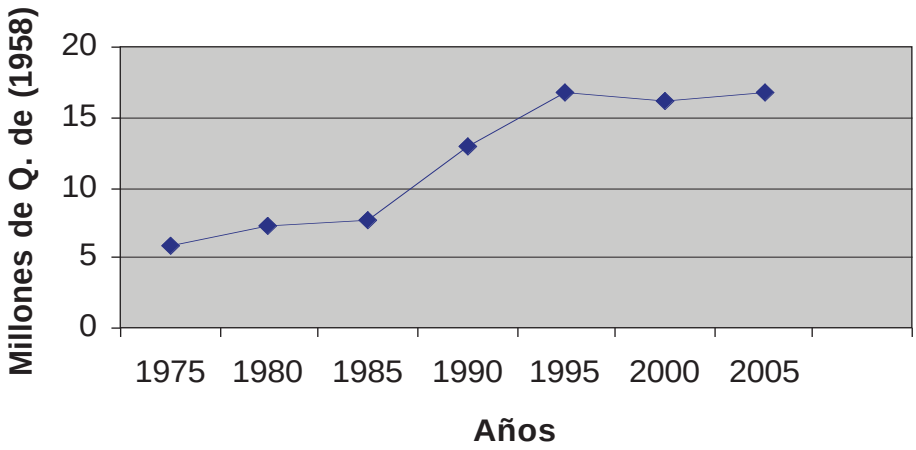


Figura 14. Crecimiento del valor bruto de la caza y la pesca entre 1975 y 2005

ticipa un aumento de las zonas muy secas y secas a expensas de la zona muy húmeda entre el 55% y 60%.

Se predice también un efecto negativo para la mayor parte de las especies forestales, particularmente las coníferas, de las cuales se prevé una reducción de alrededor de 1,792 km^2 de cobertura forestal (64% de la superficie total del país). Las áreas susceptibles de modificaciones se ubican en los departamentos de Huehuetenango, Quiché, Totonicapán, Sololá, Alta Verapaz, Zacapa y Chiquimula.

Se prevé además una disminución de la escorrentía en todas las cuencas en un promedio del 10% respecto de la escorrentía normal, con efectos notorios en las cuencas de los ríos Samalá, Achiguate, Michatoya, Coyolate y María Linda. El aumento de la temperatura y disminución del volumen en la precipitación y la escorrentía superficial ocasionaría una disminución de las fuentes de agua para consumo humano, animal y riego (MARN, PNUD, GEF, 2001).

En consecuencia se sugiere que las medidas para la protección de algunos ecosistemas y especies frágiles sean prioritarias, pues de ellas dependen algunas actividades económicas del país.

Aunque se desarrollen las acciones nacionales tendientes a reducir las actuales emisiones de efecto invernadero, las condiciones del clima están sujetas a la evolución y aplicación de esas medidas en el resto del planeta. Las actividades para proteger la biodiversidad de esos efectos no se deben limitar a aplicarlas, sino a medidas más eficaces como la conservación *ex situ* bajo condiciones controladas. Por otro lado, las proyecciones y estimaciones nacionales no toman en cuenta muchos elementos importantes relacionados con la biodiversidad. La disminución en la producción agrícola, por ejemplo, estará determinada por factores que aún no están presentes y no se pueden estimar, como la presión a la que estarían sujetos los ecosistemas dada la desestabilización social que se produciría a consecuencia de la carestía de alimentos y la necesidad de conseguirlos. Tampoco se considera el incremento en los niveles de los mares, que junto con la disminución de los caudales de las aguas continentales generaría efectos importantes sobre la ictiofauna y una reducción importante de una fuente de alimentos.

3.4.5. Biocomercio

El biocomercio, como iniciativa del UNCTAD, no ha sido implementado en el país, aunque

existen algunas experiencias que pueden enmarcarse dentro de esa concepción. Existe, sin embargo, una gran potencialidad para su desarrollo y para incorporar algunas de las experiencias de aprovechamiento de la biodiversidad dentro del esquema propuesto para ese fin.

En el ámbito regional, se desarrolla el proyecto Mercados Centroamericanos para la Biodiversidad (CAMBio), con el que se pretende incentivar a las microempresas y pequeñas y medianas empresas de Centroamérica a que desarrollen productos y servicios que promuevan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de la región.

En la actualidad, existe una serie de experiencias de manejo y comercialización de la biodiversidad que están definidas por algunos instrumentos de políticas productivas, como el aprovechamiento de la vida silvestre, el desarrollo de determinadas áreas protegidas para su manejo y las concesiones forestales y turísticas.

El valor generado por la caza y la pesca en el producto interno bruto permite inferir el valor comercial de tales actividades. La Figura 14 ofrece una idea del crecimiento del valor de esta actividad y del valor que podría generar con su incorporación al biocomercio. Además, en algunos casos, es parte del desarrollo turístico de algunas regiones importantes.

Al incorporar elementos de financiamiento, asistencia técnica, mercadeo y desarrollo del producto, y mejoramiento de la cadena productiva, se acrecienta la tendencia que actualmente se observa.

De la misma manera, dentro del grupo de especies cultivadas hay amplias posibilidades de generar productos a partir del conocimiento local de sus propiedades. De incorporarlas al biocomercio, se crearían estrategias de mejoramiento de su presentación, comercialización y mercadeo, tanto para el mercado interno como externo. De la misma manera, se aprovecharían las particularidades regionales y locales, cuyas características proveen peculiaridades al producto.

La participación del turismo en el producto interno bruto se estima en 8.9% y es un generador de empleo del 8.7% del total de todos los sectores productivos. Por otro lado, el sector ofrece una amplia gama de posibilidades de desarrollo en el país a través de la biodiversidad, como el ecoturismo y el agroturismo. Se idearon algunas políticas para el desarrollo de ambas propuestas, la primera dirigida a generar estrategias para motivar las visitas a las áreas protegidas, a cargo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas, y la segunda impulsada por la política sectorial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Algunos estudios revelan que entre las motivaciones de los turistas que ingresan al país (Cuadro 10) destacan elementos vinculados con la biodiversidad y la cultura (Cuadro 11) (CONAP, PNUD, GEF, 2006).

Se observa que los mercados y la gastronomía son punto importante de atención de los turistas. En ese sentido, deben identificarse, mejorarse e incentivarse aquellos componentes de la biodiversidad que intervienen en esos mercados, tomando en cuenta que son una muestra de la diversidad de elementos y de formas que integran la vida cotidiana de los pueblos indígenas.

El concepto de ecoturismo integrado al CONAP debe ampliarse e incorporar estrategias para el desarrollo de productos a partir de los elementos de la biodiversidad, fundamentados en el conocimiento tradicional de los distintos grupos socioculturales del país. Además, se deben integrar la fauna y flora silvestres para la generación de productos derivados.

Cuadro 10. Motivaciones de los turistas para visitar Guatemala

Motivo de visita al país	% de turistas
Visita a comunidades y mercados indígenas	53
Monumentos coloniales	52
Sitios arqueológicos	29
Negocios	29

Fuente: CONAP, PNUD, GEF (2006)

Cuadro: 11. Características sobresalientes del país indicadas por los turistas que visitan Guatemala

Características indicadas	% de turistas
Amabilidad del guatemalteco	52
Naturaleza y paisaje	35
Cultura maya viva (gastronomía)	30

Fuente: CONAP, PNUD, GEF (2006)

No se debe olvidar que dicho desarrollo contiene elementos de propiedad intelectual (conocimientos tradicionales) que deben ser resguardados, utilizando por ejemplo la denominación de origen, y que deben promocionarse como una alternativa de protección y desarrollo regional mientras no exista un mecanismo más idóneo.

3.4.6. Seguridad alimentaria

Las tendencias de la subnutrición en Guatemala, como se observa en la Figura 15, se encuentran en franco incremento (alrededor del 1% anual). Esto evidencia que los programas locales e internacionales no generaron cambios en esa tendencia. Guatemala es uno de los pocos países de Latinoamérica donde ese indicador social va en aumento.

La política de seguridad alimentaria en el país se encuentra a cargo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, apoyado en el Decreto 32-2005 (Ley sobre el Sistema Nacional de Seguridad Alimentaria), cuyas principales acciones se concentran en la erradicación de la desnutrición y la disponibilidad de alimentos, con énfasis en aquellas poblaciones en riesgo, y complementada con la ejecución de programas de desarrollo comunitario.

Debe señalarse que esa política no establece ningún vínculo con la biodiversidad, aunque su manejo es la base de la agricultura familiar. Además, se sabe que una gran parte de las familias pobres del mundo sobrevive gracias a ese modelo de producción, pues la mayor parte de sus productos se destina al autoconsumo y sólo sus excedentes se comercializan en el área local.

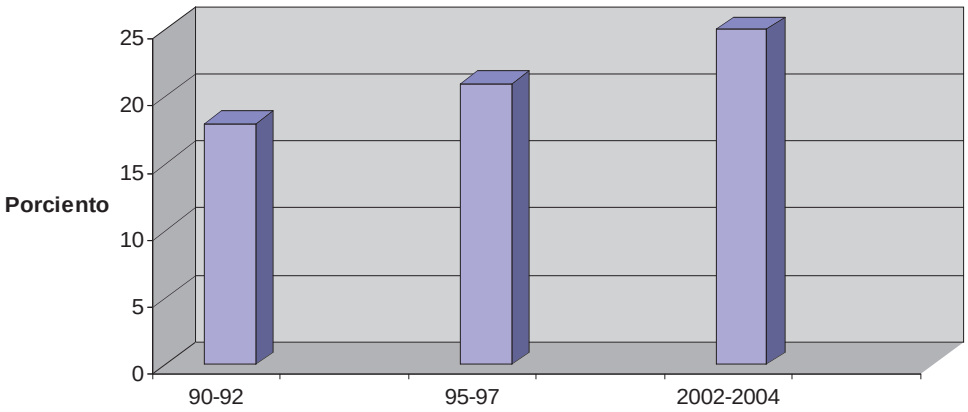


Figura 15. Tendencia de la subnutrición en Guatemala desde 1990. Fuente: IICA (2003)

Las ventajas de este modelo estriban en su estructura diversificada, pues suele combinar cultivos, crianza de animales y otras actividades al mismo tiempo que mantiene una relación muy estrecha con la naturaleza, lo que convierte a estas unidades en actores privilegiados para el manejo sostenible y una ocupación más equilibrada de la población (IICA, 2003).

El crecimiento de la subnutrición en el país es indicativo de que las políticas en esa materia no tienen los efectos esperados y también representa un grave riesgo para la biodiversidad, debido a la presión ejercida por el afán de supervivencia de algunos grupos humanos.

4. COMENTARIOS FINALES

Según el informe Planeta Vivo 2006 de WWF, Guatemala posee una biocapacidad de 1.3 ha/gl/per. La huella ecológica que la población imprime es de 1.3 ha/gl/per; en consecuencia, la reserva de biocapacidad es de 0. El mismo informe señala que el cambio en la biocapacidad entre 1975 y 2003 muestra una reducción del equivalente a un 32%, lo cual es provocado por el crecimiento del índice de la huella ecológica, que en ese mismo período aumentó en un 42% (WWF, 2006).

Evidencias concretas de ese deterioro se muestran en algunas de las tendencias de los factores relevantes de la biodiversidad en el país. Por ejemplo, el aumento de la pérdida de cobertura forestal, que ha llegado a tal punto que la superficie total de bosques en 2005 (3,938,000 ha) es muy cercana a la cobertura reportada de áreas protegidas (3,357,509 ha), de lo cual se puede inferir que en el país sólo existen 580,000 ha de bosques aprovechables. En consecuencia, buena parte de la actividad económica de Guatemala se encuentra en grave riesgo, al igual que los bosques existentes en las áreas protegidas, debido a la presión que afrontarán porque serán las únicas fuentes de productos maderables.

Se observa que, en las últimas décadas, la aplicación de políticas de mejora del sector forestal no ha tenido frutos positivos, en tanto que el crecimiento del valor bruto derivado de esta actividad depende en exclusiva de la extracción. Otro indicador importante es la tendencia del porcentaje de población en condiciones de subnutrición, que crece a ritmo constante desde los años noventa, lo cual indica que los beneficios del uso de la biodiversidad no han generado mejores condiciones de vida a la mayoría de la población.

Pese a que la pérdida de la biodiversidad es evidente, y que se han generado beneficios económicos sustantivos derivados de esa pérdida, la aplicación de las políticas de Estado para conseguir su sostenibilidad no ha sido suficiente, pues la riqueza derivada de esos usos no ha alcanzado a beneficiar a un mayor porcentaje de la población ni mejorado sus condiciones de vida.

Muchas de las tendencias en la política sobre el manejo de la biodiversidad en Guatemala se acoplaron a las corrientes globales mediante la firma de los distintos acuerdos y convenios que las modelan. Sin embargo, los elementos formales para su aplicación (marco jurídico) se encuentran orientados por distintos marcos conceptuales. Es decir, que los distintos instrumentos jurídicos existentes en el país presentan conceptos distintos, limitativos en sus alcances, diferentes entre sí (o inexistentes), lo cual no permite coherencia en la gestión de la biodiversidad y provoca conflictos de competencia. En resumen, se puede indicar que la orientación que muestra el marco jurídico nacional no es congruente con la tendencia en la política mundial del manejo de la biodiversidad.

Como resultado, las tendencias en el uso y conservación de la biodiversidad son de las

mismas características a las previas a la firma de los diferentes convenios en esa materia, con algunas raras excepciones, lo cual es resultado del desinterés político para que dichas condiciones cambien.

Existen algunos aspectos puntuales que se pueden señalar, como problemas en el cumplimiento de tratados internacionales, la falta de desarrollo de legislación nacional derivada de los convenios o la adecuación de las leyes nacionales para hacer factible la inserción de los nuevos elementos que se presentan en esos convenios. Tales elementos van desde conceptualizar el aspecto central del convenio hasta la intención que encierran sus enunciados. El caso del Convenio sobre la Diversidad Biológica, según la evaluación de su cumplimiento (MARN-PNUD, GEF, 2006), establece que los aspectos relevantes que siguen pendientes de implementación son:

1. Creación y aplicación de las medidas que regulen el acceso a los recursos genéticos, la transferencia a otras partes de tecnologías importantes para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, el acceso a dichas tecnologías, y la generación de los vínculos necesarios con los mecanismos institucionales de propiedad intelectual. Todo con el fin de garantizar el intercambio de conocimientos y tecnología y la protección del conocimiento, las innovaciones y las prácticas de las comunidades indígenas y locales.

2. Creación y ejecución de las medidas necesarias para velar por la aplicación de normas de seguridad en la manipulación de los organismos vivos modificados (OVMs) que surjan como resultado de la biotecnología.

3. Adopción de mecanismos adecuados para asegurar que los programas y las políticas pertinentes se sometan a una evaluación del impacto ambiental, y se reduzcan al mínimo los efectos negativos que perjudiquen la diversidad biológica y garanticen su uso sostenible.

4. Desarrollo de mecanismos de conservación *ex situ* complementarios a la conservación *in situ* que se realiza en la actualidad.

Se puede indicar también que las medidas que se encuentran en proceso requieren de un marco jurídico específico. El caso de la regulación de los Organismos Vivos Modificados (OVMs) es digno de mencionar, porque aunque la institución responsable (punto focal del CDB, CONAP) redactó el documento denominado Propuesta de Ley para la Biotecnología Moderna en 2004, aún no se encuentra en la agenda de discusión del Organismo Legislativo pese a ser un compromiso que sobresale del Protocolo de Cartagena (CONAP, 2004).

Otras de las causas que justifican el estado actual es el marco jurídico vigente relativo a la biodiversidad al encontrarse disperso en una serie de normativas originadas en diferentes momentos históricos y que responde a diferentes coyunturas e intereses, lo cual evidencia que no se integran en un mismo concepto u orientación. Esto implica la necesidad de integrar todas las normativas en conceptos unificados para realizar una gestión adecuada de la biodiversidad.

El poco efecto de muchas de las acciones que se derivan de los compromisos mundiales se debe a que muchas de sus intenciones descansan en instrumentos legales de tercer o cuarto orden (reglamentos, estrategias, políticas) inferiores a los que deberían de ostentar. Como consecuencia, su responsabilidad se delega a instancias —comisiones, coordinaciones, consejos, juntas, etc.—, conformadas por una serie de representantes de instituciones afines donde las tareas se tornan difusas.

5. NOTAS

1. Recursos. Bienes, medios o riqueza. En economía, se denomina así al conjunto de capacidades humanas, elementos naturales y bienes de capital, escasos en relación con su demanda, que se utilizan casi siempre conjuntamente para producir bienes y servicios. Diccionarios Eumed.net en: http://www.eumed.net/cursecon/dic/R.htm#recursos

2. IBPGR recientemente conocido como IPGRI y que a partir de 2006 es conocida como *Bioversity International*.

3. Partes. Término usualmente utilizado para referirse a los estados signatarios de un convenio.

4. La expresión ha/gl/per se lee como "hectáreas globales por persona".

5. El dato se refiera a las áreas protegidas declaradas hasta enero de 2006.

6. Áreas de protección especial. Áreas que se encuentran pendientes de declaratoria legal.

6. BIBLIOGRAFÎA

1. APDIC. (s.f.) Aspectos del derecho de propiedad intelectual relacionados con el comercio. Anexo 1, OMC. Consultado en línea el 2/ago/2007. Disponible en: http//www.wto.org./spanish/Docs-s/legal-s/2trips.pdf.

2. AYRES, E. (2003). Cartografía de la biodiversidad. World Watch. Consultado en línea el 14/jul/2007. Disponible en: http://www.nativelands.org/PUBLICATIONS/Pub/Diversidad.pdf.

3. CÁCERES, R. (2002). Capítulo V, caso Guatemala. En: Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe. División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile, Serie Manuales, CEPAL. Consultado en línea el 10/jun/2007, disponible en http://www.eclacorg/publicaciones/xml/8/11048/lcl1690e_5.pdf.

4. CONAP. (2004). Propuesta de Ley de seguridad para la Biotecnología Moderna en Guatemala. Doc 18 (07-2004). Guatemala, 26 p.

5. CONAP. (2005). Situación Actual de la conservación *ex situ* de la biodiversidad en Guatemala. Doc 33(14-2005). Guatemala, 85 p.

6. CONAP. (2006). Elementos de una agenda nacional para la conservación de los recursos genéticos. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Doc 36 (03-2006). Guatemala, 109 p.

7. CONAP. (2006 a). Elementos para la elaboración de una propuesta de ley en recursos genéticos en Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Doc 40 (07-2006). Guatemala, 74 p.

8. CONAP. (2006 b). Estado de la situación actual del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. Informe Nacional de Guatemala, 128 p. Disponible en CD.

9. CONAP, PNUD, GEF. (2006). Proyecto PNUD-GEF-CONAP. "Promoviendo el ecoturismo como herramienta para fortalecer el SIGAP". Copia electrónica.

10. CONAP, TNC, CI. Departamento del Tesoro de Estados Unidos. (2006). Convenio para la conservación de la selva. Documento electrónico de trabajo.

11. DUARTE, O., LEA, V., ROA-ATKINSON, A. (2003). La bioprospección como mecanismo de cooperación para la construcción de capacidades endógenas en ciencia y tecnología y análisis de capacidades de Colombia. Brasil. Consultado en línea el 20/ jul/2007. Disponible en: http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITE-PDF/CI2BRS073.pdf

12. FAO. (2007). Estadísticas sobre seguridad alimentaria. Dirección de estadística FAO. Consultado en línea el 2/jun/2007, disponible en: http://www.fao.org/FAOSTAT/foodsecurity/index_es.htm.

13. FAO. (2007a). Situación de los bosques del mundo. Roma. Italia. Consultado en línea el 2/jun/2007. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/009/a0773s/a0773s00.htm.

14. FAO. (s.f.). Programa especial para la seguridad alimentaria. Consultado en línea el 20/jun/2007. Disponible en: http://www.fao.org/SPFS/index_es.asp

15. FIPA, USAID, EPIQ. (2002). Análisis de la biodiversidad en Guatemala. Consultado en línea el 12/jun/2007. Disponible en: http://rmportal.net/tools/environmental-policy-and-institutional-strengthening-epiq-iqc/epiq-.

16. GLOBAL ENVIRONMENTAL FACILITY. (2002). The challenge of sustainability. GEF, Washington D.C. 102 p.

17. GREENFACTS. (2007). Consenso científico sobre cambio climático y calentamiento global. Consultado en línea el 2/jul/2007. Disponible en: http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico/enlaces/index.htm.

18. GUARINO, L. (1995). A brief history of plant germoplasm collecting. En: GUARINO, L.; RAMANATHA RAO, V. y REID, R. (Eds.). Collecting Plant Genetic Diversity. IPGRI, FAO, UNEP, UICN, CAB INTERNATIONAL. Reino Unido, p. 1-13.

19. HERRERA, S. y RODRÍGUEZ, E. (2004). Etnoconocimiento en Latinoamérica. Apropiación de recursos genéticos y bioética. En: Acta bioética. Vol. 10 (2). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Consultado en línea el 30/may/2007. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S1726-569-X2004000200006&script=sci_arttext

20. IICA. (2003). Seguridad alimentaria, análisis de algunos de sus determinantes desde una perspectiva socioeconómica. Sinopsis No. 11, Noviembre 2003. Consultado en línea el 20/jul/2007. Disponible en: http://infoagro.net/shared/docs/a6/Sinopsis%20%20nov_abr03.pdf.

21. INAB. (2004). Boletín de estadística forestal. INAB, Guatemala, 20 p.

22. INCAP. (s.f.). Seguridad nutricional en los municipios fronterizos de Nicaragua y Costa Rica. Consultado en línea el 18/jul/2007. Disponible en: http://www.bvs-san.incap.org.gt/bus_incap./E/publica.

23. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA), Universidad Rafael Landívar (URL) y Asociación Instituto de Incidencia Ambiental (IIA). (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental de Guatemala. Guatemala, 250 p.

24. KISS, A. (2006). De lo regional a lo universal: la generalización de las preocupaciones ambientales. En La Revista de las revistas, France Diplomatie, Junio 2006. Consultado en línea el 2/jul/2007. Disponible en: http://www.diplomatie.gouv.fr/es/accion-francia_217/libro-y-escrito_316/revista-las-revistas_317/junio-2006_2304.html.

25. MARN, PNUD, GEF. (2001). Primera comunicación nacional sobre el cambio climático de Guatemala. Guatemala. Consultado en línea el 2/jun/2007. Disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/natc/guanc1.pdf.

26. MARN, PNUD, GEF. (2006). Presentación: Proyecto de autoevaluación de la capacidad nacional para el manejo ambiental global de Guatemala. Regional NCSA Workshop Latin America, Santiago, Chile, September 2006. Consultado en línea el 21/jun/2007. Disponible en: http://ncsa.undp.org/uploads/workshops/GUATEMALA.pdf.

27. NACIONES UNIDAS. (1969). Convención de Viena sobre el derecho de los tratados. DocA/CONF39/27/1969. Consultado en línea el 24/jun/2007. Disponible en: http://www.derechos.org./nikzor/ley/viena.html.

28. NACIONES UNIDAS. (1994). Proyecto de Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas. Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Consultado en línea el 23/jun/2007. Disponible en: http://www.unhchr.ch/huridocda/huridoca.nsf/(Symbol)/E.CN.4.SUB.2.RES.1994.45.Sp?OpenDocument.

29. NACIONES UNIDAS. (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 05-61702 (S). Consultado en línea el 25/jun/2007. Disponible en: http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf.

30. NGS, WWF. (2007). Global 200, Terrestial ecoregions of the World, in Wild World. Consultado en línea el 16/jun/2007. Disponible en: http://www.nationalgeographic.com/wildworld/global.html.

31. PNUMA. (2002). Perspectivas del medio ambiente global, Pasado, presente y futuro. Ed. Mundi Prensa, Reino Unido 410 p. Consultado en línea el 2/jun/2007. Disponible en: http://www.grid.unep.ch/geo/geo3/spanish/pdf.

32. PNUMA, CDB. (2007). Cambio climático y diversidad biológica. Consultado en línea el 2/jul/2007. Disponible en: http://www.cdb.int/doc/bioday/2007/ibid-2007-booklet-001-es.pdf.

33. PROARCA, UICN, CCAD, EFCA. (2005). Centro América el Límite Forestal. Consultado en línea el 2/jun/2007. Disponible en: http://www.iucn.org/places/orma/pdf/186.pdf.

34. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario. Consultado en línea el 2/jun/2007-Disponible en: http://www.rae.es/.

35. RIVEIRO, S. (s.f.). La privatización en los ámbitos de la comunidad. En: GRUPO ETC. Acreedores de la deuda ecológica. Consultado en línea el 2/agosto/2007. Disponible en: http://www.deudaecologica.org/modules.php?name=News&file=article&sid=91.

36. ROJAS, V. (2002). El derecho internacional público del medio ambiente al inicio del siglo XXI. En: Anuario mexicano de derecho internacional. Vol II, p. 335-341. Consultado en línea el 2/agosto/2007. Disponible en: http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/derint/cont/2/cmt/cmt11.pdf.

37. UNCTAD. (2006). Principios y criterios sobre biocomercio. Documento de trabajo, UNCTAD Iniciativa Biotrade. Ginebra, Suiza, 10 p. Consultado en línea el 13/jun/2007. Disponible en: http://www.biocomerciobolivia.org.bo/SacFan/public/LST_DOCUMENTOS_2_documento_adjunto.pdf.

38. UNEP. (2003). El recurso para el medio ambiente global. En: Conservation Finance Guide. Consultado en línea el 2/Agosto/2007. Disponible en: http://www.conservationfinance.org/Guide_Spanish/Translations/Guia_GEF_Junio_2003-espanol.pdf.

39. UNEP, CDB. (2004). Informe del órgano subsidiario de asesoramiento científico técnico, tecnológico, acerca de su octava reunión. VII 28, Áreas Protegidas, Conferencia de las partes del Convenio sobre Diversidad Biológica. Kuala - Lumpur. UNEP/CDB/COP/7/21.

40. UVG, INAB, CONAP. (2006). Dinámica forestal de Guatemala durante los períodos 1991,1996, 2001 y Mapa de cobertura forestal. 2001. Guatemala, 96 p.

41. WWF. (2006). Informe Planeta Vivo 2006. Red de la huella global, Sociedad Zoológica de Londres y World Wildlife Found, Colombia, 44 p. Disponible en: http://assets.panda.org/downloads/lpr_2006_spanish.pdf.

42. ZAMBUDIO, T. (s.f.). El derecho de los pueblos indígenas. Edición Digital GATz 200, Facultad de Derecho Universidad de Buenos Aires. Disponible en: http://www.indigenas.bioetica.org/.

Enfoque integrado para reflexionar acerca de la gestión de la biodiversidad

César Azurdia*
Fernando García Barrios**
Martha María Ríos Palencia**

1. MARCO DE ANÁLISIS

Este capítulo pretende dar un enfoque integrado y aplicado sobre el contenido del libro, el cual, más allá de presentar una actualización de información sobre el tema de biodiversidad en el país, propone un enfoque diferente que contribuye a la reflexión sobre algunos elementos estratégicos que permitan mejorar el uso, interpretación y puesta en marcha de marcos de gestión de la biodiversidad en el país. Asimismo, el presente capítulo aporta elementos que pueden ser considerados en el desarrollo del conocimiento aplicado de la biodiversidad en un contexto socio cultural, político, económico y ambiental.

Existen muchas maneras de analizar una situación en un proceso relacionado con la biodiversidad. Una de las más frecuentes y desde la cual muchos países enfocan sus esfuerzos es la que busca *lograr una gestión efectiva*. Concatenar acciones que respondan a un sistema integrado con realidades y necesidades locales es un reto que cada vez se torna más complejo debido a situaciones externas fuera del alcance de nuestros gobiernos. Sin embargo, se identifican áreas o ámbitos de trabajo que son básicos para la administración de los recursos naturales y la biodiversidad.

Dado que el contexto de la gestión de la biodiversidad es complejo, es necesario tomar en cuenta ámbitos en los cuales se ordene el uso de información para tomar decisiones. Los ámbitos considerados para facilitar la comprensión de este capítulo están relacionados con (Unisfera, 2004):

- Disponibilidad y uso de información.
- Marco habilitador a través del diseño e implementación de instrumentos de gestión.
- Participación de actores de la sociedad civil.
- Capacidad institucional.

Cada ámbito debe contar con criterios básicos que faciliten la inclusión e integración de la información generada y sistematizada que se encuentra en los capítulos del presente libro. Esto permitirá adecuar y armonizar la diversidad de temas descritos en el mismo.

Los criterios básicos son:

- **Pertinente**: información adecuada, real, coherente y útil que responda a las necesidades del país y que no genere ambigüedad.
- **Asociativa**: la información, para que se desglose y relacione desde un contexto integrado, depende de muchas variables que interactúan entre sí para alcanzar objetivos de manera sinérgica.
- **Diferenciada**: en cuanto a las temáticas, la información no debe traslaparse para evitar confusiones después de su aplicación. Más bien, debe vincularse de forma sinérgica para cumplir con la pertinencia y asociación de la información, diferenciando claramente la función de entidades competentes.

* Consultor independiente.
** Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO de CONAP).

La actualización, intercambio y disponibilidad de información debe ser transparente y debe estar marcada por procesos sistemáticos, programados y basados en investigaciones científicas para utilizarlas en la toma de decisiones técnicas, científicas y políticas. A partir de este contexto, la información de calidad pretende ser la base para iniciar procesos de administración del conocimiento, es decir que debe aprovecharse tanto en su aspecto científico —en términos de generación y promoción de ciencia— como aplicado.

Cualquier contexto en el cual se utilice una información para mejorar la administración de aspectos relacionados con el tema de biodiversidad debe contar con un marco que habilite y facilite la aplicación del conocimiento con el propósito de alcanzar metas, objetivos y acciones a corto, mediano y largo plazo. Este marco está estructurado a partir de todos aquellos instrumentos de gestión que se relacionan con: regulaciones, normativas, políticas, planes, programas, controles y supervisiones, entre los más importantes. La meta principal de estos instrumentos es transformar, modificar e impactar iniciativas que logren procesos sostenibles a mediano y largo plazo.

El Estado como tal necesita de una plataforma institucional que haga uso de habilidades y destrezas particulares que faciliten procesos de desarrollo local, regional y nacional. Estas capacidades institucionales se relacionan con la disponibilidad de recursos humanos y económicos y con mecanismos de coordinación interinstitucional que se articulan de manera efectiva cuando existen premisas, como estabilidad, credibilidad, transparencia, predictibilidad y, por tanto, continuidad presupuestaria, técnica y de mandato.

A estas capacidades se asocian habilidades de respuesta inmediata cuando se presentan problemas colectivos, de toma de decisiones política y técnicamente viables y, por último, de convocatoria por parte de las instituciones para dialogar sobre problemáticas nacionales y locales. Son las instituciones quienes desarrollarán y promoverán iniciativas a largo plazo.

La participación de la sociedad civil, en cualquier circunstancia orientada hacia el derecho constitucional del bien común, debe ser proactiva, incluyente y permanente, porque los actores de la sociedad son los entes regulados y por ende los sujetos que hacen operativas las acciones nacionales. Sin este respaldo social, la credibilidad, transparencia y apropiación de las iniciativas de conservación y desarrollo sostenible no son viables a largo plazo. Un valor agregado de dicha participación es el efecto sinérgico y multiplicador del impacto y los propósitos de los proyectos y programas enfocados en el bienestar social, económico y ambiental.

Con estos ámbitos y criterios, un modelo conceptual de la integración se esquematiza de la siguiente manera:



El esquema muestra que más allá de la existencia de un contenido con información diversa, por medio de un análisis y el uso de

criterios de integración, se pueden aportar elementos o consideraciones fundamentales para dar un valor agregado a los procesos de sistematización de información y, en general, al proceso de gestión de la biodiversidad.

El valor agregado es, entonces, una adición de información útil que proviene de un esquema lógico de análisis, cuyos insumos proceden de diferentes enfoques presentes en el libro. Es decir, temas como fauna, flora, microorganismos y agrobiodiversidad, entre otros, pasan de ser información técnica-científica a formar parte de propuestas concretas que se relacionan en un marco de análisis social, institucional, técnico y de gestión.

Finalmente, es importante resaltar que mucha de la información sistematizada en el presente libro proviene de un proceso permanente y acumulativo de construcción de conocimiento a partir de experiencias y de ordenamiento de información existente que se ha contextualizado en una realidad como la de nuestro país. Por tanto, el libro identifica vacíos de información y resalta su importancia en los capítulos respectivos para mejorar los procesos de actualización de información en ediciones posteriores. Por ello, el análisis integrado brinda elementos mínimos con base en la información recopilada para apoyar iniciativas innovadoras que se puedan desarrollar en el corto, mediano y largo plazo.

2. CONSIDERACIONES PARA UNA GESTIÓN EFECTIVA DE LA BIODIVERSIDAD DE GUATEMALA

2.1. Información de calidad

La biodiversidad no debe ser un tema conocido, estudiado y manejado únicamente por un grupo minoritario de técnicos en la materia. Por el contrario, para que se viabilice como un elemento importante del desarrollo social y económico del país, la biodiversidad, sus principios y componentes deben ser conocidos en los sectores gubernamentales y no gubernamentales, privados, académicos, productivos y en las comunidades locales.

Frente a la evidente biodiversidad en el país y a la carencia de información disponible y sistematizada sobre la misma, el presente libro aporta información de calidad y de primera mano que contribuye a sentar la línea base del conocimiento de la biodiversidad de Guatemala.

Sin embargo, se ha determinado la necesidad evidente de ampliar la información y divulgar el conocimiento de la megadiversidad del país. Aquí podrían jugar un papel importante las instituciones de enseñanza superior relacionadas con el tema de la biodiversidad, tanto en la generación de información como en su difusión.

Es necesario integrar, en un sistema nacional, la información de todas las colecciones de flora y fauna. El Mecanismo de Intercambio de Información de Biodiversidad de Guatemala (CHM, http://www.chmguatemala.org), manejado por CONAP, es una herramienta útil en este caso. Este banco de datos puede convertirse en la base informativa requerida para desarrollar mecanismos de monitoreo de la biodiversidad e iniciativas de conservación (políticas y estrategias nacionales, programas y/o proyectos, entre otras), y como un medio para la toma de decisiones con base en información científica.

2.2. Instrumentos de gestión

Para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, existen instrumentos de gestión prioritarios que deben ser atendidos: leyes, políticas, convenios, estrategias, mecanismos financieros, líneas de acción e iniciativas que permitan orientar esfuerzos y guiar programas con resultados positivos de beneficio para toda la sociedad. Con este fin, Guatemala debe buscar nuevos y más creativos

instrumentos de gestión y, al mismo tiempo, ordenar aquellos existentes de acuerdo con las necesidades actuales de conservación y desarrollo social.

Dichos instrumentos deben ser realistas respecto a su aplicabilidad y eficiencia en nuestra sociedad. Además, deben considerar las características propias de las poblaciones, su cultura, idiosincrasia y tradiciones; así como la gobernabilidad y capacidad de las autoridades para aplicar la ley y sus políticas. Por una parte, se encuentran los instrumentos de naturaleza jurídico-legal que dictaminan, permiten o prohíben acciones y procesos en favor de la conservación y uso adecuado de la biodiversidad; y por otra, aquellos instrumentos de naturaleza política que procuran obtener beneficios para la sociedad por medio del ordenamiento de políticas, estrategias y programas nacionales.

Dentro del marco jurídico-legal se encuentran aquellos instrumentos referidos al derecho ambiental, que recopilan y analizan leyes, normativas y regulaciones existentes en Guatemala, tanto de índole internacional como nacional. Dentro de los primeros, el más destacado e importante es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), el cual brinda opciones y obligaciones orientadas a la gestión de la biodiversidad por medio de tres objetivos:

a. La conservación de la biodiversidad.

b. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica.

c. La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Como derivación del CDB, surge el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (PC), que regula la transferencia, manipulación y el tránsito de los Organismos Vivos Modificados (OVM). Ambos son instrumentos de gestión de carácter "precautorio", es decir que buscan la previsión, mesura, prudencia y equilibrio en el uso de los bienes naturales evitando desastres a largo plazo para la humanidad, como inundaciones, incendios, sequías, hambrunas y desertificación, entre otros. Sin embargo, este principio no es siempre compatible con reglas y principios del comercio.

La implementación del CBD y su protocolo deben ser desarrollados en estrecha coordinación con los actores involucrados y que a su vez son socios del CONAP como ente rector. Para implementarlo debe incorporarse primero en las planificaciones institucionales del Gobierno, de manera que después se establezcan sinergias con otros actores.

Otro convenio internacional de suma importancia para Guatemala y su vasta biodiversidad es CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), el cual regula el comercio de flora y fauna silvestres en peligro de extinción. CITES se encuentra bajo la dirección del CONAP; sin embargo, su aplicación necesita de mecanismos más ágiles, una mayor sistematización, la incorporación de tecnología a los procedimientos administrativos (trámites de solicitudes, etc.), suficiente personal capacitado, eficiencia en el control aduanero y de transporte de especies y aplicación de sanciones, entre otros. Esto debe fortalecerse por medio de la integración de una unidad especial de cumplimiento de CITES que tenga estrecha coordinación con las delegaciones regionales y también fronterizas, equipadas debidamente para la regulación del comercio de vida silvestre, las auditorías de viveros, granjas comercializadoras, criaderos, centros de recuperación de especies, etc. Es necesario, además, crear partidas arancelarias que incorporen a la biodiversidad como elemento de comercio con sus debidas limitaciones y que, a su vez,

permitan que los beneficios sean percibidos por las poblaciones locales.

Otros convenios internacionales que inciden de manera directa en la gestión de la biodiversidad a nivel nacional son el Convenio sobre Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto, el Convenio sobre Desertificación y Sequía, la Convención Ramsar sobre Humedales y el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos de la FAO, entre otros.

Por otra parte, existen algunos instrumentos de gestión ambiental que en Guatemala deben ser potenciados y aplicados de manera consciente con el fin de proteger la biodiversidad y regular su uso. Nos referimos a los estudios de impacto ambiental y a los análisis de riesgo. Ambos son instrumentos estratégicos incluidos en las leyes como requisito para realizar cualquier tipo de actividad que impacte al ambiente. Además, estos se basan en el principio precautorio y por tanto su aplicación debe ser más rigurosa y exigente. Por ejemplo, estos instrumentos tienen particular aplicación en el uso de OVM's para prevenir y contrarrestar impactos negativos en el ambiente natural y en la salud de los seres humanos.

En términos generales, la legislación nacional debe ser analizada para revisar y corregir los vacíos existentes y las confusiones, eliminar la duplicación de esfuerzos, acciones y lineamientos innecesarios y tipificar los delitos ambientales.

Por otra parte, el marco político nacional está constituido por políticas, estrategias y programas nacionales que, aunque son propositivos y necesarios, no son cumplidos ni considerados al implementar proyectos e iniciativas locales de conservación. La lista puede ser interminable, sin embargo, aún existen algunos vacíos, como políticas fiscales a favor del ambiente, políticas económicas con incentivos para algunas modalidades de conservación, políticas de inversión para reducir la vulnerabilidad ambiental en zonas de riesgos, políticas sobre biotecnología y acceso a recursos genéticos y políticas de protección de los conocimientos tradicionales colectivos, entre otros.

Así mismo, existen estrategias nacionales de conservación y uso ya definidas que coadyuvan a la gestión de la biodiversidad de Guatemala, tal es el caso de la Estrategia Nacional de Biodiversidad que fue institucionalizada en CONAP a través de su Oficina Técnica de Biodiversidad (OTECBIO) en 1999 como respuesta al seguimiento del CDB. Sin embargo, es necesaria su actualización, monitoreo y evaluación sistemática.

Dentro de los instrumentos para la conservación antes mencionados, son necesarios aquellos programas de incentivos destinados a proteger los recursos del agua y el suelo, pero también aquéllos que fomenten la conservación de la biodiversidad. Estos últimos se pueden realizar otorgando beneficios a aquellas personas, instituciones o empresas que introduzcan prácticas de conservación y fomento de la biodiversidad como parte de sus prácticas agrícolas y pecuarias, así como prácticas de índole industrial y productiva. Estos beneficios pueden consistir en compensaciones económicas, prestación de servicios y asistencia técnica que sustituyan las ganancias extraídas de la utilización de la biodiversidad.

Dentro de los instrumentos políticos de gestión es necesario incorporar la metodología de "costo evitado", que en conservación hace referencia al análisis, por medio de resultados costo-beneficio, de las ventajas a largo plazo de conservar la biodiversidad, reflejando costos evitados por prevención de desastres naturales, por ejemplo, así como también los ahorros por prevención de enfermedades humanas a causa del deterioro de la vida natural.

La metodología de costo evitado debe ser aplicada a cualquier decisión ambiental y de inversión pública. En Guatemala, esta metodología es poco utilizada, pero puede ser aplicada ampliamente con un programa de responsabilidad social y ambiental dirigido a las empresas e industrias, quienes son los principales causantes del impacto negativo en los ecosistemas y, por ende, en los ciclos naturales. El objetivo final de estos instrumentos o mecanismos políticos sería conservar y restaurar las zonas prioritarias de conservación a través del desarrollo social.

Otra metodología que debe ser implementada en Guatemala de manera rigurosa es una planificación territorial que incluya el componente ambiental, lo que en otras palabras se conoce como ordenamiento territorial y que, entre otras funciones, destina una actividad definida a un sitio en particular para que la actividad se adapte de manera adecuada sin causar daño al ambiente o a la actividad misma. Esto, además, amortigua el crecimiento demográfico distribuyéndolo de acuerdo con la satisfacción de las necesidades de la población, lo cual evita los riesgos. El ordenamiento territorial debe emplearse tanto en áreas rurales como en los sistemas ecológicos para lograr la coexistencia entre el ser humano y la naturaleza. Además, Guatemala, por su situación geográfica, está expuesta a una serie de fenómenos naturales constantes que deben ser considerados con mucho cuidado al momento de establecer asentamientos humanos seguros.

Por último, es necesario aplicar políticas educativas, sociales y culturales de gobernabilidad y desarrollo rural. La educación ambiental dentro y fuera de los currículos escolares como base del desarrollo sostenible es fundamental para que todas las generaciones rurales o urbanas puedan contribuir de manera consciente y significativa por medio de iniciativas y proyectos. A su vez, estos proyectos pueden replicarse y ayudar así a aumentar los logros nacionales que demuestren que es posible el desarrollo y la conservación.

2.3. Participación de la sociedad civil

La apropiación y la inclusión permiten que las iniciativas de un Estado puedan ser viables, siempre y cuando exista participación de la sociedad civil y las políticas se enfoquen en el bien colectivo. Por ello, es imperativo el involucramiento de actores de la sociedad en los procesos de consulta, planificación y operación de cualquier proyecto, política, ley, etc., relacionados con el aprovechamiento de los componentes de la biodiversidad.

Para el presente caso, la participación de la sociedad civil debe manifestarse a dos niveles:

1. Organizativo

2. Operativo

Ambos niveles permiten un orden de acción que, con base en la información proporcionada por la sistematización del libro, puede desencadenar actividades factibles a través de una participación social informada.

Para el nivel organizativo, es necesario mejorar los niveles de discusión y análisis estratégico de las entidades locales ambientales, como organizaciones no gubernamentales y consejos de desarrollo comunitario, municipal y departamental, entre los más importantes. Su importancia se hace evidente, pues prestan especial interés en la descentralización y recogen información de las necesidades locales. Este mecanismo de organización local debe incorporar, dentro de su agenda, temas de biodiversidad en relación con el desarrollo rural como eje económico, social y político.

Este contexto se convierte, entonces, en una modalidad de trabajo que permitirá incenti-

var a las comunidades que están dentro de áreas de interés para la conservación y a su alrededor, estén éstas legalmente protegidas o no. Cuando la sociedad se ha organizado también ha logrado acuerdos con instituciones y grupos colectivos que responden a intereses productivos de carácter sectorial.

Estas metodologías, con consentimiento previo, desencadenan el interés de participar para conciliar intereses relacionados con el de desarrollo local, particularmente lo que se relaciona con el mejoramiento de la calidad de vida (ingresos económicos, escolaridad y salud, como mínimo) y la distribución equitativa de los beneficios.

La metodología de consulta y los mecanismos de coordinación y formación de *clusters* temáticos se convierten en herramientas de trabajo útiles para el Estado. Sin embargo, su valor agregado se obtiene en aquellos casos en los cuales se fomentan alianzas estratégicas con una visión de largo plazo. Estas alianzas pueden realizarse con el sector privado y el sector público, entre organizaciones no gubernamentales y comunidades, entre la cooperación internacional y comunidades, entre el sector privado internacional (inversionistas) y el sector privado nacional, y entre comunidades y el sector privado internacional. Independientemente del tipo de asociación que se consolide, es importante mantener socios a largo plazo, porque estas alianzas son las que permiten la continuidad en los procesos productivos. Por tanto, esto permitiría promover una mejor participación de las comunidades en proyectos de desarrollo, particularmente en control, supervisión y retroalimentación de la operación de los proyectos.

El nivel operativo, marcado por la aplicación y puesta en marcha de políticas derivadas de mecanismos de organización social y de instituciones estatales, encara la necesidad de descentralizar el diseño, implementación, evaluación y actualización de todos aquellos instrumentos de gestión necesarios que habiliten y faciliten las acciones locales.

En aquellos casos en los que sea necesario el fortalecimiento de las capacidades de liderazgo y de gerencia, tanto para gobiernos locales como para comunidades organizadas, será imprescindible que se ponga en marcha una serie de programas de descentralización en áreas piloto con sus respectivos gobiernos locales.

La descentralización de acciones cobra más relevancia cuando resaltamos las cualidades y valores nacionales que son competitivos a nivel regional y global, como nuestra diversidad cultural y por ende todo el conocimiento tradicional colectivo que está asociado a las modalidades de uso y conservación de los recursos de la biodiversidad. El conocimiento tradicional asociado a la biodiversidad se ha constituido a través del tiempo en uno de los factores más importantes de conservación y utilización sostenible de los recursos naturales. Gracias a la custodia de dichos conocimientos, se han preservado y mejorado gran diversidad de especies vegetales y animales que se han constituido en parte importante de la vida del ser humano, por su utilidad en la alimentación, en la construcción, en la medicina, etc.

Desde este concepto, es fundamental la protección de estos conocimientos a través de vinculaciones legales de responsabilidad y compensación para que terceras personas o entidades que hagan uso de dicho conocimiento con fines productivos y de posterior comercialización se encuentre entre límites permitidos de administración de dicho conocimiento. Esto retribuirá de forma justa y equitativa a las comunidades indígenas y locales, cuya evolución del conocimiento ha dado un valor agregado a nuestra biodiversidad. Las protecciones recomendadas serían mediante:

1. Derechos de propiedad intelectual vigentes

2. Un régimen *sui generis*[1]

El conocimiento tradicional protegido puede ser potencialmente atractivo cuando se desarrollen acciones encaminadas a la promoción, creación e implementación de microempresas y pequeñas y medianas empresas comunitarias —MIPYMEs— que utilicen los recursos naturales con fines de conservación, uso y comercialización de la biodiversidad.

Esta alternativa se convierte en una salida con gran potencial para aumentar las habilidades y desarrollar oportunidades de negocios amigables con la biodiversidad, siempre y cuando éstos sean financieramente viables. Adicionalmente, es necesario crear alianzas estratégicas con el sector financiero del país para crear, implementar y ampliar servicios financieros que aumenten el monto de los préstamos (preferenciales y acompañados de certificaciones internacionales) a las MIPYMEs orientados hacia las inversiones que generen beneficios[2] a la biodiversidad.

Una actividad asociada tanto a la protección de conocimientos tradicionales colectivos como a la implementación de MIPYMEs es la promoción de distintos tipos de turismo.

Además, Guatemala, por ser centro del origen de varias especies de flora y porque posee diversidad de especies útiles en la ingesta alimentaria, demanda formas creativas que promuevan el aprovechamiento de nuestra agrobiodiversidad. Por ello, las acciones deben orientarse hacia el fortalecimiento de los mercados locales, los sistemas internos de control (certificación local), el manejo y administración de microempresas, el comercio justo en el mercado internacional, un programa nacional de investigación y el uso de especies subutilizadas como medio para la diversificación agrícola a nivel regional y local que sirva de base para un plan nacional de seguridad alimentaria. De manera complementaria, la agrobiodiversidad y sus formas de conservación deben fortalecer el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas debido a que es una alternativa de protección y conservación a través de huertos familiares y de parcelas manejadas con agricultura tradicional.

2.4. Capacidad institucional

Para adelantar estas iniciativas y alcanzar resultados positivos y significativos, se debe contar con un marco claro de la capacidad institucional a nivel nacional, debido a que, en la actualidad, Guatemala no cuenta con una política unificada y complementaria, sino que, por el contrario, las funciones se traslapan y las responsabilidades no están bien delimitadas. Es decir, la protección de la biodiversidad no es responsabilidad de una institución rectora, sino varias instituciones gubernamentales se encargan de distintos componentes de la biodiversidad. Estas instituciones funcionan con objetivos y metas diferentes. A pesar de que el CONAP es la institución rectora del manejo de la biodiversidad, ésta administra principalmente áreas protegidas. De inmediato se puede observar que la biodiversidad no se encuentra distribuida exclusivamente en áreas protegidas, sino que está presente tanto en hábitats poco disturbados como en áreas con diferentes grados de manejo. Por eso algunas instituciones, como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), tratan con la biodiversidad asociada a las actividades relativas a la agricultura (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas —ICTA— con la responsabilidad de la agrobiodiversidad), la acuicultura (Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura —UNIPESCA—) y la biodiversidad forestal (Instituto Nacional de Bosques —INAB—).

Sin embargo, el desfase más grande se observa al revisar que el Ministerio de Ambien-

te y Recursos Naturales (MARN) es el ente responsable del medio ambiente; en éste se incluyen los recursos naturales y, dentro de ellos, la biodiversidad. Entonces, se presentan problemas de coordinación política, financiera y técnica.

Ante esta problemática se han planteado dos posibles salidas. En primer lugar, el establecimiento de un MARN que sea más inclusivo y que absorba a las otras instituciones que trabajan con los componentes de la biodiversidad. Y segundo, la creación de una institución autónoma responsable de la biodiversidad en el sentido amplio de sus componentes, por ejemplo, un Instituto Nacional de Biodiversidad.

Otro elemento importante se refiere al marco operativo, el cual debe reforzarse para mejorar la capacidad institucional.

Algunos elementos importantes son:

- Capacitación y desarrollo de profesionales y especialistas que ofrezcan una mayor variedad de opciones y campos de acción. Es decir, la formación de más profesionales con perspectivas y tendencias particulares e individuales procedentes de diferentes escuelas y metodologías de conservación que sean capaces de discutir ideas y aportar técnicas novedosas y soluciones creativas. En Guatemala, muchas áreas temáticas están desatendidas por la insuficiencia de expertos que se dediquen a la ampliación de estos temas; por ejemplo, la investigación en microorganismos, en vida acuática, en el nivel molecular y en grupos de flora y fauna. Dentro del campo de la capacitación, pero en el nivel local, es necesario organizar cursos de actualización para taxónomos y biólogos moleculares, así como fortalecer la enseñanza de estos campos en las carreras universitarias que atienden esta temática, entre otras acciones.

- Fortalecimiento de las capacidades nacionales para mejorar la gestión de la conservación *in situ* y *ex situ*. Para ello es necesario atender los siguientes requerimientos: desarrollo de un sistema nacional de información sobre la biodiversidad, conocimiento de la biodiversidad dentro y fuera de las áreas protegidas (inventario de especies y su interrelación dinámica) y desarrollo de actividades tendientes a la complementariedad entre la conservación *in situ* y *ex situ*.

- Generación y promoción del conocimiento para fortalecer la conservación y su gestión. Su objetivo es crear vocación humana para el uso sostenible de la biodiversidad, fortalecer la toma de decisiones, adoptar medidas apropiadas de uso y estimular la cooperación entre los distintos actores.

- Fortalecimiento de equipos interdisciplinarios de investigación en biodiversidad para elaborar proyectos con el fin de presentarlos en programas de financiamiento competitivo.

- Desarrollo y administración adecuada del SIGAP. Para ello se requiere de la gestión de áreas protegidas ya existentes, implementando planes de manejo adecuados y coherentes de acuerdo con las capacidades y potencialidades de cada sitio. Se deben formular, evaluar y actualizar planes maestros y sistemas de evaluación y monitoreo eficaces y eficientes. Así mismo, se debe fomentar la creación de más áreas protegidas y otros mecanismos creativos de conservación como respuesta al análisis de vacíos del SIGAP.

- En cuanto al Estado, la biodiversidad se convierte en la actualidad en un tema multisectorial y transversal. Esto implica vínculos con políticas educativas, sociales, económicas, ambientales, culturales,

de gobernabilidad y desarrollo rural, entre otros.

2.5. Elementos complementarios

Existen otros elementos complementarios que son claramente transversales a los ámbitos de la gestión que han sido discutidos hasta ahora. Entre éstos tenemos:

- En la mayoría de casos, la biodiversidad ha sido considerada únicamente por su valor *per se*, perdiendo de vista el valor que puede aportar como bienes y servicios ambientales. Este segundo valor es de suma importancia porque se puede obtener sin perturbación alguna del elemento físico conocido como biodiversidad. Es decir, la biodiversidad crea valor simplemente por los efectos positivos que aporta como generador de bienes y servicios, como producción y almacenamiento de agua, producción de oxígeno, absorción de CO^2, ecoturismo y disminución de desastres ambientales, entre otros. En Guatemala se ha puesto muy poco interés a este importante aporte de la biodiversidad. Por lo tanto, no se está aprovechando la posible generación de fuentes de ingreso que pueden servir tanto para la conservación de las áreas protegidas como para el desarrollo local y regional.

- Además de no contabilizar el valor de la biodiversidad, tampoco se contabilizan los impactos de su degradación. Este elemento es importante considerarlo cuando se analiza el estado de conservación actual y el efecto de las amenazas existentes, las cuales, en conjunto, tienden hacia una acelerada degradación de los recursos. En este sentido, la restauración de la biodiversidad, si es que en algunos casos se puede recuperar, tiene costos bastante elevados. Las fuentes de financiamiento para esta restauración no son fáciles de obtener en las arcas nacionales y tampoco en la ayuda financiera que proviene de operantes internacionales.

- La conservación bajo la modalidad de áreas protegidas es tan sólo una forma de conservación *in situ*, por lo cual es necesario complementarla con otras formas de conservación *in situ* y *ex situ*. En este sentido, en Guatemala se ha desarrollado muy poca actividad en el tema de conservación *ex situ* (ya sea fauna o flora) y en la conservación *in situ*, representada por el uso de tecnología agrícola tradicional desarrollada por los agricultores tanto en parcelas de cultivo como en huertos familiares.

- Para medir los alcances de las diferentes acciones tomadas en cuanto a la gestión de la biodiversidad, es necesario desarrollar mecanismos de monitoreo que abarquen metodologías adecuadas y de fácil utilización. A pesar de que algunas instituciones nacionales, públicas y privadas, monitorean la biodiversidad, actualmente no hay ninguna convergencia nacional en cuanto a una metodología que esté aceptada por los actores relacionados con el diseño y ejecución de programas de monitoreo en el país. Se ha recomendado elaborar un conjunto de indicadores sobre biodiversidad, optimizar el uso de sistemas de información geográfica y crear un comité nacional de monitoreo de la biodiversidad que consolide distintas metodologías (CONAP, 2005).

2.6. Actividades puntuales

Como parte final de este capítulo, se considera que hay por lo menos tres actividades puntuales que es necesario apoyar para alcanzar el desarrollo sostenible, lo que implica conservar la biodiversidad al mismo tiempo que se está generando valor económico para bienestar de la sociedad. Estas actividades incluyen lo siguiente.

2.6.1. Agrobiodiversidad como base para desarrollar un programa de seguridad alimentaria

Las diversidades cultural y biológica brindan una combinación perfecta que origina una agrobiodiversidad que presenta diferentes formas de producción, conservación y manejo de distintas especies agrícolas de alto valor biológico y alto contenido nutricional y económico (en términos de menores costos de producción).

El sector salud ha conceptualizado la seguridad alimentaria y nutricional como el estado en el cual todas las personas gozan, en forma oportuna y permanente, de acceso físico, económico y social a los alimentos que necesitan, en cantidad y calidad, para su adecuado consumo y utilización biológica, garantizándoles un estado de bienestar general que coadyuve al logro de su desarrollo[3]. Esta definición considera la interacción de los cuatro pilares relacionados con la cadena agroalimentaria y nutricional: disponibilidad de alimentos, accesibilidad a ellos, su consumo y la utilización o aprovechamiento óptimo de los mismos.

La desnutrición en Guatemala alcanza valores del 23% y se constituye así en el más alto de Centroamérica[4]. Por esta razón, es necesario buscar alternativas para solucionar esta problemática. Parte de la respuesta se puede encontrar en la riqueza que existe en la agrobiodiversidad de Guatemala (disponibilidad de alimentos), ya que se ha demostrado que el contenido nutricional de ésta es mucho más alto que la de productos agrícolas propios de otras latitudes. Así mismo, la accesibilidad a dichos alimentos es factible si se piensa que estas especies forman parte de los sistemas de agricultura tradicional que desarrollan los campesinos guatemaltecos, por lo que se conoce su forma de producción y, además, su precio de mercado es accesible. De la misma manera, estos alimentos ya forman parte de la dieta tradicional y de las costumbres del país.

El MAGA, en colaboración con los programas de FAO, debe de retomar esta temática. En este sentido, es necesario compilar toda la información que en esta materia ha sido generada por instituciones como el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Después, es necesario promover el cultivo y consumo de estas especies tanto en el ámbito rural como urbano para apoyar la seguridad alimentaria.

2.6.2. Estrategia de biocomercio

La Iniciativa Biocomercio fue lanzada durante la 3ª Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en Buenos Aires, por la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo). Por biocomercio se entiende "el conjunto de actividades de recolección y/o producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (especies y ecosistemas) bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica" (UNCTAD, 2005). La misión de la iniciativa es estimular la inversión y el comercio de los recursos biológicos en la línea de los tres objetivos del CDB. El objetivo es aprovechar las nuevas oportunidades de inversión y exportación que existen en el momento debido al emergente mercado de productos y servicios derivados de la biodiversidad, especialmente en lo que se refiere a la industria biotecnológica. En la Iniciativa Biocomercio, los componentes de la biodiversidad son considerados como productos y servicios. Uno de los objetivos de la iniciativa es cambiar los patrones de consumo en los países industrializados y en las áreas urbanas en los países en desarrollo para que acepten y consuman más *bioproductos*.

En el nivel nacional, la Iniciativa Biocomercio ayuda a los países en desarrollo a la implementación de programas nacionales de biocomercio. Estos se centran en países que son ricos en biodiversidad y cuyos gobiernos tienen un claro interés en desarrollar la capacidad nacional para promover el biocomercio. Estos programas promueven el comercio y la inversión en productos y servicios derivados de la biodiversidad nativa. Así mismo, se persigue fortalecer la capacidad institucional en los siguientes aspectos: desarrollar una política de apoyo al biocomercio y proveer asistencia técnica concreta a las iniciativas de biocomercio y a otros actores de la economía.

Guatemala es un país que todavía no cuenta con un programa nacional de biocomercio, por lo cual es urgente desarrollar actividades primarias que permitan identificar los productos que pueden incluirse en esta actividad y las prácticas de manejo amigable del ambiente que existen o que se pueden implementar. De igual manera, es importante coordinar los entes de gobierno con la sociedad civil relacionada con la temática.

El establecimiento de un programa de biocomercio para Guatemala se convierte en una oportunidad estratégica para impulsar procesos innovadores sobre uso, manejo y aprovechamiento de los recursos de la biodiversidad. Así mismo, se crea la necesidad de desarrollar iniciativas orientadas a fortalecer y promover el desarrollo de capacidades nacionales en el área de ciencia y tecnología y su importancia como medio para conservar la biodiversidad y para obtener productos innovadores y con ventajas comparativas y competitivas en el mercado globalizado. De igual manera, el comercio de la biodiversidad se convierte en una herramienta potencial para el desarrollo de comunidades locales y el respeto a los conocimientos tradicionales colectivos asociados con el uso sostenible de sus recursos genéticos.

Una planificación del país por medio del diseño e implementación de un Programa Nacional de Biocomercio con el apoyo de la *Iniciativa Biocomercio* de la UNCTAD permitiría orientar esfuerzos del sector público y privado, y de las comunidades indígenas y locales de manera conjunta y coordinada para la ejecución de proyectos piloto exitosos que demuestren el potencial de la biodiversidad como medio para el desarrollo local y la consolidación de empresas comunitarias que puedan vender sus productos en los mercados nacionales e internacionales.

2.6.3. Ecoturismo

En otros países, el ecoturismo desarrollado en el interior y alrededor de áreas protegidas ha mostrado ser un elemento efectivo en la consolidación de las áreas protegidas, por su aporte en el aspecto financiero, administrativo y de protección y por el involucramiento de las comunidades vecinas y el sector privado como agentes de conservación. En este sentido, es necesario desarrollar este tipo de actividades en Guatemala dado que parte de la biodiversidad nacional se encuentra dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

La implementación del ecoturismo en Guatemala presenta algunas dificultades que tienen que ser resueltas (CONAP, 2005a): políticas, planeación y manejo fragmentado, vacíos en la capacidad de los actores para implementar el ecoturismo, ausencia de incentivos para desarrollar iniciativas de ecoturismo, dificultades en la integración de esfuerzos en ecoturismo con el manejo de áreas protegidas, y débil gobernabilidad y seguridad.

Para solventar esta problemática, se recomienda:

1. Establecer un mecanismo legal y administrativo para implementar efectivamente el ecoturismo.

2. Fomentar la participación plena de las comunidades locales por medio de *clusters* turísticos.

3. Determinar e implementar las herramientas de costo-mercado consideradas más efectivas para atraer turistas a las áreas protegidas.

4. Entrenar al personal de las áreas protegidas y a los miembros de las comunidades locales y las municipalidades en las destrezas necesarias para alcanzar una operación ecoturística exitosa.

5. Establecer incentivos para el ecoturismo.

6. Crear proyectos piloto en áreas protegidas de tres o cuatro diferentes áreas del país, que operen bajo diferentes esquemas de manejo.

7. Coordinar medidas de gobernabilidad y seguridad en las rutas seleccionadas.

8. Monitorear y evaluar el impacto positivo y negativo del ecoturismo sobre la biodiversidad y sobre el bienestar de las áreas protegidas y comunidades circundantes.

9. Incrementar la inversión estratégica pública y/o privada en infraestructura básica para atender a los visitantes.

Al final, se esperaría contar con un sistema de áreas protegidas con capacidad mejorada para conservar la biodiversidad debido a la obtención de ganancias provenientes del ecoturismo. Igualmente, las comunidades aledañas involucradas en la conservación de las áreas se beneficiarían económicamente por las actividades de ecoturismo, entrenamiento e infraestructura. Por último, el SIGAP sería visto como un destino ecoturístico importante que vendría a complementar la demanda de atracciones culturales.

Los elementos planteados en el presente libro muestran que el camino que nos podría llevar a heredar nuestros recursos naturales en buenas condiciones a las siguientes generaciones descansa en una responsabilidad compartida con todos los ciudadanos guatemaltecos.

3. NOTAS

1. Esto implica contemplar las particularidades del conocimiento tradicional, como la propiedad colectiva, su carácter intergeneracional, el intercambio de conocimientos entre pueblos y la vinculación indisoluble con las tierras y territorios, entre otros aspectos.

2. Estos beneficios deben identificarse desde la perspectiva de ingresos económicos, mejoramiento de la calidad ambiental y desarrollo social.

3. Disponible en: http://www.ops.org.gt/ADS/San/san.htm.Consultado el 15 de abril de 2008.

4. Disponible en: http://www.ops.org.gt/ADS/San/Analisis%20de%201a%20Situación%20Nutricional%20(09112004).pdf. Consultado el 15 de abril de 2008.

4. BIBLIOGRAFÍA

1. Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo —UNCTAD—. (2005). UNCTAD Iniciativa BioTrade. Estrategia de implementación. UNCTAD/DITC/TED/2005/5. 11 p.

2. Consejo Nacional de Áreas Protegidas —CONAP—. (2005). Caracterización del monitoreo de la biodiversidad en Guatemala. Reglamentos, normativas y procedimientos. 25 (05-2005). 40 p.

3. _____. (2005a). Promoting ecotourism in Guatemala to strengthen the national protected areas network. PNUD, GEF.

4. UNISFERA, CENTRE INTERNATIONAL. (2004). Elementos para una gestión ambiental efectiva en El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala y Costa Rica: informe preliminar para discusión.







Biodiversidad para siempre

Presidencia de la República
Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-

Misión

Asegurar la conservación de niveles socialmente deseables de diversidad biológica a través de áreas protegidas y otros mecanismos de conservación in situ y ex situ y mantener la generación de servicios ambientales, para el desarrollo social y económico de Guatemala en beneficio de las presentes y futuras generaciones, a través de diseñar y ejecutar las políticas, estrategias, normas e incentivos necesarios, y de promover la coordinación y cooperación de los actores relacionados con la gestión de la biodiversidad de Guatemala.

Visión

El CONAP debe ser una entidad pública moderna, descentralizada, autónoma y desconcentrada, sostenible técnica y financieramente, con reconocimiento a nivel nacional e internacional por su efectividad y creatividad para conservar el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas y promover la conservación de la biodiversidad de Guatemala.

Los Fines principales del CONAP son:

a. Propiciar y fomentar la conservación y el mejoramiento del patrimonio natural de Guatemala.

b. Organizar, dirigir y desarrollar el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, SIGAP.

c. Planificar, conducir y difundir la Estrategia Nacional de Conservación de la Diversidad Biológica y los Recursos Naturales Renovables de Guatemala.

d. Coordinar la administración de los recursos de flora y fauna silvestre y de la diversidad biológica de la Nación, por medio de sus respectivos órganos ejecutores.

e. Planificar y coordinar la aplicación de las disposiciones en materia de conservación de la diversidad biológica; contenidos en los instrumentos internacionales ratificados por Guatemala.

f. Constituir un fondo nacional para la conservación de la naturaleza, nutrido con recursos financieros provenientes de cooperación interna y externa.

(Artículo No. 62 de la Ley de Áreas Protegidas)

www.conap.gob.gt

Publicación realizada gracias al apoyo de:

CONAP · FONACON · GEF · Embajada del Reino de los Países Bajos · TNC Conservando la naturaleza. Protegiendo la vida. · Conservación Internacional Guatemala · Universidad Rafael Landívar Tradición Jesuita en Guatemala · iarna Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente Universidad Rafael Landívar