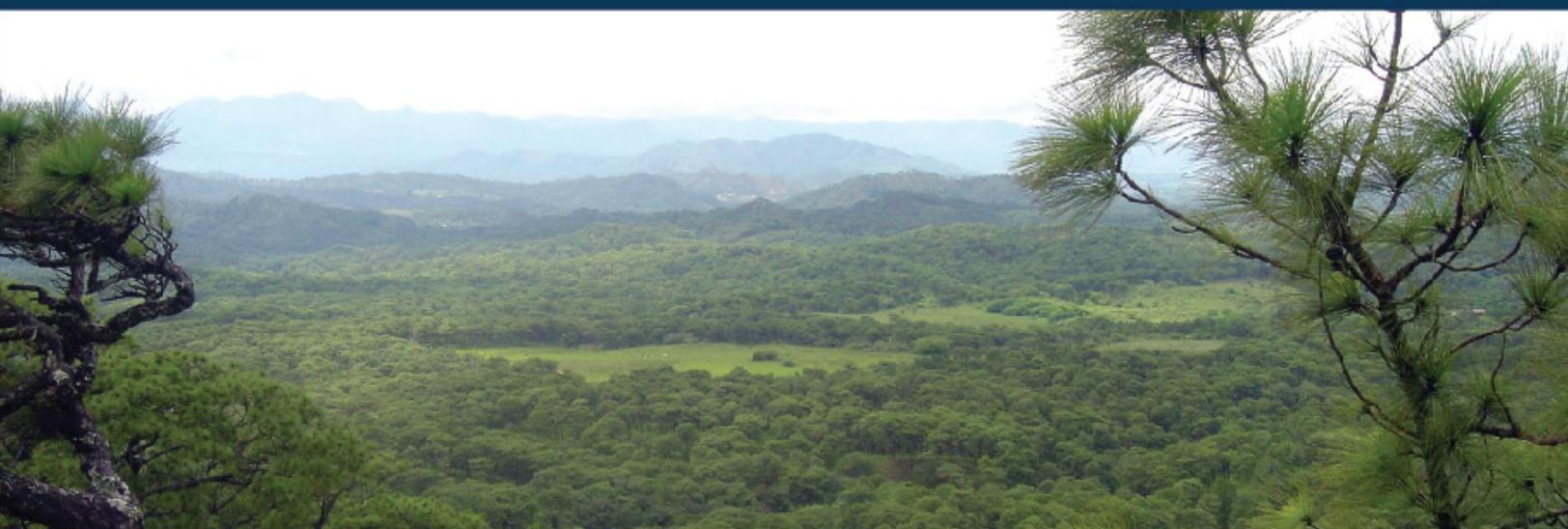




Programa de adaptación al **cambio climático** en áreas naturales protegidas del complejo **Selva Zoque**

Reserva de la Biosfera Selva el Ocote



**GOBIERNO
FEDERAL**

SEMARNAT



A large, stylized graphic of a globe is positioned in the upper right quadrant of the page. The globe is rendered in shades of dark blue and features thick, swirling lines that suggest the continents and oceans, giving it a modern, abstract appearance.

Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo Selva Zoque

Resumen ejecutivo

México 2011

Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo Selva Zoque

Felipe Calderón Hinojosa

Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos

Juan Rafael Elvira Quesada

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Luis Fueyo Mac Donald

Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Primera edición, 2011

D.R. © 2011 Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Camino al Ajusco 200, col. Jardines en la Montaña, CP 14210, Delegación Tlalpan, México D.F.
www.conanp.gob.mx

Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) Damas 49, col. San José Insurgentes, CP 03900, Delegación Benito Juárez, México, D.F.
www.fmcn.org

The Nature Conservancy (TNC)
Río San Ángel 9, col. Guadalupe Inn, CP 01020, Delegación Benito Juárez, México, D.F.
www.nature.org

Coordinación institucional

Andrew Rhodes Espinoza, CONANP
Alejandra Calzada Vázquez Vela, CONANP
Fernando Camacho Rico, CONANP
Vanessa Valdez Ramírez, FMCN

Forma de citar:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy. 2011. *Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo Selva Zoque*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C.-The Nature Conservancy. México.

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Autores

Ignacio J. March, TNC
Yven Echeverría, TNC
Hernando Cabral, TNC
Francisco Javier Jiménez González, CONANP
Roberto Escalante López, CONANP
Mariana Bellot Rojas, CONANP
Juan Manuel Frausto, FMCN

Coautores*

Israel Amezcua Torrijos
Pronatura Sur
Cuauhtémoc Cedillo Álvarez
Corredor Biológico Mesoamericano –México
Claudia Grajales Velasco
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
Karla Leal Aguilar
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
Pedro Martínez Muñoz
Biodiversidad, Medio Ambiente, Suelo y Agua, A.C. (BIOMASA)
Adrián Méndez Barrera
Comisión de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
José Miguel Molina Munguía
Centro Mario Molina
Carlos Velázquez Sanabria
Biodiversidad, Medio Ambiente, Suelo y Agua, A.C. (BIOMASA)

Producción: Ideas Sustentables
www.ideasustentables.com

* En orden alfabético



Presentación

Dada la importancia de reducir los efectos del cambio climático en los ecosistemas de México, así como de contribuir a la reducción de gases efecto invernadero por la pérdida de vegetación, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) elaboró la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), la cual permite incorporar el componente del cambio climático en las políticas y acciones de la Comisión, fortalecer las capacidades de la institución y responder a los compromisos establecidos por México en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

Para apoyar la ECCAP, la CONANP, en conjunto con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), A.C. y The Nature Conservancy (TNC) -Programa para México y Centroamérica, generaron el proyecto Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México.

El objetivo es plantear en cuatro complejos de áreas naturales protegidas del sureste de México una metodología para realizar programas enfocados a diseñar e implementar medidas de adaptación ante los impactos esperados del cambio climático; lo anterior, con base en las evidencias científicas y casos de estudio en distintas partes del mundo, y la experiencia y conocimiento de investigadores, personal de la Comisión y pobladores locales. Este proyecto se enfoca, no sólo en las áreas naturales protegidas seleccionadas, sino en los paisajes donde están ubicadas y las comunidades humanas que habitan en las áreas naturales protegidas.

Ante la incertidumbre en torno a los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, los ecosistemas y las especies de flora y fauna, la metodología tiene su base principal en la aplicación del principio precautorio y pretende detonar la concurrencia de diversos actores interesados en la conservación del capital natural y el mantenimiento de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos que benefician a las poblaciones humanas. Los productos generados por este proyecto incluyen estimaciones fundamentadas de los principales impactos del cambio climático para diversos tipos de ecosistemas en la región, así como sobre especies de importancia clave; de igual manera, se identificaron estrategias que contribuyan a la resiliencia y la conectividad ecológica, parámetros fundamentales para el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales, evitar la menor pérdida de biodiversidad posible y conservar los recursos y servicios ecosistémicos de los que dependen las comunidades humanas en esta región de México.

Este proyecto nos ha permitido definir una agenda regional para la adaptación al cambio climático en lo referente a conservación de biodiversidad y mantenimiento de servicios ecosistémicos, así como iniciativas que promueven la concurrencia entre sectores vinculados a los recursos naturales y el desarrollo sustentable. En tal virtud, estaremos listos para avanzar en una segunda fase que nos permita trazar programas y acciones de medidas concretas de adaptación al cambio climático. El éxito de la adaptación en las áreas naturales protegidas dependerá, en gran medida, de la coordinación de esfuerzos y sinergias entre diversos actores que, junto con la CONANP, buscan la conservación de la biodiversidad del país y el desarrollo sustentable de la población que en ellas habitan.

Luis Fueyo Mac Donald
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México



Agradecimientos

Esta guía fue producida a través del proyecto conjunto Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México entre la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), con el apoyo de la Embajada Británica en México, el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Gobierno Británico, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, el Servicio Forestal de los Estados Unidos, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y Espacios Naturales para el Desarrollo Sustentable, A.C.

Agradecemos el apoyo de la dirección regional de CONANP Frontera Sur por su apoyo para convocar a los participantes. También queremos reconocer la valiosa ayuda durante la realización de los talleres a Karina Corzo de TNC, en Chiapas, Vanessa Valdez, del FMCN, Adriana de Solar, Evelyn Amador, Karla Solís y Gloria de Fátima Corzo, quienes de manera voluntaria apoyaron en la captura de información.

De igual manera agradecemos la participación en los talleres de este proyecto a las siguientes personas: Jorge A. Cruz López de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Giovani García Burgos de la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAVIHN), Janette González García de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Rebeca Koloffon, del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Carlos León Chanona, del Fondo de Conservación El Triunfo (FONCET), Felicia Line, de la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas (SEMAVIHN), Mónica Morales (consultor independiente), Roselin Rodríguez García, de la Cooperativa Ambio y María Guadalupe Rodríguez Guillén, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).



Resumen

Son numerosas las evidencias de los impactos del cambio climático (CC) generado por las actividades humanas en las especies, los ecosistemas y sobre los servicios ambientales. No obstante, también son numerosas las incertidumbres acerca de cómo responderán los sistemas naturales y las especies. Igualmente es evidente que esta incertidumbre se amplifica por las sinergias y el efecto dominó o en cascada que los impactos del cambio climático puedan tener, por la resiliencia de las especies y sus poblaciones, y por los procesos secundarios detonados por el cambio climático y que tienen un efecto de retroalimentación. De cualquier forma, estas incertidumbres, asociadas a los fenómenos del cambio climático, no pueden significar una excusa para posponer toda acción hasta contar con un conocimiento científico detallado de los impactos y las respuestas. Resulta inteligente, sin caer en riesgos innecesarios y en el desperdicio de recursos, identificar acciones que, basadas en el principio precautorio, contribuyan a que especies y ecosistemas puedan mantener o incrementar su resiliencia ante los impactos del cambio climático, de manera previsor y antes de que sea demasiado tarde intervenir.

En este reporte se presentan los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto conjunto *Desarrollo de Programas Piloto de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas del Sureste de México*, que realizan la CONANP, el FMCN y TNC. Este proyecto tiene las siguientes metas principales:

1. Establecer una agenda a nivel de complejo Selva Zoque para la adaptación con base en ecosistemas y sus impactos, no sólo en la operación de las áreas protegidas, sino también en las actividades de investigación, diseño de políticas y programas de desarrollo sustentable, entre otros.
2. Producir una metodología útil para elaborar programas de adaptación al cambio climático en grupos de áreas protegidas y los paisajes donde se insertan.
3. Propiciar la inclusión de contenidos sobre adaptación al cambio climático en los programas de manejo de las áreas protegidas de enfoque.
4. Identificar proyectos piloto de adaptación listos para su implementación.
5. Plantear iniciativas que promuevan la concurrencia entre sectores y que generen condiciones favorables para las acciones de adaptación a favor de la biodiversidad.

Es pertinente indicar que este proyecto tiene un enfoque de paisaje que considera a grupos seleccionados de áreas protegidas insertas en paisajes más amplios y que están involucradas en procesos ecológicos regionales y compartidos (Ervin *et al.*, 2010). No es adecuado considerar estrategias de adaptación donde las áreas protegidas sean islas ajenas al contexto regional y de los paisajes, terrestres o marinos, que las rodean.

En este reporte se presentan los principales resultados sobre la determinación de estrategias de conservación para el complejo de áreas protegidas y los paisajes circundantes a la Selva Zoque, una de las regiones de México con mayor biodiversidad, compartida por los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

En términos generales, los modelos disponibles proyectan un incremento de las temperaturas medias y una disminución de la precipitación total anual; seguramente de manera adicional los regímenes de temperaturas medias mensuales y de la precipitación total mensual a lo largo del año, también presentarán anomalías. Para las cuencas más próximas a la Selva Zoque se prevé una vulnerabilidad hídrica de media a extrema para el 2100.

Los principales impactos potenciales esperados de los factores asociados al cambio climático sobre los ecosistemas de la región incluyen, en primer lugar, los incendios catastróficos, los cuales podrían hacerse más frecuentes e intensos y afectar ecosistemas no adaptados al fuego. Para las selvas húmedas y secas, así como para los bosques mesófilos de montaña, la mayor ocurrencia de incendios catastróficos significará una reducción paulatina en su extensión y probablemente un proceso de sabanización, en un principio en las áreas de selvas secas, con una consecuente reducción en la riqueza de especies de estos ecosistemas. Se prevé una mayor vulnerabilidad de los bosques mesófilos de montaña por una disminución en la humedad a la que las especies están adaptadas. Ante los efectos consecuentes de los incendios catastróficos sobre bosques y selvas se prevé un incremento de los procesos de erosión y con ello mayor azolve de los cuerpos de agua (ríos y embalses). Los cambios en la precipitación podrían igualmente afectar la calidad de agua en los ecosistemas cavernícolas, muy abundantes por la geomorfología kárstica de la región.

Se espera que la fenología de diversas especies pueda alterarse por las anomalías de temperaturas y precipitación. Aunque los



impactos por especies invasoras no son aún graves en la región, se estima que los factores asociados al cambio climático puedan abrir oportunidades para el establecimiento de especies exóticas invasoras de alto impacto.

Diversas respuestas humanas potenciales al cambio climático podrían detonarse, como la inmigración de habitantes de las partes bajas de la cuenca del Río Grijalva, el incremento de la deforestación, el aumento de cultivos ilícitos y la contaminación.

Se identificaron 13 estrategias que involucran actividades, tanto de manejo, como para la generación de condiciones favorables para la adaptación al cambio climático. Dentro de las estrategias identificadas están el impulso de actividades productivas resilientes y competitivas que promuevan el desarrollo de las comunidades de la región, la implementación de un sistema regional para la detección, alerta temprana y control efectivo de los incendios forestales, basado en un fortalecimiento de las capacidades para el manejo integrado del fuego en las comunidades, y reforzar la conectividad de los ecosistemas y

áreas conservadas a través de la restauración ecológica activa, el pago por servicios ambientales y los proyectos REDD+.

Se identificó un número de especies que podrían ser de utilidad para monitorear, tanto los impactos esperados del cambio climático, como eventualmente el desempeño de las medidas de adaptación que se vayan implementando. No obstante, y ante la amplia incertidumbre, también se propone como una alta prioridad la realización a detalle de análisis de vulnerabilidad al cambio climático, tanto de especies de interés por su papel ecológico o importancia de uso en la región, como de las diversas actividades productivas.

Con estos resultados, aún preliminares sobre las medidas que deben orientarse a mantener o incrementar la resiliencia de ecosistemas y actividades humanas en la región de la Selva Zoque, se pretende detonar una agenda entre instituciones federales y estatales, organizaciones civiles y academia y, por supuesto, comunidades y organizaciones sociales, para lograr la concurrencia requerida e implementar de manera efectiva medidas de adaptación al cambio climático.



Estrategias generales de adaptación para la conservación de la biodiversidad y la sustentabilidad

A continuación se presentan las estrategias de adaptación prioritarias para lograr tres objetivos meta:

- Mantener o incrementar la resiliencia de los principales ecosistemas y objetos focales de conservación.
- Enfrentar amenazas que pudieran exacerbarse por los impactos del cambio climático.
- Mantener el aprovechamiento sustentable de recursos naturales de gran relevancia en la región y de las actividades humanas.

a) Selvas húmedas y selvas secas

Objetos de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación		Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas por el cambio climático		Estrategias para el mantenimiento y conservación del recurso natural o actividad económica potencialmente afectados	
	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables
Selvas Húmedas y Selvas secas	Promover la conectividad de las selvas húmedas, de las regiones, a través de la restauración, ecológica y la protección de corredores biológicos basados en la valoración de los recursos naturales, utilizando instrumentos como: áreas de conservación comunitaria, REDD+, Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), pago de servicios ambientales.	Promover actividades productivas competitivas con criterios de sustentabilidad que fortalezcan la conectividad biológica.	Instalar un sistema integral específico para la selva zoque enfocado a la detección, pronóstico, alerta temprana y monitoreo de las quemas agropecuarias e incendios forestales, así como el incremento de las capacidades de las comunidades a través del trabajo coordinado y en regiones específicas.	Diseñar e implementar fondos especiales y mecanismos financieros estables enfocados a fortalecer los procesos de manejo integral del fuego que se desarrollan en la ANP y acciones orientadas a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero	Impulsar sistemas productivos sustentables y competitivos, facilitando su integración en cadenas de valor para articularse a mercados.	Diseñar y establecer mecanismos permanentes de retribución por pago de servicios ambientales y/o por compensación ambiental (Por ejemplo por la generación de energía hidroeléctrica, por infraestructura de desarrollo) para financiar medidas de restauración y mantenimiento de este servicio ecosistémico de bosques y selvas.

Es importante señalar que en la Reserva Selva El Ocote se ha avanzado de manera importante en lo referente al diseño e implementación de mecanismos REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) (Esquivel *et al.*, 2009, 2010.) puesto que desde hace tres años se han realizado trabajos preparativos en cuatro ejidos piloto para

implementar proyectos REDD en el corto plazo; estos trabajos, además, permitieron establecer 82 parcelas permanentes de monitoreo en selvas maduras y en vegetación secundaria (acahuales de menos de 20 años de edad) en dichos ejidos, en donde se han efectuado mediciones dasométricas para calcular biomasa y con ello líneas base de carbono.

b) Bosques mesófilos de montaña

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación		Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas por el cambio climático		Estrategias para el mantenimiento y conservación del recurso natural o actividad económica potencialmente afectados	
	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables
Bosques mesófilos de montaña	Mantener la cobertura forestal en áreas de bosque mesófilo con conectividad de ecosistemas forestales circundantes.	Promover actividades productivas competitivas con criterios de sustentabilidad que fortalezcan la conectividad biológica. Rescatar la identidad cultural zoque arraigada en comunidades en relación con el territorio (chimas).	Instalar un sistema integral específico para la Selva Zoque enfocado a la detección, pronóstico, alerta temprana y monitoreo de los incendios, así como el incremento de las capacidades de las comunidades a través del trabajo en bloques y regiones específicas.	Diseñar e implementar fondos especiales y mecanismos financieros estables enfocados al manejo integral del fuego para la Selva Zoque y acciones orientadas a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero.	Impulsar sistemas productivos sustentables y competitivos, y facilitando su integración en cadenas de valor para articularse a mercados.	Diseñar y establecer mecanismos permanentes de retribución por pago de servicios ambientales y/o por compensación ambiental (Por ejemplo por la generación de energía hidroeléctrica, por infraestructura de desarrollo) para financiar medidas de restauración y mantenimiento de este servicio ecosistémico de bosques y selvas.

c) Grandes ríos de la Selva Zoque

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación		Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas por el CC		Estrategias para el mantenimiento y conservación del recurso natural o actividad económica potencialmente afectados	
	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables
Sistema hidrológico de la Selva Zoque.	Manejo integral para la restauración de ecosistemas ribereños mediante remoción de especies invasoras, reforestación, barreras vivas, etc.	Incentivar los ordenamientos comunitarios, el mantenimiento y recuperación de ecosistemas en comunidades críticas que eviten erosión y azolve de ríos.	Establecer sistemas de medición de caudales y redes de estaciones meteorológicas. Implementar acciones de prevención y control de especies invasoras.	Realizar acciones que favorezcan caudales normales en el cauce. Recuperación de los ecosistemas ribereños.	Impulsar la pesca responsable. Impulsar acciones que permitan mantener y/o mejorar la calidad del agua. Incentivar los ordenamientos comunitarios, el mantenimiento y recuperación de ecosistemas.	Diseñar y establecer mecanismos permanentes de retribución por pago de servicios ambientales y/o por compensación ambiental (Por ejemplo por la generación de energía hidroeléctrica, por infraestructura de desarrollo) para financiar medidas de restauración y mantenimiento de este servicio ecosistémico de bosques y selvas.



d) Ecosistemas cavernícolas

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación		Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas por el cambio climático		Estrategias para el mantenimiento y conservación del recurso natural o actividad económica potencialmente afectados	
	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables	Manejo	Condiciones favorables
Sistemas cavernarios	Inventariar y caracterizar los sistemas cavernícolas de la región.	Mantener la vigilancia en cuevas con valor biológico y/o cultural para evitar su degradación.	Generar un plan de atención y manejo del sistema cavernícola.	Implementar acciones que prevengan posibles impactos negativos a los sistemas cavernarios por uso recreativo, extracción de especies y/o vestigios arqueológicos.	Planes de manejo y cuidado de las cavernas abiertas a la actividad recreativa.	Generar un reglamento de uso, manejo y protección del sistema cavernícola.

e) Estrategias regionales

Una de las estrategias más importantes para mantener la resiliencia de ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos, es el mantenimiento -o la restauración en su caso- de la conectividad ecológica entre los hábitat. Por esta razón, las acciones realizadas en el marco del Corredor Biológico Mesoamericano (sección México), que fomentan la continuidad entre las selvas Zoque y Maya, en el llamado corredor biológico del Norte de Chiapas, y de la Selva Zoque con la Sierra Madre del Sur de Chiapas. La conectividad entre la Selva Lacandona y la Selva Zoque, de todos los corredores en el sureste de México, ha sido la más afectada por la conversión de ecosistemas causada por una fuerte presión en el uso del suelo (Reyes-Díaz *et al.*, 2008).

La Selva Zoque tiene una conectividad altamente fragmentada hacia la Selva Lacandona, a través de las llamadas Montañas del Norte de Chiapas, donde existe una rica biodiversidad que requiere ser conservada y protegida. La Conabio ha reconocido su importancia al designar la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 139 Bosques Mesófilos de los Altos de Chiapas y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) SE-12 Cerros de Tapalapa, SE-16 Cerro Blanco, La Yerbabuena y Jotolchén y SE-50 Montañas del Norte de Chiapas, ya que existen numerosos endemismos, presencia de ecosistemas con distribución restringida (bosque mesófilo de montaña) y existencia de especies con diversos estatus de riesgo. Los bosques de niebla

presentes en esa porción norte del estado son particularmente importantes por constituir reductos de un ecosistema en peligro de extinción en México. Cada fragmento de estos bosques contiene poblaciones significativas de especies restringidas a los mismos, como el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), pajuil (*Penelopina nigra*), chara de niebla (*Cyanolyca pumilo*) y otras. A pesar de existir un importante fragmento de bosques mesófilos en la Sierra Madre de Chiapas, el bosque mesófilo en el norte de la entidad tiene una diferente composición florística y poblaciones aisladas de aves, por lo que requiere una especial atención para lograr su conservación y favorecer su conectividad ecológica. A la fecha, en las Montañas del Norte sólo existe el ANP estatal Tzama Cun Pumy (101 ha) con este tipo de vegetación. La distribución de estos bosques de niebla presentes en una microrregión de este corredor que está siendo atendida por el Corredor Biológico Mesoamericano México.

Mantener la continuidad de la Selva El Ocote con las selvas y Bosques de los Chimalapas ha sido una prioridad continuamente señalada por diversos autores y, sin embargo, la fragmentación de la conectividad entre estas dos secciones de la Selva Zoque continúa paulatinamente. La inversión para consolidar esta conectividad debe ser favorecida a través de los distintos instrumentos existentes. Hacia el este de la Selva Zoque será de la mayor importancia incrementar su conectividad hacia dos áreas protegidas contiguas: la Zona Protectora Forestal Villa Allende (de 28 mil ha) y el Parque Nacional Cañón del Sumidero (21,789 ha).



f) Integración de estrategias en un programa de adaptación para el complejo de áreas protegidas en la Selva Zoque

A continuación se presentan 13 estrategias identificadas para este complejo de áreas naturales protegidas en tres grupos según su prioridad

-Muy Alta, Alta y Media- indicándose si son de manejo o propician condiciones favorables para implementar medidas de adaptación:

Prioridad	Descripción de la Estrategia	Tipo de Estrategia		Objetivo de impacto de la estrategia
		Manejo	Condiciones favorables	
MUY ALTA	Impulsar sistemas productivos sustentables y competitivos, y facilitando su integración en cadenas de valor para articularse a mercados.	X		Contribuir a la resiliencia de actividades productivas y recursos naturales (Selvas húmedas, secas y bosques mesófilos)
MUY ALTA	Promover actividades productivas competitivas con criterios de sustentabilidad que fortalezcan la conectividad biológica.		X	Contribuir a dar conectividad a Selvas Húmedas y secas
MUY ALTA	Instalar un sistema integral específico para la Selva Zoque enfocado a la detección, pronóstico, alerta y monitoreo de los incendios así como el incremento de las capacidades de las comunidades a través del trabajo en bloques y regiones específicas.	X		Enfrentar amenazas que pueden exacerbarse (selvas húmedas, secas y bosque mesófilo)
MUY ALTA	Promover la conectividad de las selvas húmedas, de las regiones, a través de la restauración, ecológica y la protección de corredores biológicos, basados en la valorización de los recursos naturales, utilizando instrumentos como; áreas de conservación comunitaria, REDD+, Umas, Pago de servicios ambientales.	X		Contribuir a mantener o aumentar la resiliencia de selvas húmedas.
ALTA	Promover la regeneración natural mediante la restauración ecológica.	X		Contribuir a mantener o aumentar la resiliencia de selvas secas.
ALTA	Diseñar e implementar fondos especiales y mecanismos financieros estables enfocados al manejo integral del fuego para la Selva Zoque y vinculado a mecanismos financieros relacionados a reducir emisiones de gases de efecto de invernadero.		X	Enfrentar amenazas que puedan exacerbarse en selvas húmedas y secas.
ALTA	Inventariar y caracterizar los sistemas cavernarios de la región.	X		Mantener o incrementar la resiliencia de los sistemas cavernarios.
ALTA	Incentivar los ordenamientos comunitarios en comunidades críticas que eviten erosión y azolve de ríos.		X	Mantener o incrementar la resiliencia del sistema hidrológico.
MEDIA	Mantener la cobertura forestal en áreas de bosque mesófilo con conectividad de ecosistemas forestales circundantes.	X		Mantener o incrementar la resiliencia del bosque mesófilo.
MEDIA	Manejo integral para la restauración de ecosistemas ribereños, mediante remoción de especies invasoras, presas de gaviones, reforestación, barreras.	X		Mantener o incrementar la resiliencia del sistema hidrológico.
MEDIA	Diseñar y establecer mecanismos permanentes de retribución por la generación de energía hidroeléctrica para financiar medidas de restauración y mantenimiento de este servicio ecosistémico de bosques y selvas.		X	Mantenimiento y conservación de las selvas húmedas y secas y del bosque mesófilo.
MEDIA	Rescatar la identidad cultural Zoque arraigada en comunidades en relación con el territorio (chimas).		X	Mantener o incrementar la resiliencia del bosque mesófilo.
MEDIA	Mantener la vigilancia en cuevas con valor biológico y/o cultural para evitar su degradación.		X	Mantener o incrementar la resiliencia de los sistemas cavernarios.



Perspectivas para el monitoreo

En las acciones de monitoreo de los impactos y las perturbaciones inducidas por el CCG es fundamental considerar indicadores biológicos, los cuales posiblemente ya se registran de manera sistemática en las ANP o en la región, y pueden resultar prácticos en términos de costo. La CONANP, a través de su Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC),¹ lleva a cabo actividades de monitoreo que pueden revelar información importante sobre impactos que podrían estar asociados al CCG. Por ejemplo, en la Reserva El Ocote, se realiza el monitoreo de aves desde el 2008, mediante el método de conteo por puntos; los senderos se encuentran ubicados tanto en la zona núcleo como en la zona de amortiguamiento y sus bases de operación están en los campamentos de la Reserva, uno llamado El Encajonado (en la confluencia del Río La Venta con el embalse) y el otro llamado Ocote en la comunidad de Emilio Rabasa. Con ello se genera información sobre la diversidad y abundancia de aves en distintos tipos de hábitat (CONANP, 2008; Leal, 2010). También tienen

considerado el monitoreo del jaguar (*Panthera onca*) y del águila elegante (*Spizaetus ornatus*) (Karla Leal, *com. pers.*).

Por su parte, el Programa de Manejo Integrado del Fuego 2009-2012 para la Reserva El Ocote planea implementar el monitoreo, tanto de los incendios, como de su impacto en las áreas afectadas, utilizando sensores remotos satelitales, sobrevuelos y verificaciones de campo para determinar la transformación de las comunidades, especies resistentes, etc. El diseño de nuevos esfuerzos de monitoreo para registrar, tanto los impactos del CCG en la región, como el desempeño de las acciones de adaptación que lleguen a implementarse, deberá tomar como base trabajos efectuados para planear el monitoreo de la salud de ecosistemas y especies en esta región. Con base en lo anterior, se identificó de manera preliminar a una serie de especies y grupos biológicos que pueden ser de interés para evaluar los impactos del cambio climático en los distintos hábitat de la Selva Zoque, y por ello ser indicadores candidatos para esfuerzos de monitoreo específicamente enfocados a ello (cuadro 1).

Cuadro 1. Indicadores biológicos que pudieran ser sensibles a la afectación de los objetos de conservación por factores asociados al cambio climático.

Objeto de conservación	Especie o grupos de especies	Calidad como indicador
Selvas húmedas	Monos aulladores o saraguatos (<i>Alouatta palliata</i>); Mammalia: Primates). Orquídeas y plantas que requieran de altos niveles de humedad. Aves y anfibios.	Alta dependencia de la humedad; podrían afectarse por disminución de lluvias y por ende de alimento y agua disponible en el dosel; también por las asincronías fenológicas; la facilidad de localizarlos representa una ventaja.
Bosque mesófilo de montaña	Quetzal (<i>Paromachus moccino</i>) y pavón (<i>Oreophasis derbianus</i>); aves: Trogonidae, Cracidae.	Especies altamente sensibles a la perturbación del hábitat; indicadoras de bosques mesófilos con alta integridad ecológica.
Selvas húmedas y bosques mesófilos de montaña	Aves migratorias y anfibios; orquídeas y otras epífitas.	Aves migratorias: sensibles a asincronías fenológicas; Anfibios con tendencias a la desaparición. Requerimientos de humedad.
Ríos y cuerpos de agua	Peces que requieren alta calidad de hábitat: tenguyaca (<i>Petenia splendida</i>).	Requiere hábitat con alta calidad.
Selvas húmedas y bosques mesófilos de montaña.	Bromelias y organismos que habitan en éstas; hongos, líquenes, musgos y orquídeas como indicadoras de pérdida de humedad.	Altamente sensibles a las sequías y disminución de precipitación.
Selvas húmedas y bosques mesófilos de montaña	Densidad de mamíferos grandes y medianos.	Elevada dependencia del agua superficial disponible.
Bosques mesófilos de montaña, selvas húmedas y secas.	Mariposas.	Excelentes indicadores de temperatura y humedad; por su movilidad, ajustan rápidamente su distribución; cambios altitudinales.

1 http://www.conanp.gob.mx/acciones/monitoreo_simec.php

En el cuadro 2 se presentan indicadores y grupos biológicos que pueden ser de interés para evaluar el impacto del CCG sobre los ecosistemas,

objetos focales de conservación y los servicios ecosistémicos en este complejo de áreas protegidas en la Selva Zoque.

Cuadro 2. Variables e indicadores adicionales que podrían ser de utilidad para evaluar anomalías climáticas en la Selva Zoque, así como iniciativas relacionadas e instituciones con interés potencial.

Enfoque del monitoreo	Indicadores o variables	Iniciativa o sistema existente	Institución que podría tener interés en monitorear algún indicador	Notas y comentarios
Variabilidad climática (Factores meteorológicos)	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores meteorológicos básicos (temperatura, precipitación, etc.). Propiedades físico-químicas del agua en cavernas. 	<p>Centro de Investigación en Gestión de Riesgos Y Cambio Climático (UNICACH).</p> <p>Colaboración Bosque Klamath del Servicio Forestal de los Estados Unidos con la Selva El Ocote en medir calidad de agua.</p> <p>Colaboración de la Asociación La Venta de Italia con la Reserva Selva El Ocote, para profundizar información del sistema cavernario.</p>	CONAGUA, CFE, Protección Civil, UNICACH, SEMAVIHN, SEMARNAT, CONANP.	Se requieren instalar estaciones de registro meteorológico portátiles en diversos lugares de la Selva Zoque para que la información sea representativa.
Impactos sobre los objetos de conservación en seguimiento a las hipótesis de cambio	<ul style="list-style-type: none"> Tasas de recuperación de ecosistemas y especies indicadoras. Condiciones de humedad de selvas húmeda y bosques mesófilos. Fenología de especies vegetales seleccionadas. Medición de pinos y encinos en el entorno del bosque mesófilo por ajustes de distribución. O₂ disuelto en cuerpos de agua usando invertebrados indicadores. Evaluación de deslizamientos a futuro; hundimientos y deslizamientos. 	<p>Iniciativa México-Guatemala del pavón.</p> <p>Colaboración Bosque Klamath del Servicio Forestal de los Estados Unidos con la Selva El Ocote en la parte de evaluación de deslizamientos y calidad de agua.</p>	CONABIO, CONANP, ECOSUR Y PRONATURA. Centro de Investigación en Gestión de Riesgos Y Cambio Climático (UNICACH), INEGI	Medición del NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) utilizando sensores remotos.
Amenazas que pueden exacerbarse con el cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> Erosión de suelos. Incremento en la proporción de actividades agrícolas y ganaderas. Desempeño de las actividades de restauración y manejo sustentable en la Reserva Selva El Ocote. Especies invasoras. Estimación de mediciones de GEI por quemas e incendios. Tasa de transformación ambiental en las áreas protegidas. Acumulación de combustible. Programa Estatal de Cambio Climático, Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. 	Iniciativa REDD desarrollada por AMBIO en la Selva El Ocote.	CONANP, FMCN, UNICACH, ECOSUR, SEMAVIHN, AMBIO	Considerar los documentos generados por la cooperativa AMBIO en el proyecto REDD+ y los documentos oficiales del estado y la CONANP en el tema de cambio climático.
Impactos sobre recursos naturales y actividades humanas	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de impacto del cambio climático sobre los recursos naturales y actividades productivas. Pérdida de productividad por plagas, nemátodos y broca del café. Ingreso per cápita por actividad productiva. Rendimientos agrícola y ganadero. Análisis de vulnerabilidad social. Censos económicos. Proyecciones de cambio de uso de suelo dictámenes de suelo (deslizamientos, hundimientos, dpto. de geofísica). 		UNICACH, SAGARPA, Secretaría de Economía, INEGI	



Conclusiones

Las perturbaciones e impactos asociados al CCG sobre ecosistemas y especies requieren que la planeación de nuevas áreas protegidas y el manejo de las existentes información actualizada y generada por universidades y centros de investigación a través de estudios especializados (Halpin, 1997; Hannah *et al.*, 2007; Pyke y Fischer, 2005; Shadie y Epps, 2008; Vandall *et al.*, 2006.). Por ello es fundamental elaborar agendas regionales de investigación en materia de cambio climático en todo el país e invertir recursos en estudios estratégicos para la adaptación, por ejemplo, los relacionados con el análisis de vulnerabilidad de especies de interés especial por su importancia como especies clave para los ecosistemas, por ser de uso actual importante, etc. Estos análisis de vulnerabilidad resultan sustanciales para especies forestales de amplio aprovechamiento en la región.

No obstante las evidencias de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y ecosistemas en distintas partes del planeta, son razón más que suficiente para comenzar a definir, con la mejor información disponible, estrategias y medidas de adaptación basadas en el principio precautorio y buscar contribuir a la resiliencia, tanto de ecosistemas como de las comunidades humanas, y sus actividades económicas en la región, es decir, una adaptación con base en ecosistemas.

En este reporte se presenta una primera aproximación sobre las estrategias de adaptación que pueden considerarse, no sólo para contribuir a conservar la biodiversidad y ecosistemas dentro de las áreas protegidas dentro de la Selva Zoque, sino, sobre todo, para buscar mantener su conectividad hacia el resto de los paisajes. De esta resiliencia dependerá que los ecosistemas, en el contexto de anomalías abruptas en las condiciones climáticas que conlleva el cambio climático, puedan mantener su capacidad de proveer servicios ecosistémicos, indispensables para las actividades económicas que sostienen a la población humana en esta región.

Para la Selva Zoque y áreas protegidas establecidas en esta región, los incendios catastróficos son sin duda la amenaza asociada al cambio climático que cada vez implica un mayor riesgo para la biodiversidad. Situación que se agrava al considerar las dificultades de acceso a zonas remotas para combatir el fuego y la facilidad que ofrece la geomorfología kárstica para la transmisión del fuego de manera subterránea. Debido a que los fuegos catastróficos tienen un efecto

dramático sobre todos los ecosistemas terrestres, y a que el daño sobre éstos se traduce en procesos de erosión y depositación que aceleran la afectación y el azolve de ríos y embalses, la prevención, alerta temprana y respuesta rápida debieran ser actividades de manejo de la más alta prioridad. De hecho, se considera prioritario emprender esfuerzos para que existan importantes retribuciones del sector hidroeléctrico para implementar acciones de restauración ecológica directamente vinculados a prevenir o detener procesos de erosión en las cuencas de la región.

A la fecha, si bien existe un plan para el manejo integrado del fuego para la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, y a que se han hecho diagnósticos al respecto para Santa María y San Miguel Chimalapas, no existe un plan regional estratégico para toda la Selva Zoque que permita prevenir y controlar de manera temprana los incendios; esto fue identificado como una de las más altas prioridades en términos de medidas de adaptación al cambio climático. Una alta frecuencia de puntos de calor ocurre en las áreas que dan conectividad a la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote y los Chimalapas, por lo que esta importante zona para la conectividad en la región debiera tener un tratamiento prioritario. La implementación de un plan regional de prevención y control temprano de incendios en la Selva Zoque seguramente requerirá un sistema que conjunte las capacidades existentes en los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, una amplia capacitación y equipamiento para el manejo integrado del fuego en las principales comunidades asentadas en la región y posiblemente un fondo especial adicional a los existentes que garantice la disponibilidad expedita de recursos ante contingencias inesperadas. El diseño de más actividades productivas, que no requieran del uso del fuego, puede ser una táctica adicional para disminuir la ocurrencia de fuegos de grandes dimensiones.

Con base en las emisiones de bióxido de carbono que los incendios catastróficos emiten, es necesario implementar mecanismos financieros que enfoquen recursos para la mitigación del cambio climático, a detectar y controlar de manera rápida y efectiva los incendios.

La elaboración de planes de adaptación al cambio climático, en procesos de acompañamiento a las comunidades humanas principales de la Selva Zoque, resultan de la mayor importancia para que se practiquen actividades productivas resilientes y con ello evitar la



expansión de áreas de producción sobre áreas conservadas y que ofrecen servicios ecosistémicos fundamentales; para ello se pueden realizar adecuaciones a herramientas disponibles.² Así mismo, el establecimiento de proyectos REDD y REDD+ para esta región pueden ser mecanismos esenciales para evitar la degradación de las áreas conservadas. En este sentido, los esfuerzos iniciados en la Selva El Ocote son un buen punto de partida. La adaptación al cambio climático para mantener sistemas sustentables de producción en la región debe buscar favorecer la conectividad de los procesos ecológicos en toda la región. El mantenimiento de bosques y selvas resilientes, y con superficies extensas, sin duda tendrá una importante contribución para disminuir el riesgo por lluvias torrenciales que puedan sobrepasar las capacidades de almacenamiento de los embalses.

Son numerosas las recomendaciones que pueden hacerse con respecto al monitoreo de los impactos potenciales de factores asociados al cambio climático en la Selva Zoque. Resulta indispensable instalar un mayor número de estaciones meteorológicas en sitios estratégicos y representativos dentro de la región de la Selva Zoque para poder entender mejor la dinámica de las anomalías en temperatura y precipitación que se vayan presentando con el cambio climático. Sería particularmente interesante efectuar registros sistemáticos de variables meteorológicas en zonas de cañadas y cañones, e identificar si las anomalías climáticas se reflejan también en los microclimas de estas unidades geomorfológicas.

Muy probablemente algunas de las alteraciones más notables del cambio climático sobre las comunidades bióticas de la Selva Zoque serán en su composición florística y faunística, por lo que trabajos de investigación sobre estos atributos ecológicos pueden revelar impactos, al comparar sus resultados con estudios detallados de composición realizados en el pasado. Estos estudios pueden ser particularmente importantes en bosques mesófilos, ya que muchas de sus especies son sensibles a los cambios abruptos de humedad.

Existen otras prioridades en materia de monitoreo. Esfuerzos orientados a detectar cambios de distribución y densidad de las poblaciones de especies micro-endémicas, como las registradas en La Pera, pueden constituir indicios de impactos del cambio climático sobre la biota de la Selva Zoque. El monitoreo de los ecosistemas cavernícolas, y particularmente de las poblaciones de murciélagos, puede ser crucial para evaluar los posibles impactos en este grupo biológico de gran importancia por su papel como polinizadores, dispersores y controladores de insectos.

Por último, sobre la importancia de implementar medidas de prevención y detección temprana para evitar la entrada y dispersión de especies exóticas invasoras de alto impacto, cabe señalar que en el contexto del cambio climático pueden presentarse condiciones favorables o ventanas de oportunidad para prosperar en la región; son de particular preocupación especies existentes en regiones cercanas o que estando aún en latitudes distantes podrían tener diversas vías de entrada por actividades humanas intencionales o no intencionales. En la cuenca baja del Río Grijalva ya existen invasiones importantes de peces diablo (*Loricariidae*) que abarcan a distintas especies provenientes de Sudamérica (*Pterygoplichthys* spp., *Hypostomus* spp., entre otras). Estos peces tienen en los ríos y embalses de la Selva Zoque condiciones favorables para establecerse (Mendoza *et al.*, 2009.) y su entrada y dispersión puede significar una afectación generalizada a los ecosistemas acuáticos de la región y su biodiversidad. Otro riesgo latente, que podría afectar, no sólo la ecología de los cuerpos de agua, sino incluso la producción hidroeléctrica, es el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) proveniente de Asia e introducido en Sudamérica que ha afectado a varios países (Brugnoli *et al.*, 2005;2006; Darrigran y Pastorino, 1995).

Se espera que los resultados de este trabajo ayuden a orientar acciones de restauración, conservación y desarrollo sustentable compatibles con las estrategias de adaptación aquí identificadas, y que así mismo detonen una agenda de investigación que reduzca la incertidumbre, tanto en los impactos hasta ahora determinados como potenciales, como en la efectividad de las estrategias propuestas.

2. Cristal, Community-based risk screening tool – Adaptation and Livelihoods, IISD, SEI, IUCN, Inter Cooperation (<http://www.cristaltool.org/>).

Referencias

- Aguilar, E. R. 2006. Composición de la ictiofauna de la cuenca del río Espíritu Santo, San Miguel Chimalapa. Informe final convenio KG28. WWF. Oaxaca, México.
- Allen, C.D., Macalady, A.K., Chenchouni c, H., Bachelet , D., McDowell, N., Vennetier, M., Kitzberger, T., Rigling, A., Breshears, D., Hogg, E.H., Gonzalez, P., Fensham, R., Zhang, Z., Castro, J., Demidova, N., Lim, J., Allard, J., Running, S.W., Semerci, A. and N. Cobb, 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259, 660–684.
- Altamirano, M. A., 2004. Obtención de la riqueza de aves y selección de especies susceptibles de monitoreo en la zona noroeste en el estado de Chiapas. Instituto de Historia Natural del Estado de Chiapas, Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. YO18. México D. F. 41 pp.
- Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Flores, A.I., Pérez, J.B., Carrillo, R. and E. Sempris, 2008. Potential impacts of Climate Change on biodiversity in Central America, México and the Dominican Republic. CATHALAC / USAID. Panama City. 105 pp.
- Andrade Pérez, A., Herrera Fernandez, B. and Cazzolla Gatti, R. (eds.), 2010. Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. Gland, Switzerland: IUCN. 164 pp.
- Aragao, L. E. O. C., Malhi, Y., Barbier, N., Lima, A., Shimabukuro, Y., Anderson, L. and Saatchi, S., 2008. Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Sciences*, 363, 1779-1785.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. Regiones terrestres prioritarias de Mexico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 609 pp.
- Badino, G., 2004. Cave temperatures and global climatic change. *Int. J. Speleol.*, 33 (1/4), 2004: 103-114
- Badino, G., Belotti, A., Bernabei, T., De Vivo, A., Domenici, D. y I. Giulivo, 1999. Río La Venta: Tesoro de Chiapas. Gob. Del Estado de Chiapas. México. 319 pp.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.
- Battles, J.J., Robards, T., Das, A., Waring, K., Gillies, J.K., Schurr, F., LeBlanc, J., Biging, G and C. Simon, 2006. Climate change impact on forest resources. California Climate Change Center. 45 pp.
- Bertin, R. I., 2008. Plant phenology and distribution in relation to recent climate change. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 135, 126-146. Bradley, N.L., A. C. Leopold, J. Ross and W. Huffaker, 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *PNAS-Proc. Natl. Acad. Sci.* Vol. 96, pp. 9701-9704.
- Bernier, P. y D. Schoene, 2009. La adaptación de los bosques y su ordenación al cambio climático: una visión de conjunto. *Unasylva* 231/232, Vol. 60.
- Bezaury-Creel, J., Ochoa, L. y J.F. Torres, 2007. Áreas Naturales Protegidas Estatales, del Distrito Federal y Municipales de México. CONABIO, CONANP, The Nature Conservancy, Pronatura A.C., México D.F. Formato CD.
- Biringer, J., 2003. Forest Ecosystems Threatened by Climate Change: Promoting Long-term Forest Resilience. In: Hansen, L.J., Biringer, J.L. and J.R. Hoffman (eds.), 2003. *Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems.* World Wildlife Fund. Washington D.C. Pp. 43-71.
- Botkin, D. B., Saxe, H., Araujo, M. B., Betts, R., Bradshaw, R. H.W., Cedhagen, T., Chesson, P., Dawson, T. P., Etterson, J. R., Faith, D. P., Ferrier, S., Guisan, A., Hansen, A. S., Hilbert, D.W., Loehle, C., Margules, C., New, M., Sobel, M. J. and Stockwell, D. R. B., 2007. Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *Bioscience*, 57, 227-236.
- Brugnoli, E., Clemente, J., Boccardi, L., Borthagaray, A. & Scarabino, F. 2005. Update and prediction of golden mussel (*Limnoperna fortunei*): distribution in the principal hydrographic basin of Uruguay. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 77 (2): 1-10.
- Brugnoli, E., Clemente, J., Riestra, G., Boccardi, L. & A. Borthagaray. 2006. Especies acuáticas exóticas en Uruguay: situación, problemática y gestión. En: Menafrá, R., Rodríguez, L., Scarabino, F. & Conde, D. (Eds.). *Bases para la conservación y manejo de la costa uruguaya.* Vida Silvestre Uruguay. Pp. 351-362.
- Bush, M. B., Silman, M. R., McMichael, C. and Saatchi, S., 2008. Fire, climate change and biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 363, 1795-1802.
- Campbell A., Kapos V., Lysenko I., Scharlemann J.P.W., Dickson B., Gibbs H.K., Hansen M., Miles L. 2008. Carbon emissions from forest loss in protected areas. UNEP World Conservation Monitoring Centre. 38 pp.
- Campbell, A., Kapos, V., Scharlemann, J.P., Bubba, P., Chenery, A., Coad, L., Dickson, B., Doswald, N., Khan, M.S., Kershaw, F. and M. Rashid , 2009. Review of the literature on the links between Biodiversity and Climate Change: Impacts, Adaptation and Mitigation. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal. Technical Series No. 42. 124 pp.
- Carrillo-Rivera, J.J., Cardona, A., R. Huizar-Alvarez and E. Graniel, 2007. Response of the interaction between groundwater and other components of the environment in Mexico. *Environ. Geol.*, DOI 10.1007/s00254-007-1005-2.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. CONABIO-Instituto de Biología-UNAM y Agrupación Sierra Madre. México, Distrito Federal. 847 pp.
- Challenger, A. 2001. ¿Qué es el bosque mesófilo de montaña?. En: R. H. Manson y G. Williams-Linera (eds.) *Memorias del taller sobre conservación y uso sustentable del bosque mesófilo de montaña en el centro de Veracruz.* Subsecretaría del Medio Ambiente. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. , 2007. *Ocotepc, Ordenamiento Urbano Local, Chiapas, UNAM, SEDESOL, México.* pp. 20-26
- Cleland, E. E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A. and Schwartz, M. D., 2007. Shifting plant phenology in response to global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 22, 357-365.
- Clewell, A., Rieger, J. and J. Munro, 2005. Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects. Society for Ecological Restoration International. 2nd. ed.

- Cole, D.N., Yung, L., Zavaleta, E., Aplet, G.H., Chapin, F., Graber, D., Higgs, E., Hobbs, R., Landres, P., Millar, C., Parsons, D., Randall, J., Stephenson, N., Tonnessen, K., White, P. and S. Woodley, 2008. Naturalness and Beyond: Protected Area Stewardship in an Era of Global Environmental Change. *The George Wright Forum*. 25(1): 36-56.
- Colette, A., 2007. Case studies on Climate Change and World Heritage. UNESCO World Heritage Centre. Paris. 79 pp.
- Cotler, H. (Coord.), 2010. Las Cuencas hidrográficas de México: Diagnóstico y priorización. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT-Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 231 pp.
- Comisión Nacional Forestal, 2011. Reporte semanal de resultados de incendios forestales 2011 y datos acumulados del 01 de enero al 28 de abril de 2011. Coordinación General de Conservación y Restauración. Gerencia de Protección Contra Incendios Forestales. SEMARNAT. México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2001. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. SEMARNAT. México. 144 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2008. Monitoreo de Aves en la Reserva de la Biosfera El Ocote. Dirección de Evaluación y Seguimiento. Subdirección de monitoreo. México. 4 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. SEMARNAT- Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. UASID-USFS-Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. 40 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2011. Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Boletín Trimestral. SEMARNAT. Revista Elegante No. 7.
- CONANP y TNC. 2009. Programa de manejo integral del fuego, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote Chiapas, México 2009-2012. 43 pp.
- CONABIO, 2010. El Bosque Mesófilo de Montaña en México: Amenazas y Oportunidades para su Conservación y Manejo Sostenible. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F., México. 197 pp.
- Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: Espacios y Especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 127 pp.
- Cotton, P.A., 2003. Avian migration phenology and global climate change. *PNAS*, 100 (21): 12219-12222.
- Crane Drosch, A., N. Gaseb, P. Kurukulasuriya, A. Mershon, K. Mai, D. Rankine and A. Santos, 2008. A Guide to the Vulnerability Reduction Assessment. UNDP Working Paper. 13 pp.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson, P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J., and B. M. Wotton, 2001. Climate Change and Forest Disturbances. *BioScience* 51(9): 723-734.
- Darrigran, G. and G. Pastorino, 1995. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger*, 38:171-175.
- De Jong, B, Castillo, M.A., Masera, O. y A. Flamenco, 2004. Resultados Finales del Análisis de cambios de uso entre 1975 y 2000 Selva Lacandona y El Ocote. Proyecto Dinámica de Cambio de Uso del Suelo y Emisiones de Carbono en el Trópico Húmedo de México. ECOSUR, Instituto de Ecología UNAM. México. Informe Final. 33 pp.
- Dodd, A., Hardiman, A., Jennings, K. & G. Williams, 2010. Protected areas and climate change: Reflections from a practitioner's perspective. *Utrecht Law Review*. Volume 6, Issue 1.
- Domínguez, R., Ruelas, E. y T. Will, 1996. Avifauna de la Reserva El Ocote. en: Vázquez Sánchez, M.A. e I. J. March Mifsut (Eds.). Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas. Ed. ECOSUR, CONABIO, ECOSFERA. México. Pp. 149 – 178.
- Dudley, N., 2003. No Place to Hide: Effects of Climate Change on Protected Areas. *Equilibrium*, WWF Climate Change Programme. 11 pp.
- Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith and N. Sekhran (eds.), 2010. Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change, IUCN/WWF, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA. 126 pp.
- Dunlop, M., & Brown, P.R. 2008. Implications of climate change for Australia's National Reserve System: A preliminary assessment. Report to the Department of Climate Change, February 2008. Department of Climate Change, Canberra, Australia. 188 pp. http://www.utexas.edu/tmm/sponsored_sites/biospeleology/preprint.htm
- Elliott, W.R., 1998 Conservation of the North American Cave and Karst Biota. An electronic preprint from Elsevier Science's Subterranean Biota (Ecosystems of the World series).
- Emanuel, K. 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclons over the past 30 years. *Nature* 436:686-688.
- Ervin, J., K. J. Mulongoy, K. Lawrence, E. Game, D. Sheppard, P. Bridgewater, G. Bennett, S.B. Gidda and P. Bos. 2010. Making Protected Areas Relevant: A guide to integrating protected areas into wider landscapes, seascapes and sectoral plans and strategies. CBD Technical Series No. 44. Montreal, Canada: Convention on Biological Diversity, 94 pp.
- Esquivel Bazán, E., M. Olguín Álvarez, E. Orihuela Belmonte, M. Antonio Hernández Vásquez, S. Quechulpa, B. H. J de Jong y V. De La Cruz Arias, 2009. Formulación de un proyecto REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) usando el sistema Plan Vivo en la Reserva de la Biosfera El Ocote: Fase 1. Reporte técnico final. AMBIO, ECOSUR, CONANP. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. 93 pp.
- Esquivel, E., B. de Jong, M. Olguín, M. Martínez, E. Orihuela y V. de la Cruz, 2010. Formulación de un proyecto REDD (Reducción De Emisiones Por Deforestación Y Degradación) usando el sistema plan vivo en la reserva de la biosfera El Ocote: Fase 2. Reporte técnico final. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. 291 pp.
- Falkowski, P. G. 2002, Los secretos del océano podrían salvar al planeta. *Scientific American Latinoamérica*. Septiembre 2002: 40-45.

- Flamenco, A., 2007. Dinámica y escenarios sobre los procesos de cambio de cobertura y uso del terreno en el sureste de México el caso del La Selva El Ocote, Chiapas. Tesis de Doctorado, Centro de Estudios en Ecosistemas-UNAM, México. 106 pp.
- Flamenco-Sandoval, A., Martínez Ramos, M., Masera, O.R., 2007. Assessing implications of land-use and land-cover change dynamics for conservation of highly diverse tropical rain forest. *Biological Conservation*, 138, 131-145.
- Foden, W., Mace, G., Vié, J.-C., Angulo, A., Butchart, S., DeVantier, L., Dublin, H., Gutsche, A., Stuart, S. and Turak, E. 2008. Species susceptibility to climate change impacts. In: J.-C. Vié, C. Hilton-Taylor and S.N. Stuart (eds). *The 2008 Review of The IUCN Red List of Threatened Species*. IUCN Gland, Switzerland. 11 pp.
- Food and Agricultural Organization, 2005. Impact of climate change, pests and diseases on food security and poverty reduction. Special event background document for the 31st. Session of the Committee on World Food Security. Rome.
- Franco, A.M.A., Hill, J. K., Kitschke, C., Collingham, Y. C., Roy, D. B., Fox, R., Huntley, B. and Thomas, C. D., 2006. Impacts of climate warming and habitat loss on extinctions at species' low-latitude range boundaries. *Global Change Biology*, 12, 1545-1553.
- Galbraith, H. and J. Price, 2009. A Framework for Categorizing the Relative Vulnerability of Threatened and Endangered Species to Climate Change. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC. 113 pp.
- Galindo – Leal, C. e I. Lira. 2011. Los Mamíferos de la Selva Zoque: Riqueza. En: Una Mirada desde el Corazón de la Jícara de Oro (Experiencias de Conservación en la Selva Zoque de los Chimalapas). (David Ortega del Valle, Tzinnia Carranza López, Jerónimo Martínez Pérez, eds.). WWF – México. México, D.F. Pp. 211 – 221.
- Galindo – Leal, C. e I. Lira. 2011. Los Mamíferos de la Selva Zoque: Uso y Conservación. En: Una Mirada desde el Corazón de la Jícara de Oro (Experiencias de Conservación en la Selva Zoque de los Chimalapas). (David Ortega del Valle, Tzinnia Carranza López, Jerónimo Martínez Pérez, eds.). WWF – México. México, D.F. Pp. 222 – 235.
- Glick, P., Staudt, A. and B. Stein, 2009. A New Era for Conservation: Review of Climate Change Adaptation Literature. National Wildlife Federation. March 12, 2009. 69 pp.
- González-Díaz A., Quiñones R., Velásquez-Martínez J. & Rodiles-Hernández R. 2008. Fishes of La Venta river in Chiapas, México. *Zootaxa* 1685: 47–54.
- Halpin, P.N., 1997. Global climate change and natural-area protection: Management responses and research directions. *Ecological Applications* 7 (3): 828-843.
- Hannah, I., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Pearson R. and P. Williams, 2007. Protected area needs in a changing climate. *Front Ecol Environ* 2007; 5(3): 131–138.
- Hannah, L. and T.E. Lovejoy (eds.), 2003. Climate change and Biodiversity: Synergistic Impacts. Center for Applied Biodiversity Science. Conservation International. *Advances in Applied Biodiversity Science*. Washington, D.C., Number 4. 123 pp.
- Hansen, L.J., Biringer, J.L. and J.R. Hoffman (eds.), 2003. Buying time: A user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems. World Wildlife Fund. Washington D.C. 246 pp
- Harvey, C.A., Dickson, B., and C. Kormos, 2010, Opportunities for achieving biodiversity conservation through REDD. *Conservation Letters* 3 (2010) 53–61.
- Heller, N.E. and E. S. Zavaleta, 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*. 142: 14-32.
- Hickling, R., Roy, D. B., Hill, J. K., Fox, R. and Thomas, C. D., 2006. The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biology*, 12, 450-455.
- Higgins, P.A. T., 2007. Biodiversity loss under existing land use and climate change: an illustration using northern South America. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 197-204.
- Hong, S. He, David J. Mladenoff and Eric. J. Gustavson. 2002. Study of landscape change under forest harvesting and climate change warming-induced fire disturbance. *Forest Ecology and Management*. 155: 257-270.
- Imbach, P., L. Molina, B. Locatelli y L. Corrales, 2010. Vulnerabilidad de los servicios ecosistémicos hidrológicos al cambio climático en Mesoamérica. En: Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Martínez-Alonso, C., B. Locatelli, R. Vignola y P. Imbach. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie técnica. Manual técnico no. 99. Pp. 32- 43.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística, 2010. Vegetación y Uso del Suelo Serie IV. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. 2007. Ecorregiones terrestres de México. Escala 1:1,000,000. México.
- IPCC , 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jardel-Peláez, E.J., J.M. Frausto-Leyva, D. Pérez-Salícup, E. Alvarado, J.E. Morfín-Ríos, R. Landa y P. Llamas-Casillas, 2010. Prioridades de Investigación en Manejo del Fuego en México. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México D.F. 35 pp.
- Koleff, P., M. Tambutti, I. J. March, R. Esquivel, C. Cantu, A. Lira-Noriega et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, Mexico, Pp. 651-718.
- Krawchuk, M.A., Moritz, M.A., Parisien, M.A., Van Dorn, J. and K. Hayhoe, 2009. Global Pyrogeography: the Current and Future Distribution of Wildfire. *PLoS ONE*. 4 (4): 12 pp.
- Laurance, W.F. and G.B. Williamson, 2001. Positive feedbacks among forest fragmentation, drought and climate change in the Amazon. *Conservation Biology*. 15(6):1529-1535.
- Leal Aguilar, K., 2008. Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. En: Schüttler, E. & Karez, C.S. (eds). *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe*. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo. Pp. 241- 243.
- Leal Aguilar, K., 2010. Monitoreo de aves en la reserva de la biosfera Selva El Ocote: Informe 2010. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). México. 36 pp.

- Lenihan, J.M., R. Drapek, D. Bachelet and R. P. Neilson, 2003. Climate change effects on vegetation distribution, carbon and fire in California. *Ecological Applications*, 13(6), 2003, pp. 1667–1681
- Lexer, M.J. and R. Seidl, 2009. Addressing biodiversity in a stakeholder-driven climate change vulnerability assessment of forest management. *Forest Ecology and Management* 258 (2009):158–167.
- Liu, Y., J. Stanturf and S. Goodrick, 2010. Trends in global wildfire potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management*. 259: 685–697.
- Macías, C. y P. González, 2010. Ficha técnica de la Zona Zero Extinction El Pozo, Chiapas, México. Subdirección de Conservación . Pronatura Sur, Chiapas, México. 7 pp.
- Mackey, B.G., Watson, J.E.M., Hope, G. and S. Gilmore, 2008. Climate change, biodiversity conservation, and the role of protected areas: An Australian perspective. *Tropical Conservancy. Biodiversity* 9 (3&4) 2008: 11-18.
- Magaña, V. y E. Caetano, 2007. Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por sector. Centro de Ciencias de la Atmósfera. UNAM. Dirección General de Investigación sobre Cambio Climático Instituto Nacional de Ecología. México. 41 pp.
- Maldonado, M. de L., Arturo, D., Guízar, E., Velázquez, J., y S. Nájiz, 2009. Reducción en Riqueza de especies arbóreas por Incendios en La Reserva Selva El Ocote, Chiapas. *Rev. Ciencia Forestal en México*. Vol. 34. Núm. 106.
- Martínez, V. 2006. Catálogo de orquídeas endémicas de Los Chimalapas, Juchitán, Oaxaca. Informe final convenio KG09. WWF. Oaxaca, México.
- Mas, J.F. y A. Flamenco Sandoval. 2011. Modelación de los cambios de coberturas/ uso del suelo en una región tropical de México. *GeoTrópico*. Aceptado. (NS-9).
- Maldonado, M. de L., 2006. Severidad de los incendios forestales en el estrato arbóreo de la reserva de la biosfera Selva El Ocote, Chiapas. Tesis Profesional Ingeniero Forestal .Chapingo, Texcoco, Edo. de México; Septiembre de 2006. 47 pp.
- Martínez Domínguez, R. y D.A. Rodríguez Trejo, 2004. Los Incendios Forestales en México y América Central. Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global. General Technical Report PSW-GTR-208. Pp. 767-779.
- Massot, M., Clobert, J. and Ferriere, R., 2008. Climate warming, dispersal inhibition and extinction risk. *Global Change Biology*, 14, 461-469.
- Maynard-Ford, M.C., Phillips, E.C., and Chirico, P.G., 2008, Mapping vulnerability to disasters in Latin America and the Caribbean, 1900–2007: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008–1294. 30 pp.
- McKenzie, D., Z. Gedalof, D.L. Peterson and P. Mote, 2004. Climatic Change, Wildfire and Conservation. *Conservation Biology*. 18(4): 890-902.
- Mendoza Alfaro, R., Fisher, J.P., Courtenay, W., Ramírez Martínez, C., Orbe-Mendoza, A., Escalera Gallardo, C., Álvarez Torres, P., Koleff Osorio, P. and S. Contreras Balderas, 2009. Chapter 3: Armored Catfish (Loricariidae) Trinational Risk Assessment. In: Commission for Environmental Cooperation. Trinational risk assessment guidelines for aquatic alien invasive species. Montreal, Canada. Pp. 25-37.
- Millar, C.I., Stephenson, N.L. and S. L. Stephens, 2007. Climate Change and Forests of The Future: Managing In The Face Of Uncertainty. *Ecological Applications*, 17(8): 2145–2151.
- Miranda F. 1952. La Selva El Ocote. Publicaciones Ateneo de Chiapas. Tuxtla Gtz. pp.15
- Mohr, J., 2007. Biodiversity, Protected Areas, and Climate Change: A Review and Synthesis of Biodiversity Conservation in Our Changing Climate. 48 pp.
- Montero, M.J., Martínez, J., Castillo, N. y B. Espinoza, 2010. Escenarios climáticos en México proyectados para el Siglo XXI: precipitación y temperaturas máxima y mínima. En: Martínez Austria, P. y C. Patiño (eds.). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol. III. SEMARNAT. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. Pp. 39-64.
- Moreno Molina, I., 2010. Las orquídeas de la zona sujeta a conservación ecológica Laguna Bélgica, Ocozacoautla de Espinosa, Chiapas. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas . Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 165 pp.
- Muñoz, A, Martínez, R. y P. Hernández, 1996. Anfibios y reptiles de la Reserva El Ocote. en: Vázquez Sánchez, M.A. e I. J. March Mifsut (Eds.). Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas. Ed. ECOSUR, CONABIO, ECOSFERA. México. Pp. 87-148.
- Navarrete, D., Alba, M.P., March, I.J. y E. Medinilla, 1996. Mamíferos de la Selva El Ocote. en: Vázquez Sánchez, M.A. e I. J. March Mifsut (Eds.). Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas. Ed. ECOSUR, CONABIO, ECOSFERA. México. Pp. 179 -208.
- Navarro, A. y J.A. Meave, 1996. Inventario general de flora y fauna de la región de Los Chimalapas, Estado de Oaxaca. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Marzo de 1996. Informe final presentado a CONABIO. 191 pp.
- Ochoa G., S., 1996. La vegetación de la Reserva El Ocote a lo largo del cañón del Río La Venta. en: Vázquez Sánchez, M.A. e I. J. March Mifsut (Eds.). Conservación y Desarrollo Sustentable en la Selva El Ocote, Chiapas. Ed. ECOSUR, CONABIO, ECOSFERA. México. Pp. 45-86.
- Page, S.E., Siegert, F., Rieley, J.O., Boehm, H., Jaya, A. and S. Limin, 2002. The amount of carbon release from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 420:61-65.
- Parmesan, C., 2007. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. *Global Change Biology*, 13, 1860-1872.
- Peterson, A.T., Ortega, M.A., Bartley, J., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Buddemeier, R. and D. R. Stockwell, 2002. Future projections for mexican faunas under global climate change scenarios. Letter to Nature. *Nature*, 416: 626-629.

- Peterson, A.T., A. G. Navarro, B.E. Hernández, G. Escalona, F. Rebón, E. Rodríguez, E. M. Figueroa and L.Cabrera, 2003. The Chimalapas Region, Oaxaca, Mexico: a high-priority region for bird conservation in Mesoamerica. *Bird Conservation International* (2003) 13:227–253.
- Post, E.S., C. Pedersen, C.C. Wilmers and M. C. Forchhammer, 2008. Phenological Sequences Reveal Aggregate Life History Response To Climatic Warming *Ecology*, 89(2): 363–370.
- Poulson, T.L., 1991. Effects of recent and future climate change on terrestrial cave communities at Mammoth Cave. 1991 Cave Research Foundation Annual Report.
- Primack, R.B., I. Ibáñez, H. Higuchi, S. Don Lee, A. J. Miller-Rushing, A. M. Wilson and J. A. Silander, 2009. Spatial and interspecific variability in phenological responses to warming temperatures. *Biological Conservation* 142 (2009) 2569–2577.
- Pronatura Chiapas, 2002. Plan regional para la conservación de la Selva Zoque. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México. 136 pp.
- Pyke, C.R. and D. T. Fischer, 2005. Selection of bioclimatically representative biological reserve systems under climate change. *Biological Conservation* 121 (2005): 429–441.
- Ramírez, P., 2005. Climate, Climate Variability and Climate Change in Central America: Review of experiences, actors and needs in tropical forest climate change vulnerability and adaptation in Central America. Consultancy Report. Turrialba, Costa Rica. August, 2005. 48 pp.
- Reyes-Díaz, J., Mas, J.F. y A. Velázquez, 2008. Monitoreo de los patrones de deforestación en el Corredor Biológico Mesoamericano, México. *Interciencia*. 33(12): 882-890.
- Rivera, J.E., E. Torres y S. Salas, 1998. Contribución al conocimiento florístico y ecológico de las chaparreras de Chimalapas, Oaxaca, México. Libro de Resúmenes del VII Congreso Latinoamericano de Botánica. Octubre 1998. México D.F.
- Rivas, I., Güitrón, A. y H. Ballinas, 2010. Vulnerabilidad hídrica global: aguas superficiales. En: Martínez Austria, P. y C. Patiño (eds.). Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol. III. SEMARNAT. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México. Pp. 81-113.
- Román-Cuesta, R. M., M. Gracia, and J. Retana. 2003. Environmental and human factors influencing fire trends in ENSO and non-ENSO years in tropical Mexico. *Ecological Applications* 13:1177-1192.
- Román-Cuesta, R. M., J. Retana, and M. Gracia. 2004. Fire trends in tropical Mexico: a case study of Chiapas. *Journal of Forestry* 102:26-32.
- Root, T.L. and S. H. Schneider, 2006. Conservation and Climate Change: the Challenges ahead. *Conservation Biology* Volume 20, No. 3, 706–708.
- Salas, S. (coord.), 1997. Análisis de la vegetación y uso actual del suelo en Los Chimalapas, SERBO, Oaxaca, México, 2ª. ed. 26 pp.
- Salazar, G. 1997. La biodiversidad y la importancia de las orquídeas en Chimalapas. Taller sobre biodiversidad y áreas prioritarias para la conservación en la región de los Chimalapas, Oaxaca, México. WWF, SEMARNAP, IEE y SERBO. Oaxaca. México.
- Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez and F. Yamin, 2007. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 779-810.
- Shadie, P. and Epps, M. (Eds.) (2008). *Securing Protected Areas in the Face of Global Change: Key lessons learned from case studies and field learning sites in protected areas*. IUCN Asia Regional Office, Bangkok, Thailand. 49pp.
- Stolton, S., Dudley, N. and J. Randall, 2008. *Natural Security: Protected areas and hazard mitigation*. WWF – World Wide Fund for Nature. A research report by WWF and Equilibrium. 128 pp.
- Tacconi, L., Moore, P.F., and D. Kaimowitz, 2007. Fire in tropical forests- What is really the problem?. *Lessons from Indonesia . Mitigation Adaptation Strategies. Global Change*. 12: 55-66.
- Taylor M. & Figgis P. (eds) (2007) *Protected Areas: Buffering nature against climate change*. Proceedings of a WWF and IUCN World Commission on Protected Areas symposium, 18-19 June 2007, Canberra. WWF Australia, Sydney. 127 pp.
- Tellez, O., and P. A. Vila, 2003. Protected Areas and Climate Change: a Case Study of the Cacti in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Conservation Biology*, 17(3): 846–853.
- The H. John Heinz III Center For Science, Economics and the Environment, 2009. *Strategies for Managing the Effects of Climate Change on Wildlife and Ecosystems*. Washington, D.C. 48 pp.
- The Nature Conservancy, 2010. *Climate Change and Conservation: A Primer for Assessing Impacts and Advancing Ecosystem-Based Adaptation in TNC*. Adaptation Working Group. March 2010. Washington, D.C. 55 pp.
- The Nature Conservancy, University of Washington, University of Southern Mississippi, 2009. *The Climate Wizard*. <http://www.climatewizard.org/>
- The World Bank, 2010. *Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-Based Approaches to Climate Change*. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington DC. 114 pp.
- Thomas, C., Cameron, A., Green, R., Bakkenes, M., Beaumont, L., Collingham, Y., Erasmus, B., Ferreira, M., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., Van Jaarsveld, A., Midgley, G., Miles, L., Ortega, M.A., Peterson, A., Phillips, O. and Williams, S., 2004. Extinction risk from climate change. *Nature*. 427:145-148.
- Tong, S., P. Mather, G. Fitzgerald, D. McRae, K. Verrall and D. Walker, 2010. Assessing the Vulnerability of Eco-Environmental Health to Climate Change. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2010, 7: 546-564.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 2007. *Climate change: impacts, vulnerabilities and adaptation in developing countries*. 60 pp.
- Vandall, J., N. Henderson, and J. Thorpe. 2006. Suitability and adaptability of current protected area policies under different climate change scenarios: the case of the Prairie Ecozone, Saskatchewan (Saskatchewan Research Council Publication 11755-1E06).

- Vázquez, J.R., Enríquez, P.L. y J.L. Rangel, 2009. Diversidad de aves rapaces diurnas en la Reserva de la Biosfera El Ocote, Chiapas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 203-209.
- Vignola, R., M. Otárola and G. Calvo, 2010. Defining ecosystem-based adaptation strategies for hydropower production: stakeholders participation in developing and evaluating alternative land use scenarios and the strategies to achieve desired goals. En: *Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina*. Martínez-Alonso, C., B. Locatelli, R. Vignola y P. Imbach. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie técnica. Manual técnico no. 99. Pp. 67-78.
- Villers-Ruiz, L. and I. Trejo-Vazquez, 1997. Assessment of the vulnerability of forest ecosystems to climate change in Mexico. *Climate Research* 9: 87-93.
- Visser, M.E. and C. Both, 2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proc. R. Soc. B* (2005) 272, 2561-2569.
- Visser, M.E., L. J. M. Holleman and P. Gienapp, 2006. Shifts in caterpillar biomass phenology due to climate change and its impact on the breeding biology of an insectivorous bird. *Oecologia* (2006) 147: 164-172.
- Vorosmarty, C.J., Green, P., Salisbury, J. and R. B. Lammers, 2000. Global Water Resources: Vulnerability from Climate Change and Population Growth. *Science*. 289: 284-288.
- Wake, D.B. & J.D. Johnson, 1989. A New genus and species of Plethodontid salamander from Chiapas, Mexico. *Cont. Sci. Natural Hist. Mus. Los Angeles Co.* 411:1-10.
- Webster, P.J. et al., 2005. Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment. *Science* 309 (5742): 1844-1846.
- Wei Min Hao, Mei-Huey, L., and Crutzen, P. J. 1990. Estimates of annual and regional releases of CO₂ and other trace gases to the atmosphere from fires in the tropics, based on the FAO statistics for the period 1975-1980. In: Goldammer, J. G. (ed.). *Fire in the tropical biota*. Berlin: Springer-Verlag.; 440-486.
- Wendt, T. 1987. Conocimientos actuales de la flora de Los Chimalapas y Uxpanapa. Taller sobre biodiversidad y áreas prioritarias para la conservación de la región de los Chimalapas, Oaxaca. México. WWF, SEMARNAP, IEE y SERBO. Oaxaca, México.
- Wendt, T. 1989. Las Selvas de Uxpanapa, Veracruz-Oaxaca, México: evidencia de refugios florísticos cenozoicos. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México*. 58: 29-54.
- Westerling, A.L. and B. P. Bryant, 2008. Climate change and wildfire in California. *Climatic Change* (2008) 87 (Suppl 1):S231-S249.
- Whitmore, T.C., 1998. Potential Impact Of Climatic Change On Tropical Rain Forest Seedlings And Forest Regeneration. *Climatic Change* 39: 429-438.
- Wilson, R. J., Gutierrez, D., Gutierrez, J., Martinez, D., Agudo, R. and Monserrat, V. J., 2005. Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters*, 8, 1138-1146.
- Xenopoulos, M.A., Lodge, D.M., Alcamo, J., Märker, M., Schulze, K. and van Vuuren, D., 2005. Scenarios of freshwater fish extinctions from climate change and water withdrawal. *Global Change Biology*, 11, 1557-1564.
- Yongqiang, L., J. Stanturf and S. Goodrick, 2010. Trends in global wildlife potential in a changing climate. *Forest Ecology and Management*. 259: 685-697.
- Young, B., E. Byers, K. Gravuer, K. Hall, G. Hammerson and A. Redder, 2010. Guidelines for Using the NatureServe Climate Change Vulnerability Index. Release 2.0 27 April 2010. NatureServe 2010, Arlington, VA. 54 pp.
- Yusuf, A.A. and H. Francisco, 2009. Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia. *Economy and Environment Program for Southeast Asia (EEPSEA)*. 26 pp.



El Programa de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas del complejo Selva Zoque. Resumen ejecutivo se terminó de imprimir en noviembre de 2011. El tiro consta de 1000 ejemplares. México, D.F.

