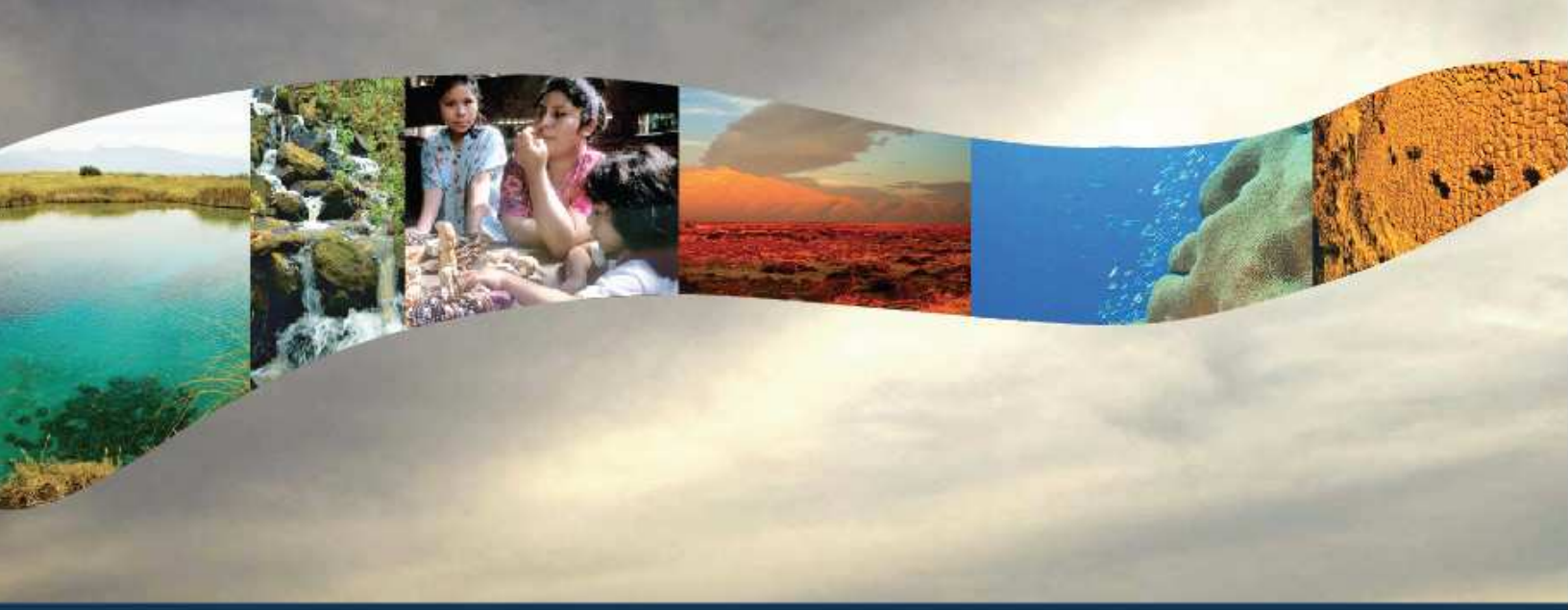

Programa de adaptación al **cambio climático** en **áreas naturales protegidas** del **complejo de la Selva Maya**

Reserva de la Biosfera Calakmul
Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax

Vivir Mejor

The Nature Conservancy

FONDO MEXICANO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA, A.C.
Institución Privada

CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

GOBIERNO FEDERAL

SEMARNAT

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

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

Resumen ejecutivo

México 2011

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

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
Mariana Bellot Rojas, CONANP
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 de la Selva Maya*. 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

Agradecimientos
Esta guía se produjo en el marco 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), The Nature Conservancy (TNC) 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 y Desarrollo Sustentable, A.C.

Agracedemos profundamente a Cristina Lasch por su valiosa asesoría en la planeación de la metodología, a partir de la cual se derivaron los resultados aquí presentados, así como su participación en la facilitación del primer taller. También queremos agradecer el apoyo de Vanessa Valdez y Rossana Landa del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C. y de Alejandra Calzada de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en la organización y logística de los talleres. Así mismo, un agradecimiento a Baltazar González Zapata por su apoyo en los recorridos de campo dentro de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Agradecemos también la participación y aportes en los talleres de Luis Alvarado Moo, Martha Arjona García, Yoyser Gilberto Bacab, Cinthia Cazán, Pedro Gutiérrez Nava, Juan Manuel Herrera Gloria, Lucio López Méndez, José María Molina Landeros, César Alberto Ordaz, Renan Rodolfo Pacheco Pech, Josué Rodríguez Jiménez, Fernando Secaira, David Enrique Simá Pantí, Diana Torres, José Manuel Velázquez López, Guillermo Villalobos Zapata.

Producción: Ideas Sustentables
www.ideasustentables.com

Autores

Hernando Cabral, TNC

Ignacio J. March, TNC

Yven Echeverría, TNC

Francisco Ursua Guerrero, CONANP

José Juan Pérez Ramírez, CONANP

José Adalberto Zúñiga, CONANP

Juan Manuel Frausto, FMCN

Coautores*

Carlos Alcérreca
Biocenosis, A.C.

María Andrade
Pronatura Península de Yucatán

Jorge Ángel Berzunza Chio
Secretaría de Medio Ambiente y AprovechamientoSustentable. Gobierno del Estado de Campeche.

Juan Bezaury
The Nature Conservancy (TNC)

Rossemelly Burgos Ávila
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Iván Carmona
Gobierno del Estado de Campeche

Guillermo E. Castillo Vela
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

Pánfilo Fernández
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

Gerardo García Contreras
Pronatura Península de Yucatán

Víctor Manuel Kú Quej
El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

Cristina Lasch Thaler
The Nature Conservancy (TNC)

Rogelio Manríquez Martínez
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Jorge Manzanilla
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

Edgar Matus Pérez
DPGA Consultores

Arturo Medina Pech
CRIPX

Gustavo Mendoza Arroyo
Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable. Gobierno del Estado de Campeche.

Marcela Morales
Corredor Biológico Mesoamericano – México, CONABIO

Mariana Negrete Cardozo
Secretaría de Medio Ambiente y AprovechamientoSustentable, (SMAAS)

Roger Orellana
Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY)

Miroslava Pacheco Cervera
Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable (SMAAS)

Angélica Padilla
Pronatura Península de Yucatán

Francisco Pérez
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Gabriela E. Poot Ávila
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Xóchitl Ramírez
Corredor Biológico Mesoamericano – México, CONABIO

Rafael Ángel Reyna Hurtado
Department of Anthropology McGill University

Andrew Rhodes Espinoza
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)

Rafael Robles de Benito
Biocenosis, A.C.

Francisco J. Rosado May
Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo

Gerardo Solís Pasos
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

Gabriel Tamariz
Corredor Biológico Mesoamericano – México, CONABIO

* 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

Resumen

Son numerosas las evidencias de los impactos del cambio climático (CC) sobre las especies, los ecosistemas, y los servicios que éstos generan en beneficio de los seres humanos. No obstante, también existen numerosas incertidumbres acerca de cómo responderán los sistemas naturales del planeta y las especies. Esta incertidumbre se amplifica por el efecto dominó o en cascada que los impactos del cambio climático puedan representar, por la resiliencia diferencial de las especies y sus poblaciones, y por los procesos secundarios detonados por el cambio climático y que tienen un efecto de retroalimentación.

Sin embargo, estas incertidumbres asociadas a los fenómenos del cambio climático no pueden significar una excusa para posponer toda acción hasta contoar con un conocimiento científico detallado de los impactos y las respuestas al cambio climático. 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 previsora 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. Activar una agenda regional para iniciar las medidas de adaptación con base en ecosistemas y que tenga impacto, no sólo en la operación de las áreas naturales protegidas, pero también en las actividades de investigación, el diseño de programas de desarrollo sustentable, entre otros.
2. Producir una metodología útil para establecer 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 naturales protegidas de enfoque.
4. Diseñar 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 que benefician a la biodiversidad.

Es fundamental indicar que este proyecto tiene un enfoque de paisaje y considera a grupos seleccionados de áreas naturales protegidas insertas en paisajes más amplios, involucradas en procesos ecológicos regionales y compartidos (Ervin *et al.*, 2010). No resulta adecuado pensar en estrategias de adaptación a partir de considerar las áreas naturales protegidas como islas dentro del contexto regional y de los paisajes, terrestres o marinos, donde se insertan.

En este reporte se presentan los principales resultados sobre la identificación de estrategias de conservación para el complejo de áreas naturales protegidas de la Selva Maya en México. Se identificaron los impactos en los principales ecosistemas de la región: cuerpos de agua, selvas inundables, selvas altas, selvas medianas, selvas bajas y sabanas. Los cuerpos de agua (conocidos localmente como "aguadas") están pasando por un proceso de desecación, lo que pone en riesgo el equilibrio ecosistémico, ya que son la fuente principal de agua para la fauna de la región durante la época de secas; es por esto que es de vital importancia implementar estrategias de adaptación de manera inmediata.

Las anomalías en temperatura y precipitación probablemente causarán alteraciones en la fenología de muchas especies, por lo que se espera que las respuestas de las diversas especies de flora y fauna serán diferentes. Esto puede dar lugar a "asincronías fenológicas" como la ausencia parcial de polinizadores cuando ocurre la floración y viceversa. Así mismo, al proyectarse una posible disminución progresiva en la precipitación total anual, se esperarían afectaciones en las recargas de acuíferos y las aguadas, tal y como ya está ocurriendo. La tendencia en la disminución de la precipitación en la región, proyectada por diversos modelos, permite inferir que muy probablemente las especies de las selvas secas en la Península de Yucatán irán teniendo una mayor cobertura en áreas ocupadas ahora por especies que requieren mayor humedad.

Las selvas de esta región, adaptadas al impacto de huracanes y tormentas tropicales, se verían amenazadas por un incremento en la intensidad de estos eventos meteorológicos, que provocarían una mayor destrucción de ramas y fustes de árboles, y consecuentemente una mayor acumulación de material combustible; esto, además de afectar los recursos forestales, incrementaría los riesgos de incendios catastróficos en ecosistemas

no adaptados al fuego durante periodos de sequía. Así mismo, las diversas alteraciones ecológicas y perturbaciones en las selvas pueden crear condiciones para la introducción y expansión de especies exóticas invasoras, que causarían diversos impactos a los ecosistemas. Todos los impactos antes mencionados se traducen en una pérdida de conectividad ecológica entre los ecosistemas de toda la región y esto muy probablemente podría afectar la resiliencia de especies y los sistemas naturales.

De no contarse con estrategias orientadas a buscar una adaptación apropiada y planificada de las actividades humanas ante el cambio climático, se esperan respuestas humanas inadecuadas que agraven aún más la salud ecológica y la sustentabilidad en la región; entre otras se puede mencionar una extracción excesiva de agua y la transformación de zonas cruciales para la captación de agua como los escurrimientos que alimentan a las aguadas.

Finalmente, se presentan 29 estrategias prioritarias, no sólo para contribuir a mantener la resiliencia de especies y ecosistemas, sino para enfrentar amenazas que pueden exacerbarse con el cambio climático y para mantener las actividades económicas y los recursos naturales de los que depende el desarrollo de esta región. Entre las más relevantes están: manejo integral de fuego, verdadero uso y manejo sustentables del agua, promover la conectividad ecológica a través de diversos instrumentos, optimizar el monitoreo de especies y ecosistemas que permita un seguimiento de los impactos del cambio climático en la región y de las medidas de manejo que se implementen para la adaptación.

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

Las estrategias de adaptación al cambio climático se seleccionaron y adaptaron con base en un catálogo de estrategias generales de adaptación. Las estrategias fueron seleccionadas con dos objetivos principales: 1) mantener o incrementar la resiliencia de los objetos de conservación y 2) enfrentar amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas ante el cambio climático Cada objeto de conservación tuvo más de una amenaza, por lo tanto fue necesario identificar aquellas con mayor severidad y alcance. Para seleccionar las estrategias de adaptación se identificaron los principales impactos y síntomas de los atributos ecológicos clave de los objetos de conservación descritos en la hipótesis de cambio.

a) Cuerpos de agua

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación	Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas ante el cambio climático
Cuerpos de agua	Remover barreras y obstáculos para el libre flujo del agua.	Contribuir al fortalecimiento del desarrollo humano de todas las comunidades humanas con incidencia en las ANP.
	Conservación de vegetación ribereña alrededor de las aguadas para evitar azolves.	Capacitación de facilitadores que promuevan permanentemente actividades orientadas a un verdadero desarrollo sustentable (extensionistas).
	Construcción de obras de conservación de suelos y agua en sitios estratégicos (Instalación de abrevaderos artificiales).	Implementar nuevos mecanismos de ordenamiento territorial que consideren las necesidades de las comunidades y que promuevan la concurrencia de las instituciones.
	Políticas públicas locales con recursos e incentivos para el manejo activo de la vida silvestres.	Implementar un plan maestro en red compartido entre las comunidades para un manejo y gestión efectiva de los incendios forestales.

b) Selvas inundables

Objeto de conservación	**Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación**	**Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas ante el cambio climático**
Selvas inundables	Promover la remoción de combustible (madera muerta) a través de mecanismos innovadores y redituables de aprovechamiento.	Contribuir al fortalecimiento del desarrollo humano de todas las comunidades humanas con incidencia en las ANP.
	Desarrollo de capacidades y construcción de una cultura preventiva en el manejo del fuego entre las comunidades humanas de la región.	Capacitación de facilitadores que promuevan permanentemente actividades orientadas a un verdadero desarrollo sustentable (extensionistas).
	Implementar una estrategia diseñada para enfrentar con eficiencia los incendios de grandes dimensiones, incluyendo el fortalecimiento de capacidades en las comunidades de la región.	Implementar nuevos mecanismos de ordenamiento territorial que considere las necesidades de las comunidades y que promuevan la concurrencia de las instituciones.
		Implementar un plan maestro en red compartido entre las comunidades para un manejo y gestión efectivas de los incendios forestales.

c) Selvas altas y medianas

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación	Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas ante el cambio climático
Selvas altas y medianas.	Con las proyecciones de reducciones significativas en la disponibilidad de agua, manejar una variedad de especies, genotipos y ecosistemas adaptados a condiciones de sequía y tolerantes a mayores temperaturas y bajos niveles de humedad.	Asegurar que los sistemas de producción agrícola, forestal, pecuaria y el turismo cumplan con criterios de sustentabilidad.
	Manejar y restaurar las áreas protegidas existentes para maximizar la resiliencia.	Permitir la ocurrencia de regímenes naturales de fuego en las sabanas para reducir la acumulación excesiva de material combustible y realizar quemas prescritas correctamente planificadas que disminuyan el riesgo de incendios catastróficos.
	Revisión de las leyes, normatividad y políticas públicas existentes relacionadas con los ecosistemas y su biodiversidad para asegurar que estos instrumentos tengan un enfoque más versátil para enfrentar el cambio climático.	Integrar el concepto de cambio climático en ejercicios de planeación (límites de pastoreo, programación de cosechas, programas de incentivos, etc.).
		Asegurar que los sistemas de producción agrícola, forestal, pecuaria y el turismo cumplan con criterios de sustentabilidad.
		Con las proyecciones de reducciones significativas en la disponibilidad de agua, manejar una variedad de especies, genotipos y ecosistemas adaptados a condiciones de sequía y tolerantes a mayores temperaturas y bajos niveles de humedad.

d) Selvas bajas y sabanas

Objeto de conservación	Estrategias para mantener o incrementar la resiliencia del objeto de conservación	Estrategias para enfrentar amenazas exacerbadas y respuestas humanas adversas ante el cambio climático
Selvas bajas y sabanas	Promover medidas de adaptación al cambio climático con base en ecosistemas, paisajes y sistemas productivos habitados por comunidades humanas.	Reducir factores de presión no relacionados con clima, como especies invasoras, contaminación y fragmentación.
		Estudiar las respuestas de los ecosistemas y especies al cambio climático y medidas de adaptación.
		Mejorar el manejo del agua en relación con las actividades humanas.
		Permitir ocurrencia de regímenes naturales de fuego en las sabanas para reducir acumulación de material combustible y realizar quemas prescritas que disminuyan el riesgo de incendios catastróficos.
		Implementar acciones para la restauración y conservación de los polinizadores como grupo funcional esencial para la perpetuación de ecosistemas y las especies que los conforman.

e) Estrategias generales de adaptación para la conservación de la biodiversidad y la sustentabilidad ante las amenazas regionales

- Expansión de la frontera agropecuaria.
- Incendios forestales catastróficos.
- Prácticas agrícolas inadecuadas.
- Desmonte para conversión a ganadería y agricultura.
- Proliferación de especies invasoras.

f) Conectividad ecológica

Una de las estrategias principales de adaptación al cambio climático para mantener la biodiversidad de una región consiste en mantener o restaurar la conectividad ecológica, ya que ésta resulta esencial para facilitar el flujo genético entre las poblaciones, y con ello mantener la heterocigosidad genética (Allendorf y Leary, 1986.), permitir la migración de especies conforme se modifiquen las condiciones climáticas, finalmente mantener la funcionalidad de los ecosistemas.

Dada la importancia de la región de Calakmul para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecológicos asociados, así en la conectividad de las selvas del Sur de México, con Guatemala y Belice, en 2008 se concretó una alianza de la sociedad civil para elaborar y proponer medidas de buenas prácticas y mitigación (técnicas y legales), a través del proyecto Mitigación del impacto de la construcción de carreteras sobre la biodiversidad de la región de Calakmul (KBA7) (Pronatura Península de Yucatán, 2010), con base en el estudio de caso de la carretera federal núm. 186 en su tramo Escárcega-Xpujil. Los objetivos fueron: a) desarrollar herramientas metodológicas que contribuyan a identificar sitios prioritarios para mantener la conectividad (norte-sur) de las selvas del sur de Campeche atravesadas por el tramo carretero Escárcega-Xpujil, municipio de Calakmul, Campeche; b) Identificar y proponer medidas de mitigación y buenas prácticas ambientales para minimizar y evitar los efectos de la fragmentación de hábitat y sus efectos sobre la biodiversidad y procesos ecológicos asociados; y c) Contribuir a sentar las bases para el desarrollo de buenas prácticas ambientales en la construcción de infraestructura carretera en otras áreas de alta biodiversidad dentro y fuera de áreas protegidas. Con base en estos estudios, se han presentado propuestas para que la estrategia forestal estatal considere la restauración ecológica para mantener la conectividad.

Con base en lo anterior, resulta fundamental realizar inversiones importantes para promover un manejo activo de los paisajes circundantes al complejo, con el fin de mantener y consolidar la conectividad ecológica de las selvas del complejo. Actualmente existen tres iniciativas de protección y manejo que contribuyen a la conectividad de este complejo de áreas naturales protegidas:

1) Corredor Biológico Mesoamericano, sección México.
2) Plan ecorregional de la Selva Maya, Zoque y Olmeca.
3) Iniciativa para la protección Sierra de Ticul (Alcérreca *et al.,* 2008).

Algunos de los instrumentos que pueden ayudar a mantener la conectividad ecológica en los paisajes que rodean las áreas protegidas son los proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD+) (Berkessy y Wintle, 2008; Dickson *et al.,* 2009; Harvey *et al.,* 2010), el pago por servicios hidrológicos (recarga de acuíferos), el fomento de prácticas productivas que contribuyan a la conectividad, el establecimiento de UMA),[1] bien organizadas y que tengan un plan de manejo sustentable con bases biológicas basados en estudios técnicos rigurosos y, finalmente, la creación de nuevas áreas naturales protegidas con distintas categorías.

f) Integración de estrategias en un Programa de adaptación para el complejo de áreas protegidas en la Selva Maya

A continuación se presentan las ocho estrategias identificadas para este complejo de áreas naturales protegidas en tres grupos, de acuerdo con su prioridad –Muy Alta, Alta y Media– y se indica si son estrategias de manejo o que propician condiciones favorables para implementar medidas de adaptación:

1 Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre.

Prioridad	Descripción de la estrategia	Tipo de estrategia		Objetivo de impacto de la estrategia
		Manejo	Condiciones favorables	
MUY ALTA	Fortalecimiento de capacidades locales Fortalecimiento de las capacidades locales para implementar medidas de adaptación y mitigación, tanto para la conservación de los ecosistemas y sus servicios, como de los sistemas productivos.		X	Estrategia orientada a mantener actividad productiva o recurso natural: ecosistemas y sus servicios y sistemas productivos sustentables.
MUY ALTA	Manejo integral del fuego Consolidar un manejo integral del fuego para disminuir las probabilidades de ignición por actividades humanas y diseñar e implementar alternativas para disminuir la vulnerabilidad a incendios catastróficos por acumulación de combustibles, tanto en áreas de conservación, como en los paisajes productivos.	X		Estrategia orientada a la reducción de amenaza exacerbada por cambio climático: incendios forestales catastróficos.
MUY ALTA	Planeación de desarrollo rural con componentes de cambio climático Impulsar planes y programas de desarrollo rural, a corto, mediano y largo plazos a nivel estatal, municipal y regional, con los componentes de adaptación y mitigación al cambio climático sin perder de vista la sustentabilidad, particularmente los vinculados a las áreas naturales protegidas y áreas prioritarias para la conservación y la conectividad biológica.		X	Estrategia orientada a mantener o incrementar la resiliencia de: ecosistemas y sus servicios y sistemas productivos.
MUY ALTA	Sistemas de producción adaptados y sustentables A través de equipos multidisciplinarios, implementar sistemas de producción agrícola, forestal pecuaria, y turística, así como adaptados al cambio climático, tecnificados, costo-efectivos y genuinamente sustentables, y que permitan una toma de decisión informada por los productores adecuada a su sistema de apropiación de los recursos.	X		Estrategia orientada a mantener actividad productiva o recurso natural: paquetes tecnológicos y de producción rural.
ALTA	Conservación de cuerpos de agua y escurrimientos Promover la conservación efectiva de la integridad ecológica de los cuerpos de agua y escurrimientos, perennes e intermitentes, por ser de valor estratégico para mantener los procesos ecológicos en el complejo.	X		Estrategia orientada a la reducción de amenaza exacerbada por cambio climático: pérdida de mantos acuíferos y cuerpos de agua.
ALTA	Estudio de respuestas al cambio climático Estudiar las respuestas de los ecosistemas y especies al cambio climático y las medidas de adaptación.		X	Estrategia orientada a mantener o incrementar la resiliencia de: ecosistemas y especies.
ALTA	Reducir factores de presión no relacionados con el cambio climático Reducir factores de presión a la biodiversidad no relacionados con el clima en ecosistemas y áreas prioritarias.	X		Estrategia orientada a mantener o incrementar la resiliencia de: ecosistemas y áreas prioritarias para la conservación.
MEDIA	Uso de especies resilientes Con las proyecciones de posibles reducciones significativas en la disponibilidad de agua, manejar una variedad de especies, genotipos y ecosistemas adaptados a condiciones de sequía y tolerantes a mayores temperaturas y bajos niveles de humedad.	X		Estrategia orientada a la reducción de amenaza exacerbada por cambio climático: uso de genotipos adaptados a sequía y altas temperaturas.

Perspectivas para el monitoreo

En las acciones de monitoreo de los impactos y las perturbaciones inducidas por el cambio climático es fundamental considerar indicadores biológicos planteados previamente, y que algunos posiblemente ya son registrados de manera sistemática en las áreas naturales protegidas o en la región, y que pueden resultar prácticos en términos de costos (cuadro 1). Pronatura Península de Yucatán y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) han realizado diversos esfuerzos de monitoreo que deberían ser aprovechados.

Cuadro1. Principales esfuerzos de monitoreo ambiental y ecológico implementados o propuestos en la Selva Maya.

Fuente	Escala espacial	Tema de enfoque
Whitacre, 1997	Reserva de la Biosfera Maya (Petén, Guatemala)	Manejo de recursos naturales, aspectos ecológicos, manejo del área protegida.
Carr y de Stoll, 1999	Selva Maya (México, Guatemala, Belice)	Vegetación, mariposas, anuros, aves, reptiles y mamíferos.
Consejo Nacional de Áreas Protegidas, 1999	Zona de Uso Múltiple, Reserva de la Biosfera Maya (Guatemala)	Manejo y aprovechamiento de recursos naturales.
Sader *et al.*, 2001	Reserva de la Biosfera Maya (Petén, Guatemala)	Cobertura forestal.
Vargas *et al.*, 2001	Municipio de Calakmul, Campeche	Especies prioritarias.
Corredor Biológico Mesoamericano, 2001	Región Mesoamérica	Calidad ambiental y conservación de la biodiversidad.
Morales y Magaña, 2001	Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche	Amenazas y estado de conservación.
Simá *et al.*, 2008	Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche	Monitoreo de vertebrados terrestres.
Simá, Reyna, y Retana, 2008; Simá, Reyna y Vargas, 2009; Simá y Reyna, 2010	Reserva de la Biosfera Calakmul., Campeche	Monitoreo de fauna silvestre asociada a aguadas.

Se ha observado que muchos insectos han respondido rápidamente al cambio climático y se cuenta con evidencias sólidas. Por ejemplo, 16 especies de mariposas en el centro de España han movido sus rangos altitudinales 212 metros en los últimos 30 años (Wilson *et al.*, 2007). Si bien en esta región no hay un gradiente de altitud significativo, las mariposas y otros insectos pueden ser también indicadores en este caso, ya que pueden mostrar cambios de distribución en los ejes latitudinal y longitudinal debido a las variaciones en las temperaturas y la precipitación. Es por ello que dentro de este proyecto se ha propuesto utilizar a las mariposas como indicadores biológicos de cambios ambientales, incluyendo los inducidos por el cambio climático (Pozo, *com. pers.*).

Una posibilidad para comenzar a registrar alteraciones fenológicas asociadas al cambio climático puede ser el registro sistemático de los ciclos y tiempos de floración de diversas

especies de plantas melíferas en la Selva Maya, de las cuales depende en buena medida la producción de miel. Algunas de estas especies son: Gymnopodium floribundum (Ts'its'il ché), Vigueira dentata (tajonal), Lysiloma latisiliquum (tsalam), Bursera simaruba (Palo mulato, chakaj), Piscidia piscipula (Ja'abin), Metopium brownei (Chechem), Turbina corymbosa (Xtabentun) y Thoninia canesceras (ka'an chunub) (Castañón, 2009). Quizá este monitoreo pudiera ser realizado en colaboración con los productores de miel en la región.

El diseño de nuevos esfuerzos de monitoreo para registrar, tanto los impactos del cambio climático en la región, como el desempeño de las acciones de adaptación que lleguen a implementarse, deberá tomar como base importantes trabajos realizados para planear el monitoreo de la salud de ecosistemas y especies en esta región.

A continuación se presentan indicadores y variables que podrían ser apropiados para evaluar los impactos y la dinámica de los objetos de conservación ante el cambio climático en esta región de estudio.

a) Selvas altas y medianas subperennifolias.

Cuadro 2. Indicadores y variables factibles para evaluar los impactos del cambio climático sobre las selvas altas y medianas.

Indicador	Variable	Iniciativa o sistema existente	Institución que podría tener interés en monitorear el indicador	Expertos a contactar
Precipitación y temperaturas.	Relación entre precipitación y temperatura.	CNA. Servicio Meteorológico Nacional.	CICY, CONANP, UNAM, organizaciones de la sociedad civil, Protección civil, municipal, estatal y federal, INECOL.	Roger Orellana, Víctor Magaña, Adalberto Tejeda, Pronatura P.Y., CONAGUA.
Severidad de la sequía.	Relación entre precipitación y temperatura.	CNA. Servicio Meteorológico Nacional.	CICY, CONANP, UNAM, organizaciones de la sociedad civil, protección civil, municipal, estatal y federal, Instituto de Geografía UNAM, INECOL.	Roger Orellana, María Engracia Hernández Cerda,Víctor Magaña, Adalberto Tejeda, Pronatura P.Y., CONAGUA.
Extensión de la caducidad de las hojas en especies caducifolias.	Tiempo de caducidad / extensión ha.	No hay información.	PPY, CONANP, Amigos de Sian Ka'n, ECOSUR, EPOMEX, organizaciones de la sociedad civil con percepción remota.	Gerardo García Contreras (PPY), CONANP.
Tasa de supervivencia de semillas y plántulas de especies seleccionadas.	Viabilidad y supervivencia de plántulas (LAI).	No hay información.	ITA, CONKAL, ECOSUR, Roger Orellana.	Horacio Ballina.
Estado de salud de las plántulas de las especies clave.	Supervivencia, cobertura, densidad (LAI), índice de área foliar.	No hay información.	ITA, CONKAL.	No hay información.
Índice de vegetación de diferencia normalizada(NDVI):	Firmas espectrales.	No hay información.	PPY, CONANP.	CICY, Fernando Tun.
Incendios forestales.	Número, superficie, recurrencia, carga material combustible por ha, áreas de riesgo.	Sistema de puntos de calor de CONABIO, mapas de riesgo IMF, PPY, Programa de incendios de CONAFOR.	SEDUMA, CICY, CONAFOR, CONABIO, CONANP (APFF Bala'an Ka'ax), TNC, Protección civil y gobierno del estado.	Andrés III Sierra , Fernando Tun, Celene Espadas
Especies altamente vulnerables: Tapir, jaguar, venados, pecaríes.	Densidad poblacional (Ej. Índice de King, etc.)	Pronatura Península deYucatán, A.C. (PPY), ECOSUR.	Pronatura Península de Yucatán, A.C. (PPY), ECOSUR.	Rafael Reyna (ECOSUR); Sophie Calmé (ECOSUR); David Sima (Pronatura Peninsila de Yucatan).
Cambio de uso de suelo.	Número de parches de vegetación y distancia entre parches.	PPY, CONANP, CONAFOR.	Gerardo García, Lili Contreras, Gerardo Ríos.	No hay información.
Niveles de extracción de especies maderables.	Núm. de tocones, presencia de especies de aves en áreas de perturbación.	No hay información.	No hay información.	No hay información.

Entre las especies altamente vulnerables que podrían considerarse para evaluar los impactos del CC sobre la fauna están las siguientes:

Especies	Variable
Zopilote Rey (*Sarcoramphus papa*)	Presencia ausencia de especies clave en cuerpos de agua.
Guayacán (*Guaiacum sanctum*)	Disponibilidad de alimento.
Despeinada (*Beaucarnea pliabilis*)	Fragmentación.
Mariposas (diversas especies)	Densidad y abundancia.
Anfibios (diversas especies)	Sobrevivencia de las poblaciones bajo condiciones de poca agua.
Abejas Meliponas (*Melipona spp.*)	Movimientos de los animales en zonas de poca agua disponible.
Palo tinto (*Hematoxylum campechanium*) Pucté (*Bucida buceras*) Ramón (*Brosimun alicastrum*)	Disponibilidad de plántulas.
Pecarí labios blancos (*Tayassu pecari*) Tapir (*Tapirus bairdii*)	Disponibilidad de individuos en etapas juveniles.

b) Aguadas y selvas inundables

Cuadro 3. Indicadores y variables que podrían ser factibles para evaluar los impactos del cambio climático sobre las aguadas y selvas inundables.

Indicador	Variable	Iniciativa o sistema existente	Institución que podría tener interés en monitorear el indicador	Expertos a contactar	Observaciones
Agua en aguadas y otros cuerpos de agua.	Nivel de la aguada, calidad del agua.	PPY ha hecho registros no sistemáticos de las aguadas en la zona sur de la BBC	CONAGUA, EPOMEX, CONANP, CONAFOR, SMAAS, ECOSUR	Rafael Reyna, David Simá.	Monitorear presencia-ausencia de agua y especies que la visitan es uno de los diseños de monitoreo más eficientes para Calakmul.
Variables meteorológicas.	Temperaturas (mínima, baja), precipitación total, lluvia máxima en 24 horas, etc.	Estaciones meteorológicas.	Todas	CNA	Es urgente ampliar la red existente de estaciones por ser insuficientes. Apoyar la iniciativa de Pronatura P.Y., para que instalen más estaciones.
Tapir (*Tapirus bairdii*).	Presencia/ ausencia, frecuencia de visitación a las aguadas.	Sadao (ECOSUR), DPGA para APFF Bala'an Ka'ax PPY-RBC-TNC.	CONANP, SMAAS, ECOSUR, PPY, Dirección General de Vida Silvestre.	Rafael Reyna, Sophie Calmé, Georgina O'Farril, Eduardo Naranjo (Ecosur) y Eduardo Mendoza.	Sería interesante registrar la intensidad y frecuencia de la visitación de los tapires en una aguada con respecto a las demás en las periferias. En el registro de estos y otros indicadores podrían ser realizados por personas de las comunidades. Monitorear abundancia relativa en áreas con mucha y con poca agua.

Indicador	Variable	Iniciativa o sistema existente	Institución que podría tener interés en monitorear el indicador	Expertos a contactar	Observaciones
Jaguar (*Panthera onca*).	Presencia/ ausencia, frecuencia de visitación a las aguadas.	EPOMEX, Cuauhtémoc Chávez (UNAM), PPY-WCS.	CONANP, SMAAS, ECOSUR, PPY, Dirección General de Vida Silvestre.	Eduardo Naranjo (ECOSUR)	Registrar número de muertes de ganado por conflictos con grandes carnívoros.
Pecarí de Labios Blancos (*Tayassu pecari*).	Presencia/ ausencia, frecuencia de visitación a las aguadas.	Rafael Reyna (ECOSUR), PPY-SMAAS.	CONANP, SMAAS, ECOSUR, PPY, Dirección General de Vida Silvestre.	Rafael Reyna (ECOSUR).	Monitorear abundancia relativa y movimientos de pecaríes en relación con la distribución de aguadas y presencia de agua. Lista de especies en aguadas: Griselda Escalona (ECOSUR), Diego Martínez (ECOSUR), Rodolfo Collí (UAC), Demian Vargas (UAC).
Aves migratorias	Diversidad, tiempos de arribo.	Griselda Escalona (ECOSUR).	CONANP, SMAAS, ECOSUR, PPY, Dirección General de Vida Silvestre.		Lista de especies en aguadas: Griselda Escalona (ECOSUR), Diego Martínez (ECOSUR), Rodolfo Collí (UAC), Demian Vargas (UAC).
Lepidópteros	Diversidad, presencia / ausencia, tiempos de arribo (migratorias).	Carmen Pozo (ECOSUR).	CONANP, SMAAS, ECOSUR, PPY.	Carmen Pozo (ECOSUR).	
Fuego	Afectación: Superficie afectada ha/mes. Desempeño: éxito de combate; Basureros a cielo abierto (Fuente de ignición).	CONAFOR, CECIFO (Rafael Contreras), CONABIO, Dirección de Aprovechamiento Forestal SMAAS.	CONAFOR, CONANP, Protección Civil Campeche, SMAAS.		
Tráfico de fauna.	Afectación: superficie afectada ha/mes.		PROFEPA, WWF Traffic.	Adrian Reuter (Traffic).	
Especies invasoras en aguadas.		No hay ningún esfuerzo sobre esto.	CONANP, CONABIO.	Manuel Weber (ECOSUR).	

c) Selvas bajas y sabanas

Cuadro 4. Indicadores y variables factibles para evaluar los impactos del cambio climático sobre las selvas bajas y sabanas

Indicador	Variable	Iniciativa o sistema existente	Institución que podría tener interés en monitorear el indicador	Expertos a contactar	Observaciones
Temperatura y precipitación.	Máximas y mínimas extremas, anuales y mensuales.	Calakmul: fábrica de agua.	CONANP, PPY, CDR, Mpio. Calakmul, CAPE, CONAGUA, Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM.	Victor Magaña. Julis Pacheco (UADY). Roger Orellana.	
Temperatura y precipitación.	Volumen, frecuencia e intensidad, temporalidad.	Plan Estatal de Cambio Climático.	SMAAS, SEDUMA.	G. Villalobos.	Contactar grupos antes de los talleres para obtener información local. Considerar desarrollo de capacidades.
Especies dominantes fauna.	Diversidad, abundancia, estructura poblacional (sexo, edades,cambio en especies dominantes).	Vertebrados terrestres. Proyecto CONACYT-SEMARNAT (Rafael Reyna-Sophie Calmé).	TNC, CONANP, PPY, UAC, ECOSUR.	Rafael Reyna, Sophie Calmé, David Sima y Oscar Retana.	
Especies dominantes fauna.	Diversidad, abundancia, estructura poblacional (sexo edades) (cambio en dominantes).	Programa de Acción de Conservación de Especies, Tapir.	CONANP, Servicios y Beneficios Ambientales, Seyba S.C de R.L. (SEYBA).	Eduardo Naranjo, Rafael Reyna, Sophie Calmé, Georgina O'Farrill, SEYBA.	
Especies tipo (grupos dominantes, sensibles al cambio climático)	Estrato, asociaciones, interacciones, temporalidad de fenología (invasoras).	Estudios estatales de biodiversidad (3 estados)	SMAAS, SEDUMA, CONABIO, PPY.	Revisar programas	
Especies tipo (grupos dominantes, sensibles al cambio climático).	Estrato, asociaciones, interacciones, temporalidad de fenología (Invasoras).	Inventario nacional forestal.	CONAFOR.		Inventario Estatal Campeche.
Especies tipo (grupos dominantes, sensibles al cambio climático).	Estrato, asociaciones, interacciones, temporalidad de fenología (Invasoras).	Cambio de uso de suelo en la Selva Maya (Calakmul piloto).	CONANP. ECOSUR.		
Superficie.	Cobertura.	Cambio de uso de suelo en la Selva Maya (Calakmul piloto).	PPY, CONANP, ECOSUR, SMAAS, CONAFOR.		
Ocurrencia de incendios.	Número de incendios, vegetación afectada, superficie.	Sistema Nacional de Información Forestal. CECIFOR.	Municipio Calakmul, CONANP, TNC, FMCN, PPY, SMAAS, CONAFOR, CENECAM.	Pánfilo Fernández. Miguel Álvaro. Rafael Contreras.	
Ocurrencia de incendios.	Carga de combustibles.			Enrique Jardel (UDG). Pedro Martínez (BIOMASA).	

Conclusiones

Las perturbaciones e impactos asociados al cambio climático sobre ecosistemas y especies hace necesario que la planeación de nuevas áreas naturales protegidas, y el manejo de las existentes y futuras, requieran información actualizada y generada por universidades y centros de investigación mediante estudios especializados y análisis de vulnerabilidad (Halpin, 1997; Hannah *et al.,* 2007; Pyke y Fischer, 2005; Shadie y Epps, 2008; Vandall *et al.,* 2006). Por ello, es fundamental contar con agendas regionales de investigación en materia de cambio climático e invertir recursos enlos estudios que resulten más estratégicos para la adaptación en todo el país.

Las evidencias de los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y ecosistemas en distintas partes del planeta son razón suficiente para determinar, con base en la mejor información , estrategias y medidas de adaptación basadas en el principio precautorio y con el objetivo de 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. Los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PACC) son herramientas que permiten conjuntar esfuerzos para el diseño e implementación de estrategias de adaptación que permeen más allá de las áreas naturales protegidas dentro de un estado, ya que involucran superficies no consideradas para la conservación e integran a todas las actividades productivas dentro y fuera de áreas protegidas (Cabral *et al.,* 2009).

En este reporte se presenta una primera aproximación de las estrategias de adaptación a considerar, no sólo para contribuir a conservar la biodiversidad y ecosistemas dentro de las áreas naturales protegidas actuales, sino sobre todo para buscar mantener su conectividad hacia el resto de los paisajes donde se insertan. 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.

La complejidad de la problemática del impacto del cambio climático sobre los ecosistemas y actividades productivas en la Selva Maya, visualizada en este proyecto, deja en claro la enorme necesidad de avanzar para contar con una legislación que considere el cambio climático y para contar con las capacidades institucionales y en recursos humanos que permitan implementar con eficiencia las medidas de adaptación y a la par enfrentar las amenazas no asociadas al cambio climático, sobre todo al interior de las áreas naturales protegidas.

Una conclusión clara es que, ante la incertidumbre, tanto con respecto a los impactos del cambio climático en las próximas décadas, como en la respuesta de ecosistemas y poblaciones humanas a los mismos, resulta fundamental efectuar análisis de vulnerabilidad ante el cambio climático, sobre las especies clave para los ecosistemas y sobre las poblaciones humanas de la región y sus actividades económicas. Estos análisis de vulnerabilidad deben basarse en el conocimiento científico acumulado y métodos adecuados que permitan determinar los niveles de resiliencia (resistencia y adaptación) de los ecosistemas y los sistemas productivos.

La ampliación de áreas de conservación, sobre todo para contribuir a una mayor conectividad entre áreas naturales protegidas, es sin duda un reto y una de las estrategias que podrían privilegiarse a través de incentivos de muy diversa índole. Distintas áreas de conservación voluntarias se han establecido en las zonas de los ejidos ubicados entre las áreas protegidas de Sian Ka'an, Bala'an Ka'ax y Calakmul (Elizondo y López, 2009), y sin duda éstas son una importante contribución para la conectividad. Por una parte será fundamental reforzar estas áreas de conservación voluntaria ya existentes, y por otro fomentar otras a través de diversos incentivos.

De acuerdo con las tendencias de cambios en las temperaturas y precipitación en la Península de Yucatán, es probable que las selvas secas del norte de la península avancen paulatinamente hacia el sur, desplazando las selvas subperennifolias, y que éstas a su vez desplacen a las selvas altas perennifolias del sur de la Reserva de la Biosfera Calakmul. Si esto ocurre, es probable que con el tiempo las selvas del complejo presenten una mayor abundancia de especies propias de las selvas secas de Yucatán. Esto implica que durante la época de sequía podría incrementarse el riesgo a incendios catastróficos.

Por otro lado, debido a que las aguadas son fundamentales para el mantenimiento de numerosas especies de fauna y flora en la región, será necesario considerar diversas alternativas para mantener las de mayor uso por la fauna. Es improbable que la perforación de pozos para extraer agua subterránea sea una opción, ya que en esta zona de la península el manto freático está por debajo de los 100 metros. No obstante, otras alternativas con potencial son el diseño y construcción

de sistemas de captación de agua de lluvia y de sistemas para su almacenaje eficiente (Narayan *et al.,* 2003); la instalación de geomembranas ya está siendo experimentada por Pronatura Península de Yucatán en aguadas del norte (García y Andrade, *com. pers.*).

De acuerdo con Reyna-Hurtado y colaboradores (2010), las aguadas son un recurso fundamental para varias especies de Calakmul. Para conservar las aguadas de esta región y sus especies emblemáticas que dependen de ellas se proponen las siguientes acciones:

1. Reducir o controlar la cacería en aguadas, especialmente en la época de secas. Esto se debe gestionar a través de las autoridades de las áreas naturales protegidas, autoridades municipales, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), pero sobre todo en común acuerdo con las autoridades ejidales.
2. Iniciar un programa educativo dedicado a las comunidades locales donde se resalte la importancia de las aguadas para la fauna y también para la salud y bienestar de las comunidades humanas.
3. Mantener un monitoreo sistemático de varias aguadas clave para conocer sus ciclos de presencia/ausencia de agua y también de las poblaciones animales que sostienen.
4. Declarar las aguadas y su sistema ecológico como un patrimonio natural de México y promover su difusión e investigación con miras a su conservación; incluso declarar algunas aguadas especiales (como la de Calakmul o la de Bonfil) santuarios de fauna silvestre.
5. Fomentar las buenas prácticas del uso del agua e invertir en investigaciones sobre técnicas que permitan el ahorro y uso eficiente del agua de lluvia.
6. Prohibir o reducir el aprovechamiento del árbol pucté y otras especies que protegen a las aguadas contra la evaporación.

Finalmente, cabe señalar que los resultados aquí presentados son un punto de partida para contribuir a realizar estudios más asertivos en temas fundamentales buscar alternativas que permitan conservar ecosistemas funcionales en la Selva Maya ante el cambio climático y con ello el mantenimiento de los servicios ambientales. Se espera que esta información generada detone una agenda de investigación y desarrollo de alternativas para adaptarse al cambio climático, a partir de principios precautorios y el fomento de la concurrencia de sociedad y gobiernos ante tiempos difíciles para el desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad.

Referencias

Aksornkoae y Hawanon. 2005. Mangrove forests: natural coastal fort - Thailand's mangroves help protect against large tsunami.

Alayón-Gamboa, J. and Ku-Vera, J. 2011. Vulnerability of smallholder agriculture in Calakmul, Campeche, Mexico. Indian Journal of traditional Knowledge. 10(1): 125-132.

Alcérreca Aguirre, C., González, J.A. y L. Pereira, 2008. Estudio previo justificativo para proponer el establecimiento de la Sierrita de Ticul-Zona Puuc, como nueva área natural protegida. Reporte Final. Diciembre del 2008. Biocenosis, A.C. CONANP-SEMARNAT. México. 103 pp.

Allendorf, F.W. y R.F. Leary, 1986. Heterozygosity and fitness in natural populations of animals. In: Soulé, M.E. (ed.). Conservation Biology: The science of scarcity and diversity. Sinauer. Massachusetts. Pp. 57-76.

Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Flores, A.I., Pérez, J.B., Carrillo, R. y E. Sempris, 2008. Potential impacts of Climate Change on biodiversity in Central America, México and the Dominican Republic. CATHALAC / USAID. Panama City. 105 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 BBiological Sciences, 363, 1779-1785.

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.

Beier, P., D. Majka, S. Newell, y E. Garding. 2008. Best Management Practices for Wildlife Corridors. Northern Arizona University.

Berkessy, S.A. y B.A. Wintle, 2008. Using Carbon Investment to Grow the Biodiversity Bank. Conservation Biology, Volume 22, No. 3, 510–513.

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.

Cabral, H., March, I., Correa S., A.N., y Manzano, M. G. 2009. Manejo adaptativo para la conservación de ecosistemas y biodiversidad ante el cambio climático en Nuevo León. En: Programa de Acción ante el Cambio Climático para el Estado de Nuevo León (PACC-NL). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT, Embajada de Inglaterra. Monterrey, N.L., México. Pp. 121-153.

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.

Carr, A. y A. C. de Stoll (eds.), 1999. Monitoreo Biológico en la Selva Maya. US Man and the Biosphere Program/Tropical Ecosystem Directorate Y Wildlife Conservation Society. 51 pp.

Castañón, L.E., 2009. Mieles diferenciadas de la Península de Yucatán y su mercado. CONABIO. Colección Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos. No 8. 157 pp.

Chetkiewicz, C-L.B., C. C. St. Clair and M.S. Boyce. 2006. Corridors for conservation: integrating pattern and process. Annual Review of Ecology.

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.

Cochrane MA (2003) Fire science for rain forests. Nature 421: 913-919.

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. y S. Woodley, 2008. Naturalness and Beyond: Protected Area Stewardship in an Era of Global Environmental Change. The George Wright Forum. 25(1): 36-56.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. INE. México. 270 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2006. Informe del Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación. SEMARNAT. México. 43 pp.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2007. Programa de Conservación y Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Balaan Ka'ax. SEMARNAT. México. 169 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), 1999. Sistema de Monitoreo y Evaluación en Unidades de Manejo, Zona de Uso Múltiple, Reserva de la Biosfera Maya. Petén, Guatemala. 26 pp.

Contreras Aguado, R., D.Arturo Rodríguez Trejo, H. Galleti Bussi, M. L. Ávila Angulo. 2006. Plan Integrado de Manejo del Fuego del Complejo Calakmul-Balam Kin-Balam Ku. Despacho Integral Mexicano S.P.R. de R.I. RBC-CONANP, Gobierno del Estadode Campeche-Secretaría de Ecología, CONAFOR, TNC, Pronatura Península de Yucatán, A.C., Municipio de Calakmul.

Corredor Biológico Mesoamericano, 2001. Monitoreo de la diversidad biológica: Compendio bibliográfico. Taller regional de monitoreo de la diversidad biológica en Mesoamérica. México. Noviembre de 2001. 22 pp.

Cotton, P.A., 2003. Avian migration phenology and global climate change. PNAS, 100 (21): 12219–12222.

Crane Droesch, 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.

Crooks, K.R. and M. Sanjayan (Eds.), 2006. Connectivity Conservation. Conservation Biology. 14. 726 pp.

Curtis J.H., Hodell D.A. and M. Brenner, 1996. Climate variability on the Yucatan Peninsula (Mexico) during the past 3500 yr, and implications for Maya cultural evolution. Quat Res. 46:37–47.

Dawson, T., Jackson, S.T., House, J., Colin, I and G. M. Mace, 2011. Beyond predictions: Biodiversity conservation ina changing climate. Science. 332(53): 53-58.

De Jong, Ben H.J., 2007. Reducing emissions from Deforestation: National and regional approaches in Mexico. El Colegio de la Frontera Sur. UNFCCC Second workshop on reducing emissions from deforestation in developing countries. 7 to 9 March, 2007; Cairns, Australia.

DeMenocal, P.B., 2001. Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. Science (292): 667-673.

Dickson, B., Dunning, E., Killen, S., Miles, L. & Pettorelli, N. 2009. Carbon markets and forest conservation: A review of the environmental benefits of REDD mechanisms. UNEP World Conservation Monitoring Centre. 54 pp.

Dudley, N. and M. Rao. 2008. "Assessing and creating linkages within and beyond protected areas: A quick guide for protected area practitioners." Quick Guide Series, ed. J. Ervin. Arlington VA: The Nature Conservancy. 28 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, IUCNWCPA, 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.

Elizondo, C., y D. López, 2009. Las áreas voluntarias de conservación en Quintana Roo. Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Acciones / Número 6. CONABIO. 126 pp.

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.

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.

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.

García-Gil G., J.L. Palacio y M.A. Ortiz, 2002. Reconocimiento geomorfológico e hidrográfico de la Reserva de la Biosfera Calakmul, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 48: 7-23.

Gill, R.B., 2000. Las grandes sequías mayas: Agua, vida y muerte. Fondo de Cultura Económica. México. 561 pp.

Hannah, l., 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.

Hansen, R.D., Bozart, S., Jacob, J., Wahl, D. and T. Schreiner, 2002. Climatic and environmental variability in the rise of Maya civilization. A preliminary perspective from Northern Petén. Ancient Mesoamerica, 13: 273-295.

Halpin, P.N., 1997. Global climate change and natural-area protection: Management responses and research directions. Ecological Applications 7 (3): 828-843.

Harvey, C.A., Dickson, B., and C. Kormos, 2010, Opportunities for achieving biodiversity conservation through REDD. Conservation Letters 3 (2010) 53–61.

Haugh, G.H., Günther, D., Peterson, L.C., Sigman, D.M., Hughen, K.A. and B. Aeschlimann, 2003. Climate and the Colapse of Maya Civilization. Science. 299(5613: 1731-1735.

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.

Hilty, J., Jr, W. Z. L., & A.M. Merenlender. 2006. Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation (1st ed.). Island Press.

Hodell, D.A., Mark Brenner, Jason H. Curtis, Roger Medina-González, Enrique Ildefonso-Chan Can, Alma Albornaz-Pat and Thomas P. Guilderson, 1995a. Climate change on the Yucatan Peninsula during the Little Ice Age. Nature 375, 391 – 394.

Hodell, D.A., Curtis, J.H., and M. Brenner, 1995b. Possible role of climate in the collapse of Classic Maya civilization. Nature 375:391-394.

Hodell, D.A., Brenner, M., Curtis, J.H. and T. Guilderson, 2001. Solar Forcing of Drought Frequency in the Maya Lowlands. Science 292 (5520): 1367-1370.

Hodell D.A., Brenner M., Curtis J.H., 2005. Terminal classic drought in the Northern Maya lowlands inferred from multiple sediment cores in Lake Chichancanab (Mexico). Quat Sci Rev 24:1413–1427

Holdsworth AR, Uhl C. (1997) Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. Ecological Applications 7: 713-725.

INE (Instituto Nacional de Ecología) - SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) (1999) Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Calakmul. México. INE-SEMARNAP. México. 277 pp.

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.

Krawchuck, M.A., M.A. Moritz, M. Parisien, J. Van Dorn and K. Hayhoe, 2009. Global Pyrogeography: The current and future distribution of Wildfire. PLoS ONE. 4(4): e5102.

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.

Martínez, E. y C. Galindo-Leal, 2002. La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. Bol Soc Bot Mex 71: 7-32.

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.

Mohr, J., 2007. Biodiversity, Protected Areas, and Climate Change: A Review and Synthesis of Biodiversity Conservation in Our Changing Climate. 48 pp.

Morales, J. y S. Magaña, 2001. Fuentes de impacto, necesidades de investigación científica y monitoreo en Calakmul, Campeche. Pronatura Península de Yucatán- TNC. USAID. México. 72 pp.

Mueller, A.D., Anselmetti, F.S., Ariztegui, D., Brenner, M., Hillesheim, M.B., Hodell, D.A. & Mc Kenzie, J.A., 2005. Human-Climate-Environment interactions in the Maya Lowlands:Evidence from Lake Petén Itzá (Guatemala). 2005. 3rd. Swiss Geoscience Meeting. Zurich. University Irchel.

Mueller, A.D., Islebe, G., Hillesheim, M., Grzesik, D., Anselmetti, F.S., Ariztegui, D., Brenner, M., Curtis, J.H., Hodell, D.A. and K.A. Venz, 2009. Climate drying and associated forest decline in the lowlands of northern Guatemala during the late Holocene. Quaternary Research 71 (2009) 133–141.

Nabhan, G.P., 2001. Nectar trails of migratory pollinators: Restoring corridors on private lands. Conservation Magazine. 2(1).

Narayan Pandey, D., Gupta, A.K. and D. M. Anderson, 2003. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change. Current Science, 85(1) : 46-59.

Neri-Pérez, AC., Rodríguez-Trejo, DA y R. Contreras-Aguado. 2009. Inflamabilidad de combustibles forestales en las selvas de Calakmul, Campeche. Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo. 25 (2): 121-132.

Orellana, R. 1993 (2000). Medio Físico, perturbaciones y recuperación de la Península de Yucatán. Section4. Ecological and Cultural Resilience in the Peninsula of Yucatán. En: Homo sapiens an endangered Species. Towards a Global Strategy for Survival. Proceedings of the 4th World Academic Conference on Human Ecology. CINVESTAV. Mérida. CD ROM. 455-466.

Orellana, R. *et al.* 2009. Atlas del Cambio Climático en la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). Mérida, Yucatán. México.

Orellana, R., Espadas, C., Conde, C. and C. Gay, 2009. Climate Change Scenarios in the Yucatan Peninsula to the year 2020. 6th Alexander von Humboldt International Conference Climate Change, Natural Hazards, and Societies Merida, Mexico, 14–19 March 2010. Submitted Abstract.

Pantoja, V., 2010. Mapeo analítico de la problemática del fuego en la región de la Selva Maya. Proyecto: Fomento del Manejo del Ecosistema Trinacional de la Selva Maya (Guatemala-México-Belice). Convenio de Cooperación Técnica Regional No Reembolsable Núm. ATN/OC-10166-RG. CATIE/BID. 125 pp.

Parmesan, C., 2007. Influences of species, latitudes and methodologies on estimates of phenological response to global warming. Global Change Biology, 13, 1860-1872.

Pennington TD y J Sarukhán, 2004. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. Fondo de Cultura Económica, México. 521 p.

Peterson, L.C. and G.H. Haugh, 2005. Climate and the colapse of Maya civilization. American Scientist, Vol. 93: 322-329.

Pine, R. and A. Co. Freter, 1996. Environmental degradation and the Classic Maya Collapse at Copan Honduras (A.D. 600-1250. Ancient Mesoamerica 7:37-47.

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 Península de Yucatán, A. C. y The Nature Conservancy (compiladores), 2005. Plan de Conservación para Calakmul – Balam Kin – Balam Kú, Campeche, México. Campeche, México. 88 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.

Reyna-Hurtado, R., E. Rojas-Flores, and G. W. Tanner. 2009. Home range and habitat preferences of white-lipped peccary groups (Tayassu pecari) in a seasonal tropical forest of the Yucatan Peninsula, Mexico. Journal of Mammalogy 90:1199-1209

Reyna-Hurtado, R. 2009. Conservation status of the white-lipped peccary (Tayassu pecari) outside the Calakmul Biosphere Reserve in Campeche, Mexico: a synthesis. Tropical Conservation Science 2:159-172

Reyna-Hurtado, R., G. O'Farrill, D. Sima, M. Andrade, A. Padilla y L. Sosa. 2010. Las aguadas de Calakmul, reservorios de fauna Silvestre y de la riqueza natural de México. Biodiversitas.

Sader, S., Hayes, D.J., Hepinstall, J., Coan, M. and C. Soza, 2001. Forest change monitoring of a remote biosphere reserve. International Journal of Remote Sensing. 22(10): 1937–1950.

Sanderson, J., K. Alger, G.A.B. de Fonseca, C. Galindo-Leal, V.H. Inchausty, and K. Morrison. 2003. Biodiversity Conservation Corridors: Planning, Implementing, and Monitoring Sustainable Landscapes. Conservation International, Washington D.C. 41 pp.

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.

Secaira, F. et.al. (2005). Plan Ecorregional de las Selvas Maya, Zoque y Olmeca. Pronatura Península de Yucatán, The Nature Conservancy, Programme for Belize, ECOSUR, Wildlife Conservation Society, Conservation International, Amigos de Sian Ka'an, PROPETÉN.

Secretaría de Ecología, 2009a. Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-kú. Gobierno del Estado de Campeche. 282 pp.

Secretaría de Ecología, 2009b. Programa de conservación y manejo de la zona sujeta a conservación ecológica Balam-kín. Gobierno del Estado de Campeche. 278 pp.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change. Montreal, Technical Series No. 41, 126 pages.

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.

Simá, P. D., O. Retana, R. Reyna, R. y J. Miranda. 2008. Detección de fauna silvestre mediante el sistema de fototrampeo en dos ampliaciones forestales de la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. (Estudio Preliminar). Informe Técnico. RBC, PPY, TNC, UAC y UF.

Simá, P. D., R. Reyna y O. Retana. 2008. Caracterización de fauna silvestre asociada a aguadas en cuatro ampliaciones forestales en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Informe Técnico. PPY-TNC-RBC-UF y UAC.

Simá, P. D., R. Reyna y J. Vargas J. 2009. Caracterización de fauna silvestre asociada a aguadas en cuatro ampliaciones forestales en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Informe Técnico. PPY-TNC-RBC-WCS y UAC.

Simá, P. D. y R. Reyna, 2010. Caracterización de fauna silvestre asociada a aguadas en cuatro ampliaciones forestales en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México. Informe Técnico. PPY-TNC-RBC y McGill.

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.

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.

The Nature Conservancy. Climate Wizard TNC – Univ. of Washington-University of Southern Missisipi, http://www.climatewizard.org/

Thuiller, W., Albert, C.H., Araújo, M.B., Berry, P.M., Cabeza, M., Guisan, G., Hickler, T., Midgley, G.F., Paterson, J., Schurr, F.M., Sykes, M.T., Zimmermann, N.E. (2008) Predicting global change impacts on plant species distributions: future challenges. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 9, 137-152

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).

Vargas, J.A., Escalona, G., Calderón, R., Interián, L. y R. Reyna, 2001. Monitoreo de especies prioritarias (plantas, anfibios, reptiles, aves y mamíferos) en el Municipio de Calakmul, Campeche. Reporte Técnico Final. ECOSUR Campeche. 33 pp.

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.

Webster, P.J. et al., 2005. Changes in tropical cyclone number, duration and intensity in a warming environment. Science 309 (5742): 1844-1846.

Whitacre, D.F., 1997. Un Programa de Monitoreo Ecológico para la Reserva de la Biósfera Maya. Reporte a USAID-CONAP. The Peregrine Fund. Idaho, USA. 119 pp.

Wilson, R. J., Gutierrez, D., Gutierrez, J. and Monserrat,V. J., 2007. An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. Global Change Biology, 13, 1873-1887.

Worboys, G. L., Francis, W. L., & M. Lockwood. 2010. Connectivity Conservation: A Management Guide. Earthscan Publications Ltd.

Wright, L.E. and C.D. White, 1996. Human biology in the Classic Maya collapse: Evidence from paleopathology and paleodiet. Journal of World Prehistory. 10(2):147-198.

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.

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 de la Selva Maya. Resumen ejecutivo* se terminó de imprimir en noviembre de 2011. El tiro consta de 1000 ejemplares. México, D.F.

USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

FOREST SERVICE
U S
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

aecid
Agencia Española
de Cooperación
Internacional
para el Desarrollo

defra

Espacios Naturales
y Desarrollo Sostenible A.C.

Embajada Británica
en México