

Principales retos e implicaciones de  
la Ley General de Cambio Climático  
para la biodiversidad  
y los servicios ambientales



**CUADERNO DE INVESTIGACIÓN**

---

MARÍA ZORRILLA RAMOS Y DENÍ RAYN VILLALBA

---

TEMAS ESTRATÉGICOS

SENADO DE LA REPÚBLICA  
INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ

**Comité Directivo**

Senador Fernando Herrera Ávila

P R E S I D E N T E

Senador Benjamín Robles Montoya

S E C R E T A R I O

Senador Roberto Albores Gleason

S E C R E T A R I O

Senador Daniel Ávila Ruiz

S E C R E T A R I O

*Principales retos e implicaciones de la Ley General  
de Cambio Climático para la biodiversidad  
y los servicios ambientales*

Autores: **María Zorrilla Ramos y Dení Rayn Villalba**

Primera edición, marzo de 2015

ISBN-978-607-8320

DR© INSTITUTO BELISARIO DOMÍNGUEZ,  
SENADO DE LA REPÚBLICA  
Donceles 14, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc  
06020 México, D. F.

---

**Dirección General de Investigación Estratégica.**

Mtro. Alejandro Encinas Nájera.

**Área de Desarrollo Económico y Sustentabilidad.**

Dr. Jesuswaldo Martínez Soria.

Dra. Gabriela Cabestany Ruiz.

---

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

Impreso en México

Este estudio es responsabilidad de quien firma su autoría y no refleja el punto de vista del Instituto Belisario Domínguez ni del Senado de la República.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	7
<b>2. Fundamentos teóricos: la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales frente al cambio climático</b>	13
<b>2.1</b> ¿Cómo afectará el cambio climático a la biodiversidad?	16
<b>2.2</b> Impactos en las especies de flora y fauna	16
<b>2.3</b> Mitigación	18
<b>2.4</b> Adaptación	19
<b>2.5</b> La biodiversidad como defensa ante el cambio climático	20
<b>2.6</b> Cambio climático y áreas protegidas	22
<b>2.7</b> Corredores biológicos y cambio climático	23
<b>2.8</b> Cambio climático, seguridad alimentaria y biodiversidad	26
<b>2.9</b> Cambio climático, cambio de uso de suelo y degradación de suelos	27
<b>2.10</b> Efecto del cambio climático en la erosión del suelo	29
<b>3. Impactos específicos de la pérdida de biodiversidad y el cambio climático en México</b>	33
<b>3.1</b> Eventos hidrometeorológicos	33
<b>3.2</b> Disponibilidad y calidad del agua	35
<b>3.3</b> Glaciares	36
<b>3.4</b> Vegetación	37
<b>3.5</b> Diversidad biológica	37
<b>3.6</b> Alimentación y salud	38
<b>3.7</b> El deterioro del hábitat y los servicios ecosistémicos en México	38

<b>4. Marco institucional y políticas públicas en México</b>	45
<b>4.1</b> El reto de integrar la biodiversidad y el cambio climático en el marco institucional	45
<b>4.2</b> Actores estratégicos	50
<b>4.3</b> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	54
<b>4.4</b> Las convenciones internacionales	56
<b>4.5</b> Análisis de la legislación	61
<b>4.6</b> Los instrumentos de planeación	65
<b>4.7</b> Provisión de servicios ambientales y políticas públicas en la APF	70
<b>5. Recomendaciones para la Cámara de Senadores y sus Comisiones</b>	71
<b>5.1</b> Recomendaciones para integrar las agendas e instrumentos de biodiversidad, servicios ambientales y cambio climático	73
<b>5.2</b> Recomendaciones específicas en torno a la Ley General de Cambio Climático y los procedimientos que de esta deriven	76
<b>5.3</b> Recomendaciones para consolidar la agenda de investigación en la materia	79
<b>Reflexiones finales</b>	80
<b>Bibliografía</b>	82

# 1

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

**L**a conservación de los ecosistemas como se entiende hasta ahora podría muy pronto quedar obsoleta. La evidencia con la que contamos y las proyecciones de cambio climático indican que los cambios en los patrones de biodiversidad en ciertas escalas pueden darse en décadas. Se necesitan nuevas dinámicas en las estrategias de conservación que se adecuen a los retos representados por el cambio climático tanto natural como inducido por el hombre.

En la actualidad, el enfoque de la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales que esta provee, así como de lo que se entiende por adaptación y la mitigación del cambio climático tiene que ser reforzado y apoyado adecuadamente. Es necesario reconocer la biodiversidad como un bien público e integrar los temas de conservación de la biodiversidad y de cambio climático en las políticas públicas, así como en los procesos de toma de decisiones para la producción de bienes y servicios, y el consumo sostenible de estos. Una de las metas principales sería lograr los cambios institucionales y sociales que permitan una mejor implementación de dichas políticas.

La conservación y uso sostenible de la biodiversidad y los servicios ambientales que esta provee a la sociedad han sido un tema importante de la agenda política desde que México signó el

---

<sup>1</sup> Este texto requiere aún la retroalimentación y aprobación por parte de la DGAP de la Conabio. Asimismo, falta la realización de un taller con expertos para la presentación de los resultados y la retroalimentación. Para esta versión, las autoras agradecen los aportes que a temas puntuales han hecho Josefina Braña, Enrique Martínez Meyer, Ana Ortiz Monasterio y Tomás Severino.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en 1992. Si bien en ese mismo año México suscribió también la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el ámbito nacional, los temas de biodiversidad y cambio climático se han mantenido como agendas paralelas sin muchos vínculos hasta hace muy poco.

En términos de políticas públicas, la agenda para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad ha estado tradicionalmente dentro del Sector Ambiental de la Administración Pública Federal

---

*En la actualidad,  
el enfoque de la  
conservación de la  
biodiversidad y los  
servicios ambientales  
que esta provee, así como  
de la adaptación y la  
mitigación del cambio  
climático, tiene que ser  
reforzado y apoyado  
adecuadamente*

(APF), cuyas instancias principales son la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio); la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); la Comisión Nacional Forestal (Conafor) y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). En términos de cambio climático, la agenda ha estado principalmente en el INECC, en la Semarnat y en la Secretaría de Energía y sus organismos, esto se debe principalmente a que el cambio climático se abordó más desde la perspectiva de la mitigación, y es hasta hace unos

años que se ha empezado a trabajar de manera más sistemática el tema de la adaptación, lo que ha logrado sumar a otras instancias y sectores. El principal “salto” para unir ambas agendas se dio por dos motivos principales: el papel que ha desempeñado el concepto de “reducción de emisiones por deforestación y degradación” en términos de la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), que considera a su vez criterios para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales (REDD+); y el papel cada vez más protagónico del desarrollo de estrategias de adaptación ante los impactos climáticos como una prioridad en la agenda nacional.

En este contexto, la Ley General de Cambio Climático (DOF, 6 de junio de 2012) da cuenta de estos avances y reconoce de manera expresa la importancia de vincular ambos temas. Sin embargo, esto presenta importantes retos no solo para la agenda legislativa, sino también para la agenda de las políticas públicas en general. Por esta razón, una investigación como la que aquí se plantea resulta no solo pertinente sino indispensable en estos momentos. La Ley General de Cambio Climático (LGCC), además de colocar a México como un país de avanzada en el contexto internacional, plantea retos importantes que involucran a múltiples actores en el país y, como actores prioritarios, al Poder Ejecutivo Federal, al H. Congreso de la Unión y al Poder Judicial de la Federación, así como a los tres órdenes de gobierno.

Uno de los principales retos del tema del cambio climático es su alcance multisectorial; el cambio climático no es un tema exclusivo de la política ambiental, tanto la mitigación como la adaptación climática son problemas totalmente ligados al desarrollo; la LGCC coloca los elementos para que esto se pueda transmitir de la manera más clara y que todos los que deben estar involucrados en esto tomen conciencia al respecto y, por tanto, actúen en consecuencia.

Otro aspecto que resalta en la LGCC es el reconocimiento del papel de la biodiversidad y los servicios ambientales. De hecho, en su artículo 26, la LGCC establece 12 principios que se observarán en la formulación de la política nacional de cambio climático y destaca de manera explícita en los numerales I y XI lo siguiente:

“I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;

“XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad”.

En este contexto, el objetivo general de este documento es realizar un estudio que permita identificar y analizar cuáles son los principales retos que se derivan de la LGCC en materia de biodiversidad y servicios ambientales para la agenda del Senado 2013-2018 y las legislaturas estatales.

El documento se divide en cuatro secciones:

- » La primera sección presenta una síntesis de la evidencia científica que se ha desarrollado en los ámbitos nacional e internacional sobre los vínculos entre biodiversidad, servicios ambientales y cambio climático.
- » La segunda sección presenta de manera breve por qué la pérdida de biodiversidad y el cambio climático son, de manera combinada, uno de los principales retos que enfrenta México en materia de seguridad humana.
- » La tercera sección presenta el marco internacional e institucional y los retos para la articulación de acciones y políticas para atender la biodiversidad y los ecosistemas en el contexto del cambio climático.
- » La cuarta sección presenta las principales recomendaciones y retos para la agenda del Senado.

Para dar un contexto general a este estudio, hay que señalar que el papel de los ecosistemas, la biodiversidad y los servicios ambientales que estos proveen es algo totalmente aceptado por la comunidad científica internacional y por la mayor parte de los gobiernos, para esto hay tres antecedentes básicos:

- a)** El primer antecedente es la ratificación que hace el Senado sobre la adhesión de México a las tres convenciones derivadas de la Cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 (mejor conocida como Cumbre de Río de Janeiro): el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB); la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (CNULD). Estos instrumentos han sido fundamentales para orientar el desarrollo de las políticas ambientales en México.
- b)** El segundo antecedente es el estudio conocido como Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (*Millenium Ecosystem Assesment*)



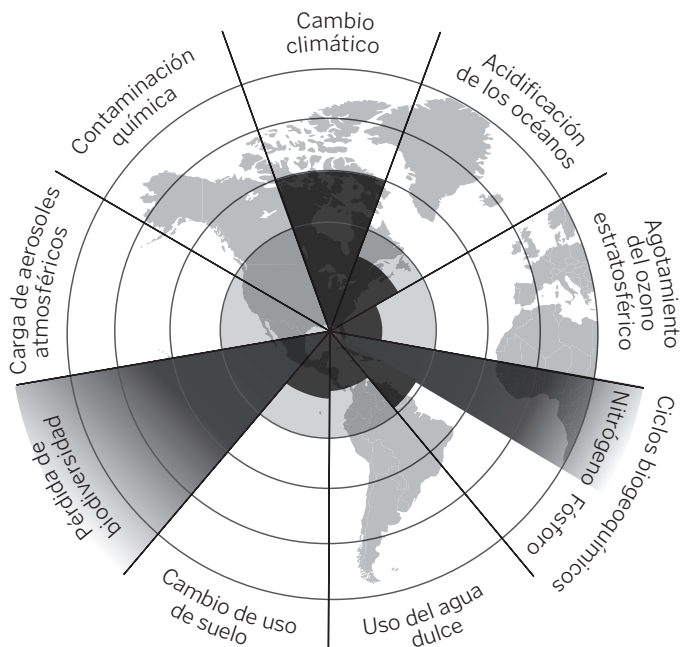
publicado en 2005, el cual reconoce el papel fundamental de los ecosistemas y la biodiversidad. En este estudio se plantea que los **servicios ecosistémicos** son “los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Estos incluyen servicios de aprovisionamiento de alimentos y agua; regulación de enfermedades, inundaciones, sequías degradación de tierras; servicios de soporte como formación de suelos y ciclos de nutrientes; así como servicios culturales, entre los cuáles están los recreativos, espirituales, religiosos y culturales, así como aquellos beneficios no materiales” (MEA, 2005:28).

- c) El tercer antecedente que nos interesa apuntar es el presentado por el *Stockholm Resilience Centre* sobre los nueve umbrales planetarios “*planetary boundaries*” (Rockström *et al.*, 2009). Los autores proponen nueve procesos que fueron seleccionados por su importancia para la estabilidad de los sistemas planetarios y la seguridad humana. Estos procesos son: **cambio climático**; acidificación oceánica; disminución del ozono estratosférico; dinámica de los aerosoles atmosféricos; flujos biogeoquímicos: interferencia con los ciclos del nitrógeno y del fósforo; utilización global de agua dulce; transformación de los ecosistemas terrestres; contaminación química y **pérdida de la biodiversidad**. Los autores proponen una metodología para medir el estado de siete de estos umbrales; uno de los principales aportes de dicho estudio es que de manera gráfica expone la gravedad de estos procesos.
- 
- El objetivo general de este documento es realizar un estudio que permita identificar y analizar cuáles son los principales retos que se derivan de la LGCC en materia de biodiversidad y servicios ambientales*
- 

A reserva de que a continuación se presenta una fundamentación de la relación entre cambio climático y biodiversidad, los

**GRÁFICA 1**

**Nueve umbrales planetarios propuestos por el Stockholm Resilience Centre**



**Nota:** \*Sin límites definidos

**Fuente:** Semarnat (2012) con base en J. Rockström *et al.*, (2009).

antecedentes aquí presentados imponen retos importantes para el quehacer legislativo. Estos retos tienen que ver directamente con sus funciones sustantivas, las cuales están sustentadas principalmente en los artículos 69, 73 y 76 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y que, para términos de este estudio, se refieren principalmente a sus facultades referidas a la expedición de leyes (artículo 73); al análisis de la política exterior y la aprobación de tratados internacionales y convenciones diplomáticas (artículo 76); revisar el estado que guarda la administración pública del país y, en caso de requerirlo, pedir ampliar la información o citar a los secretarios de Estado a comparecer (artículo 69 constitucional).

# 2

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS: LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS AMBIENTALES FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

**L**a CMNUCC ha definido el cambio climático como “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992). El aumento en la concentración de los llamados “gases de invernadero”, que atrapan el calor y calientan la superficie de la Tierra, afecta al clima de nuestro planeta (Conabio, 2013). Los niveles de estos gases aumentan con las emisiones provenientes de actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y los cambios en el uso del suelo. Los humanos hemos alterado la composición y diversidad de las comunidades biológicas más rápida y extensivamente que en cualquier otro periodo de tiempo comparable mediante actividades que aumentan las tasas de extinción e invasión de especies en diferentes escalas, desde local a global. El cambio climático exagera este impacto. Estos cambios en la diversidad

terrestre tienen el potencial de alterar el funcionamiento de los ecosistemas y, con ello, los bienes y servicios que proveen a la sociedad. Incluso cambios modestos en la biodiversidad pueden resultar en impactos significativos (Loreau, 2008).

De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005), es posible que antes del fin del siglo XXI el cambio climático se convierta en uno de los factores dominantes para la pérdida de la diversidad biológica. En los ecosistemas terrestres, el cambio de uso

---

*Es posible que antes del fin del siglo XXI el cambio climático se convierta en uno de los factores dominantes para la pérdida de la diversidad biológica*

---

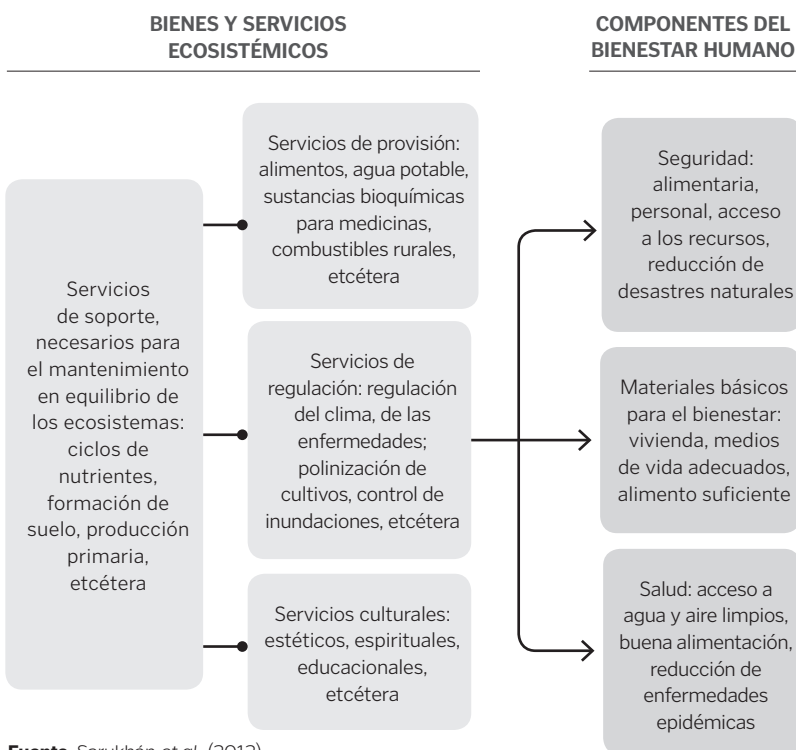
de suelo es el principal agente de cambio y degradación, seguido del cambio climático, la deposición de nitrógeno, el intercambio biótico y una concentración elevada de dióxido de carbono, mientras que en los ecosistemas de agua dulce, el intercambio biótico es de mucha mayor importancia. El clima mediterráneo y los pastizales experimentarán los cambios más drásticos en cuanto a biodiversidad por la gran influencia de todos los

factores de cambio. Los cambios en la diversidad de otras biomas dependerán de las interacciones entre los agentes de cambio. Hasta ahora ha sido difícil hacer predicciones exactas y encontrar soluciones efectivas (Dawson *et al.*, 2011). Estas interacciones representan una de las mayores incertidumbres en las proyecciones de cambio en la biodiversidad del futuro (Sala *et al.*, 2000). Si la temperatura aumenta más de 2 °C se prevén tasas de extinción catastróficas a escala global (Parmesan y Yohe, 2003).

El cambio climático ya ha empezado a afectar a la diversidad biológica (Parmesan y Yohe, 2003). A causa del rápido ritmo con el que los cambios están ocurriendo, algunas especies de flora y fauna pueden tener problemas para adaptarse. Como resultado de ello, pueden presentarse cambios en la distribución de dichas especies, aumento en las tasas de extinción, cambios en los tiempos de reproducción, cambios en los patrones de migración de aves y cambios en los patrones de crecimiento de las plantas, entre otros (Sarukhán *et al.*, 2009).

La relación entre la biodiversidad y la adaptación al cambio climático debe explorarse desde varias perspectivas. A medida que el cambio climático amenaza con impactar a los ecosistemas y a las especies, es importante encontrar maneras de incrementar su capacidad de recuperación. Al mismo tiempo, la conservación y restauración de la biodiversidad y de los servicios que proveen los ecosistemas desempeñan un papel fundamental en la adaptación de la sociedad al cambio climático y en el bienestar humano (ver esquema 1). Por otro lado están los efectos potencialmente negativos que pueden tener las actividades de adaptación mal diseñadas sobre la biodiversidad (PNUMA, 2013).<sup>2</sup>

**ESQUEMA 1** Modelo de los servicios ambientales y sus vínculos con el bienestar humano (adaptado)



Fuente: Sarukhán *et al.*, (2012).

<sup>2</sup> [http://www.unep-wcmc.org/mitigation\\_57.html](http://www.unep-wcmc.org/mitigation_57.html) abril/mayo de 2013.

## 2.1 ¿Cómo afectará el cambio climático a la biodiversidad?

.....●.....

Un cambio tan rápido como el que actualmente está ocurriendo puede provocar que muchas especies no puedan adaptarse, con lo que se debilitarían los ecosistemas de los cuales dependemos (Sarukhán *et al.*, 2009).

Los efectos incluyen cambios en la distribución geográfica y estacional de las lluvias, sequías, pérdida de cosechas, inundaciones, aumento en el nivel del mar, olas de calor, tormentas y huracanes, retracción de los glaciares, deshielo del suelo congelado de la tundra, congelamiento tardío y descongelamiento prematuro de ríos y lagos, cambios altitudinales en las zonas de distribución de plantas y animales hacia los polos (que resultan en el decremento de algunas especies de plantas y animales y la extinción potencial de las especies que no puedan realizar los cambios necesarios, ya que algunos estudios sugieren que muchas especies no podrán migrar al ritmo necesario o que su migración podría ser obstaculizada por barreras geográficas), y cambios fenológicos tales como la emergencia temprana de hojas e insectos y el momento de las migraciones y reproducción de algunas especies que están programadas genéticamente para coincidir con las condiciones climáticas ideales y, por tanto, con una mayor disponibilidad de alimentos (Thuiller, 2007).

## 2.2 Impactos en las especies de flora y fauna

.....●.....

Respecto al impacto del cambio climático sobre las especies de flora y fauna, se pronostican cambios en su distribución por el desplazamiento de sus poblaciones debido a la pérdida de su hábitat por la alteración en los patrones de temperatura y precipitación. Se ha demostrado también que el establecimiento de especies invasoras se relaciona con el incremento de temperatura, por lo que se estima que los impactos ambientales causados por las especies invasoras se exacerben con el cambio climático (Sarukhán *et al.*, 2012).

Hay una creciente evidencia científica en cuanto a los cambios que ya se han podido observar, relacionados con el cambio climático y

sus efectos adversos en la biodiversidad en el ámbito tanto de especies como de ecosistemas. Por ejemplo, se han observado alteraciones en los patrones de biodiversidad globales, que se han visto afectados al modificarse la distribución geográfica de las especies. La pérdida de especies de plantas se debe principalmente a cambios en los regímenes de precipitación actuales y se piensa que las pérdidas más importantes ocurrirán en las zonas de transición entre las costas y las zonas áridas del interior. El cambio climático puede llegar a impactar fuertemente en la flora, aun siendo optimistas en cuanto a las habilidades migratorias de las especies (Fitzpatrick *et al.*, 2008).

También se han observado cambios fenológicos y ecológicos en la distribución de plantas y animales en todos los grupos bien estudiados, ya sean marinos, de agua dulce o terrestre. Las especies con zonas de distribución restringidas, particularmente las polares y las que viven en la cima de las montañas (relevantes para México) muestran un grado severo de reducción en sus zonas de distribución y han sido los primeros grupos en los que especies enteras se han extinguido debido

al cambio climático reciente. Los corales tropicales y los anfibios (también relevantes para México) han sido los grupos taxonómicos mayormente afectados (Parmesan, 2006).

Los ecosistemas saludables desempeñan un papel fundamental en la mitigación/adaptación ante el cambio climático. Un primer paso para incrementar la capacidad de recuperación de los ecosistemas al cambio climático es disminuir las presiones no climáticas a las que están sometidos mediante estrategias de conservación, restauración y manejo sostenible. Los factores que agudizan la vulnerabilidad de los ecosistemas son el cambio de uso de suelo y la pérdida y degradación de la cobertura forestal, entre otros (INECIC, 2012).

---

---

*Los factores  
que agudizan la  
vulnerabilidad de  
los ecosistemas son  
el cambio de uso de  
suelo y la pérdida y  
degradación de la  
cobertura forestal,  
entre otros*

---

## 2.3 Mitigación

Las estrategias para mitigar el cambio climático incluyen limitar el aumento de la concentración de los “gases de invernadero” en la atmósfera. Esto requiere la reducción de las emisiones de dichos gases y su sustracción de la atmósfera por medio del secuestro de carbono, ante lo cual los ecosistemas y su biodiversidad tienen un papel muy importante, además de asegurar el almacenaje de una cantidad considerable de carbono y proveer un depósito estable bajo condiciones cambiantes (INE-CICC, 2012). En vista de lo anterior, los ecosistemas desempeñan globalmente un papel muy importante en la regulación del clima, mientras que localmente representan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico, contribuyendo también al establecimiento de microclimas regionales. Sin embargo, los ecosistemas se ven afectados por los

---

*La conservación y el manejo efectivo de la biodiversidad pueden contribuir significativamente a mitigar los efectos del cambio climático*

---

cambios tanto en la distribución y cobertura de la vegetación como en el uso del suelo, lo que provoca perturbaciones en las condiciones microclimáticas (temperatura y precipitación local) de las que dependen la producción agropecuaria y forestal y la disponibilidad del agua. Dada la interconexión entre el cambio climático y la dinámica de los ecosistemas, no es suficiente entender los efectos que las alteraciones en

el clima pueden tener sobre los ecosistemas y las especies que los habitan, es necesario entender también el impacto que puede tener la destrucción o degradación de los ecosistemas al potenciar los efectos del cambio climático (INE-CICC, 2012).

En el contexto del cambio climático rápido como el actual, los ecosistemas en buen estado de conservación complejos son aún más importantes, ya que pueden amortiguar algunas de las consecuencias, como los eventos climáticos extremos (huracanes, tornados, inundaciones) y la propagación de especies invasoras.



La conservación y el manejo efectivo de la biodiversidad pueden contribuir significativamente a mitigar los efectos del cambio climático y a aumentar la capacidad de recuperación y adaptación de los sistemas naturales y humanos a sus impactos (Hannah *et al.*, 2002).

## 2.4 Adaptación

.....●.....

La conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas que generan los servicios ambientales clave para las actividades socioeconómicas y para amortiguar los desastres naturales son también fundamentales en el proceso de adaptación. El PNUD (2005, 2010) describe las capacidades de adaptación como la propiedad de un sistema de ajustar sus características o su comportamiento para poder extender su margen de tolerancia, lo cual está relacionado con la habilidad de diseñar, implementar y mantener estrategias eficaces. Las estrategias adaptativas incluyen opciones de resistencia (evitar y prevenir impactos, proteger recursos valiosos), opciones de recuperación (mejorar la capacidad de los ecosistemas para regresar a las condiciones deseadas después de la perturbación) y opciones de respuesta (facilitar la transición de los ecosistemas de las condiciones actuales a condiciones nuevas/diferentes) (Millar *et al.*, 2007). Es clara la necesidad de reforzar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y proteger la biodiversidad ante los impactos del cambio climático; sin embargo, se necesitan dinámicas nuevas en las estrategias de conservación que se adapten al cambio. Se necesitan cambios radicales para que se reconozca la biodiversidad como un bien público, se integre la conservación de la biodiversidad en las políticas públicas y en el marco para la toma de decisiones respecto a la producción y consumo de productos, y para que se realicen cambios institucionales y sociales extensos que permitan una mejor implementación de las políticas públicas (Rands *et al.*, 2010).

Sin embargo, el creciente enfoque global en el cambio climático y sus impactos está desplazando la atención pública, el debate político y la asignación de recursos y programas para atender los problemas ambientales y de desarrollo sostenible en general, tanto a escala local como mundial (Fletcher, 2010), debido probablemente a que

el cambio climático es una amenaza directa al bienestar de la humanidad, por lo que la prioridad inmediata es la adaptación, encontrar condiciones en las que la sociedad humana y las especies animales nativas puedan ajustarse a los cambios en la temperatura, el nivel del mar, los regímenes de precipitación y los fenómenos meteorológicos. Sin embargo, la conservación y la preservación de la biodiversidad son aún más esenciales y urgentes en tiempos de cambios en el clima tan rápidos como los actuales (Noss, 2007), ya que son las mejores herramientas para una estrategia de adaptación al cambio climático.

## 2.5 La biodiversidad como defensa ante el cambio climático



Para lograr la adaptación al cambio climático reduciendo la vulnerabilidad de los ecosistemas y en general del territorio, hay algunos puntos clave, como evitar la fragmentación del hábitat y promover la conectividad, permitiendo así la migración de las especies nativas, mantener los gradientes de elevación del terreno, de humedad del suelo, etc. para que los organismos puedan cambiar su distribución en respuesta al cambio ambiental hacia microhábitats más favorables, así como identificar y proteger refugios naturales para las especies que no sean capaces de dispersarse rápidamente, manteniendo grandes zonas sin carreteras y con poco desarrollo urbano. Todos los puntos anteriores están relacionados y su objetivo común es mantener la integridad de los ecosistemas naturales a gran escala. Si no se prevén las acciones necesarias para la adaptación de las comunidades humanas, las medidas que se tomen en el futuro serán reacciones de emergencia inadecuadas para enfrentar el reto que representa el cambio climático.

El trabajo que se realiza en el Centro de Monitoreo para la Conservación de la Biodiversidad del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente<sup>3</sup> (UNEP-WCMC por sus siglas en inglés) en relación con el cambio climático se enfoca principalmente en el concepto de **adaptación basada en los ecosistemas**, cuya definición es “el uso y manejo sostenible de la biodiversidad y los servicios ambientales como parte de un estrategia amplia que ayude a la

---

3 <http://www.unep-wcmc.org/>

sociedad a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático” (PNUMA, 2013). La adaptación con base en ecosistemas contribuye a restaurar y mantener la protección que otorgan los ecosistemas a las poblaciones humanas ante las amenazas asociadas al cambio climático. Se ha utilizado el concepto de infraestructura verde para conceptualizar el papel de los ecosistemas al amortiguar los impactos de procesos detonados por el cambio climático. Los ecosistemas saludables desempeñan un papel fundamental en la mitigación/adaptación ante el cambio climático, ya que la llamada infraestructura verde amortigua los impactos de los procesos detonados por el cambio climático (Conanp-FMCN, A.C.-TNC, 2011).

**Algunos ejemplos específicos** de servicios proporcionados por los ecosistemas en el marco de la adaptación climática son:

**a) Protección de asentamientos humanos**

- » **Arrecifes y manglares.** Protegen a las poblaciones humanas, la infraestructura y otros ecosistemas costeros de las tormentas y huracanes de elevada intensidad, disipan la energía de los embates del oleaje y vientos severos, reducen la intrusión salina y la erosión, reduciendo el riesgo de desastres.
- » **Bosques y ecosistemas ribereños.** Contribuyen a mantener el curso del agua en ríos ante avenidas repentinas por lluvias torrenciales.
- » **Humedales costeros.** Amortiguan inundaciones por lluvias torrenciales al almacenar grandes volúmenes de agua.
- » **Matorrales y arbustos.** Manejados adecuadamente ayudan a evitar incendios forestales.

**b) Servicios de regulación**

- » **Control de erosión, polinización, control biológico de plagas, ciclos hidrológicos** (manejo integrado del recurso hídrico reconociendo el papel de las cuencas hidrográficas, los bosques y la vegetación asociada en la regulación de los flujos de agua).

**c) Salud humana**

- » **Control de vectores.** Hay estudios que relacionan la biodiversidad con la probabilidad de brotes y transmisión de enfermedades, a mayor número de animales silvestres, la probabilidad de transmisión a los humanos disminuye (Sarukhán *et al.*, 2009).

## 2.6 Cambio climático y áreas protegidas

.....●.....

Un ordenamiento territorial adecuado ayudaría a reducir el impacto de los desastres naturales sobre la biodiversidad y sus consecuencias socioeconómicas. La previsión de desastres naturales se podría mejorar sensiblemente con medidas de mitigación como la conservación de cobertura forestal en las cabeceras de las cuencas, el mantenimiento de los humedales y la protección de ecosistemas ribereños como los manglares y los arrecifes coralinos que desempeñan una función importante en la disminución de impactos de los huracanes (Sarukhán *et al.*, 2009). Las acciones tempranas son más efectivas y menos costosas, aunque los costos pueden variar según la región de que se trate.

---

*Un ordenamiento territorial adecuado ayudaría a reducir el impacto de los desastres naturales sobre la biodiversidad y sus consecuencias socioeconómicas*

.....

Por otra parte, el cambio climático puede producir desplazamientos en la distribución de especies en el mundo, lo que amenaza su viabilidad debido a la reducción de sus zonas de distribución y altera su representatividad dentro de las áreas protegidas. Esto “representa un reto para la estrategia tradicional de la conservación de la biodiversidad que se basa en áreas protegidas fijas, porque se espera que dichos cambios cambien la distribución de áreas adecuadas

para muchas especies. Algunas especies solo persistirán si pueden colonizar nuevas áreas, aunque sus aptitudes dispersoras pueden ser muy limitadas en algunos casos” (Phillips *et al.*, 2008), y el desplazamiento de las poblaciones puede verse limitado por la degradación de los ecosistemas.

Los puntos o focos de biodiversidad (*biodiversity hotspots*) pueden ser particularmente vulnerables, ya que contienen una gran cantidad de especies con zonas de distribución pequeñas que podrían contraerse aún más si las especies se ven forzadas a rastrear su hábitat óptimo (Velásquez-Tibatá *et al.*, 2012).

Los cambios en las zonas de distribución de las especies pueden tener como resultado una dinámica que reduzca la relevancia de las áreas protegidas actuales en las estrategias de conservación futuras, si las especies se ven forzadas a salir de dichas áreas o si se extinguen las poblaciones locales. La distribución de las especies y sus dinámicas ecológicas están ya respondiendo a los cambios recientes, y las reservas actuales, sobre todo aquellas con fallas en su diseño o que han sido establecidas de manera oportunista, no podrán seguir protegiendo a todas las especies para las que fueron diseñadas (Phillips *et al.*, 2008). Las áreas protegidas representan unidades nucleares importantes para la conservación *in situ*; sin embargo, el sistema estático actual está en riesgo debido a los efectos del cambio climático, que exacerba los problemas de las áreas con diseños deficientes que les impiden ser efectivas para detener las amenazas a la biodiversidad.

## 2.7 Corredores biológicos y cambio climático

.....●.....

La fragmentación de la vegetación tiene consecuencias negativas severas en la viabilidad de muchas poblaciones de especies (Sarukhán *et al.*, 2009). Además, a causa del cambio climático, las especies tendrán que dispersarse a través de hábitats fragmentados para no quedar rezagadas en ambientes que no sean adecuados para ellas. Por consiguiente, uno de los retos importantes para la conservación es el manejo del medio ambiente para facilitar que las especies puedan rastrear y trasladarse a las condiciones ambientales a las que están adaptadas (Pearson y Dawson, 2005). Para minimizar el efecto de la fragmentación en la biodiversidad, es necesario promover la conectividad; sin embargo, la identificación y elección de corredores no es trivial, pues se compite con otros usos de suelo, además de tener en cuenta los distintos requerimientos de movilidad de las especies, ya que lo que funciona para unas puede ser un obstáculo para otras. Deberán identificarse las barreras existentes e identificar los hábitats ambientalmente similares para determinar la manera más eficiente de conectarlos.

El objetivo principal de los corredores es ampliar la zona en la que se pueden distribuir los organismos y, por tanto, el tamaño poblacional de las especies es particularmente importante para las

especies en riesgo de extinción y amenazadas. Un beneficio añadido es su papel en la adaptación al cambio climático. Los corredores a gran escala que se extienden por varios gradientes climáticos pueden aumentar la capacidad de las especies de trasladarse a nuevas zonas más favorables, permitiéndoles responder a los cambios con una dispersión natural en vez de necesitar una intervención activa. En particular, los corredores a escala regional que conectan hábitats que funcionan como refugios pueden resultar fundamentales.

Los corredores pueden promover el movimiento de individuos entre diferentes poblaciones, al incrementar el flujo genético y reducir los cuellos de botella y la deriva genética asociados a las poblaciones aisladas, incrementando así la capacidad de recuperación de las especies al adaptarse al cambio ambiental. De hecho, la velocidad a la que pueden desplazarse (tasa de dispersión) algunas especies puede no ser suficientemente alta para mantener el ritmo con el cambio climático que se ha proyectado. En esos casos, los corredores son lugares en donde puede introducirse a las poblaciones rezagadas para ayudarlas en su traslado. Este proceso, conocido como migración asistida en animales y procedencia predictiva (*predictive provenancing*) en plantas, es controversial debido al riesgo inherente que conlleva y al costo de reubicar activamente a las especies.

Sin embargo, los estudios son ambiguos respecto a su utilidad y pocos de ellos han demostrado que este traslado promueva la persistencia de las especies. Los costos y beneficios deben ser evaluados y los corredores deben complementarse con otras medidas, ya que por sí solos no pueden asegurar la sobrevivencia de las especies (Niemela, 2001). Es preciso un mayor entendimiento de los mecanismos de dispersión mediante los cuales las especies llevan a cabo migraciones rápidas, y la manera en que estos procesos son afectados por los patrones de fragmentación del hábitat para planear estrategias informadas para el futuro (Pearson y Dawson, 2005).

Según la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), los corredores ecológicos son áreas de usos múltiples. Dependiendo de las metas de manejo que se tengan, los corredores pueden desarrollarse por medio de la recuperación natural de la cubierta vegetal, la reforestación con árboles, arbustos o hierbas, o proporcionando zonas de amortiguamiento. Por su tamaño, pueden ser locales (<50 km), subregionales (>300 km) y regionales (>500 km).



Por su forma y función, pueden ser lineales, como las zonas de amortiguación o buffers que conectan parches de vegetación remanentes que rodean áreas protegidas o a lo largo de corrientes de agua y caminos o carreteras; pueden formar peldaños —varios corredores pequeños que conectan distintas áreas de vegetación también pequeñas—; y ser panorámicos, los cuales proporcionan un hábitat extenso en donde las especies pueden establecerse además de trasladarse. Los corredores a pequeña escala suelen tener como objetivo la conexión y el aumento del tamaño de las poblaciones, mientras que los corredores a escalas mayores son útiles en el traslado y dispersión de las especies y, por tanto, en la adaptación al cambio climático.<sup>4</sup>

Sin embargo, los métodos para identificar corredores comúnmente ignoran el proceso de selección de hábitat llevado a cabo por las especies, así como sus movimientos (Chetkiewicz, St. Clair y Boyce, 2006; Beier *et al.*, 2008). Una mala planeación en el diseño o la ubicación de estos pueden tener impactos negativos (Hess, 1994), incluidas la dispersión de incendios, la transmisión y dispersión de enfermedades, plagas, especies invasoras y exóticas, la disminución del nivel de variación genética de poblaciones o subpoblaciones, el aumento de la tasas de depredación o cacería, etc. Estos corredores pueden llegar a actuar como una trampa en la que los animales, en vez de dispersarse, mueren.

Algunos lineamientos para maximizar el potencial de los corredores para su uso en la adaptación al cambio climático incluyen:

- » Ubicar los corredores a lo largo de gradientes latitudinales, altitudinales y climáticos, con 10-30 % de vegetación intacta.

---

---

*Los corredores a gran escala que se extienden por varios gradientes climáticos pueden aumentar la capacidad de las especies de trasladarse a nuevas zonas más favorables*

---

4 Wildlife Corridors and Climate Change Adaptation, *The Adaptation Research Network or Terrestrial Biodiversity*, en [http://www.nccarf.jcu.edu.au/terrestrialbiodiversity/documents/Corridor\\_FINAL.pdf](http://www.nccarf.jcu.edu.au/terrestrialbiodiversity/documents/Corridor_FINAL.pdf)

- » A una escala mayor, conectar suficientes corredores peldaño (*stepping stones*) para mantener poblaciones viables de especies nativas significativas.
- » Diseñar zonas de amortiguamiento para reducir el efecto del borde (*edge effect*).

En términos de la adaptación al cambio climático, los corredores deberían planearse a escalas regionales o continentales para asegurar que sean capaces de proveer conectividad evolutiva, es decir, suficiente hábitat para el intercambio genético y la expansión y cambios en la zona de distribución de las especies. También es importante reforzar los principios de conservación, por lo que el enfoque y diseño deberá ser en zonas valiosas para la biodiversidad, tales como puntos o focos de biodiversidad (*hotspots*) y zonas con altos niveles de endemismo. Algunos corredores requieren restauración en la conectividad entre parches, mientras que otros se establecen mediante la inclusión de hábitat ya existente, particularmente en lugares en donde aún queda vegetación intacta. La planificación de intervenciones en el paisaje a gran escala involucra jurisdicciones desde el ámbito local hasta internacional y requiere la colaboración entre diversas formas de tenencia, incluidas pública, privada y comunitaria (Alagador, 2012).

## 2.8 Cambio climático, seguridad alimentaria y biodiversidad



Los fenómenos climáticos extremos intensos más frecuentes y más irregulares, las sequías, el aumento en los niveles de los mares y las irregularidades crecientes en los regímenes de la estación de lluvias ya empiezan a tener repercusiones directas sobre la producción y distribución de alimentos. Según la FAO (2007) los impactos pueden incluir:

- » Cambios en la adaptabilidad de la tierra para diferentes tipos de cultivos y pasturas.
- » Cambios en la salud y productividad de los bosques.



- » Cambios en la distribución, productividad y composición comunitaria de los recursos marinos.
- » Pérdida de la biodiversidad y del funcionamiento del ecosistema en los hábitats naturales.
- » Cambios en la distribución de agua de buena calidad para los cultivos, el ganado y la producción pesquera continental.
- » Pérdida de tierras arables por el incremento en la aridez y la salinidad asociada a la disminución del agua subterránea y aumento del nivel del mar.

La protección de la seguridad alimentaria busca evitar interrupciones o reducciones en el suministro mundial y local de alimentos causadas por los cambios en la temperatura y los regímenes de precipitación (FAO, 2007). Un ejemplo sería la polinización de plantas de interés para la sociedad (90% de las especies cultivadas en México depende de polinizadores para su producción) (Sarukhán *et al.*, 2009).

El uso indiscriminado de agroquímicos y la apertura de tierras en áreas no aptas para la agricultura han traído como consecuencia grave erosión, deforestación, contaminación de suelos y agua: “Un reto importante en México es la producción de alimentos de manera sustentable ante la demanda futura. Este es un tema de seguridad nacional, pero no existen discusiones en el presente de cómo aproximarnos a una agricultura sustentable que asegure la alimentación de las generaciones futuras” (Sarukhán *et al.*, 2009).

## 2.9 Cambio climático, cambio de uso de suelo y degradación de suelos



El cambio en el uso de suelo puede resultar en la emisión de gases con efecto invernadero que causan cambios en el clima a escala global. El cambio climático, a su vez, afecta a la productividad del suelo, lo que por su parte provoca más cambios en el uso del suelo

(Mendelsohn y Dinar, 2009). Los cambios en el uso de suelo que producen emisiones incluyen deforestación, quema de biomasa, conversión de ecosistemas naturales en ecosistemas agrícolas, drenaje de humedales y cultivos.

La reducción del depósito del carbón orgánico del suelo contribuye a la cantidad de carbón en la atmósfera; algunos suelos cultivados han perdido hasta un tercio de su depósito. La disminución del carbón orgánico del suelo se acentúa por la degradación de este y se exagera por el mal uso y el mal manejo de la tierra (Lal, 2004). El patrón de uso de suelo alrededor del mundo afectará al clima al alterar el balance del carbón en los depósitos terrestres y atmosféricos (Cramer *et al.*, 2001). Además, el uso del suelo puede afectar al clima regional, pues los diferentes tipos de uso de suelo impactan de manera distinta a los flujos de radiación, calor y humedad en la superficie (Betts, 2005).

---

*La disminución  
del carbón orgánico del  
suelo se acentúa por la  
degradación de este y se  
exagera por el mal uso  
y el mal manejo  
de la tierra*

---

El cambio de uso de suelo interactúa con el cambio climático en sus efectos sobre la biodiversidad. Esta interacción podría tener importantes impactos e implicaciones para el manejo de ecosistemas. La biodiversidad podría verse afectada tanto por el incremento en los parámetros climáticos como por la frecuencia e intensidad de los fenómenos atmosféricos (Jentsch, Kreyling y Beierkuhnlein, 2007). Las especies han sobrevivido a este

tipo de cambios en otros periodos geológicos, al cambiar su distribución, encontrar refugios climáticos y desarrollar tolerancia a dichos cambios (Jackson y Overpeck, 2000; Coope, 2004; Willis y Bhagwat, 2009; Dawson *et al.*, 2011). Sin embargo, se espera que el cambio climático pueda ocurrir a una velocidad sin precedentes y esto, aunado a los cambios en el uso de suelo y la fragmentación y pérdida de hábitat que conlleva (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; UK National Ecosystem Assessment, 2011), puede afectar severamente el movimiento de las especies y su

capacidad para adaptarse a dicho cambio (Coope, 2004; Thomas *et al.*, 2004).

Además de causar directamente la fragmentación y pérdida de hábitats, el cambio en el uso de suelo (generalmente para la expansión de la agricultura) tiene también otros efectos, como el aumento de agroquímicos en los hábitats circundantes (naturales o seminaturales). Los cambios en el manejo de las tierras también impactan directamente en la biodiversidad (McGovern *et al.*, 2011). La intensificación agrícola en general ha sido uno de los principales factores del declive en la biodiversidad (Donald, Green y Heath, 2001; Benton *et al.*, 2002; Robinson y Sutherland, 2002; Fox, 2012).

Además, el cambio climático puede influir en la cobertura y el uso de suelo. El clima afecta directamente al tipo de vegetación esperada en una región determinada (selva tropical, sabana, bosque boreal etc.) (Cramer *et al.*, 2001). El cambio climático también podría afectar al uso de suelo por medio de cambios en los sistemas socioeconómicos (Olesen y Bindi, 2002), pues las prácticas agrícolas pueden adaptarse al cambio climático por medio del uso de distintos tipos de cultivo o alterando el momento de la siembra y la cosecha. Por otro lado, las sequías regionales pueden llevar a un incremento en la irrigación de los cultivos, alterando la cantidad de agua disponible para la biodiversidad en general (Oliver y Roy, 2013).

## 2.10 Efecto del cambio climático en la erosión del suelo



Los cambios en la cantidad e intensidad de la precipitación, junto con los cambios en la temperatura, radiación solar y la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> tendrán un impacto significativo en la tasa de erosión de los suelos. En las regiones donde aumente la precipitación, se incrementarán la erosión y los deslaves; la proporción del incremento de la erosión en relación con la precipitación es de 1.7. Aun en los casos en que la precipitación anual disminuya, el sistema de retroalimentación relacionado con la disminución de producción de biomasa puede tener como resultado que el suelo sea más susceptible a la erosión (Nearing, Pruski y O'Neal, 2004).

Se estima que 60% de la erosión del suelo se debe a la actividad humana. El calentamiento global puede aumentar el potencial de

erosión significativamente y las regiones en donde existen tendencias de aumento en la precipitación, y la población pueden enfrentar problemas muy serios relacionados con la erosión del suelo en el futuro (Dawen Yang *et al*, 2003).

El cambio en el régimen de precipitación también produce un cambio en el nivel de riesgo al que se exponen los terrenos agrícolas. En general un régimen con mayor precipitación anual, particularmente si la intensidad de las tormentas aumenta, eleva el riesgo de erosión, deslaves y daños ecológicos y ambientales relacionados. En algunos suelos frágiles, la naturaleza del proceso dominante de formación de suelos puede sufrir cambios negativos al recibir una mayor, menor o más intensa precipitación estacional (Soil and Water Conservation Society, 2003).

Los cambios potenciales más importantes en los factores de formación de suelos, resultado directo del cambio climático, son los cambios en la provisión de material orgánico de la biomasa y en la temperatura e hidrología del suelo debido a modificaciones en las zonas de precipitación y en el potencial de evapotranspiración (FAO, 1996). Esto eleva la frecuencia de deslaves en laderas y pendientes, así como la sedimentación en tierras bajas y en ríos. La disminución de la cobertura vegetal también puede resultar en la degradación de la estructura y el aumento de porosidad del suelo, así como en un aumento de deslaves y erosión en laderas y pendientes y, en consecuencia, una mayor y más rápida sedimentación.

Las temperaturas altas, particularmente en condiciones áridas, ocasionan una mayor demanda de evaporación. En suelos con suficiente humedad, por ejemplo en zonas irrigadas, esto puede causar salinización.

El aumento en el nivel del mar erosionará y empujará las líneas costeras existentes. Sin embargo, el alcance que esto tenga en cada caso dependerá de la elevación del terreno, la resistencia de los materiales costeros, las defensas provistas por los sedimentos, la fuerza de las corrientes y el oleaje, y las intervenciones humanas, que pueden prevenir o acelerar la erosión. Las grandes presas, los diques y los programas de conservación de suelos reducen drásticamente la provisión de sedimentos. En las costas poco defendidas por sedimentos, las inundaciones causadas por las mareas penetrarán aún más que en la actualidad, lo que extenderá la zona de suelos salinos perennes o estacionales.

Los suelos de áreas naturales y otras tierras con una baja intensidad de manejo, como es el caso de áreas con manejo forestal sostenible, están menos amenazados por el cambio climático.

Por todo lo anteriormente expuesto, es evidente que para enfrentar el cambio climático y los retos relacionados con este, tales como la seguridad alimentaria, serán necesarias prácticas de manejo que reduzcan la erosión del suelo, aumenten el secuestro de carbón para mejorar la función, calidad y salud del suelo, y contribuyan a la resiliencia de este y de los cultivos (Lal, 2011). Prácticas como la restauración de suelos, la regeneración de la cubierta vegetal, el manejo de nutrientes, el abonar la tierra, el mejorar las técnicas de pastoreo y de conservación del agua, la irrigación eficiente, la agroforestería, el cultivo de terrenos abandonados, la agricultura sin arado/labranza y el regresar los residuos de los cultivos al terreno para incrementar el ciclo de nutrientes, pueden contribuir al secuestro de carbono (Lal, 2004). Además, el manejo de pastizales, la restauración de tierras degradadas o desertificadas y el manejo de nitrógeno para reducir las emisiones de efecto invernadero son ejemplos de alternativas de manejo que pueden ayudar también a la mitigación y adaptación al cambio climático (Lal, 2011), lo que es fundamental para la conservación ambiental, la sustentabilidad de los sistemas de cultivo, la calidad de suelo y agua y la seguridad alimentaria.

---

---

*Se estima que 60%  
de la erosión del suelo  
se debe a la actividad  
humana*

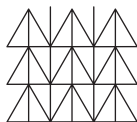
---

Para concluir este apartado, hay que recalcar que, a pesar de la evidencia y consenso científico sobre el cambio climático y los efectos que este tendrá sobre la viabilidad de las especies, la mayoría de las estrategias de conservación no lo han incorporado en sus programas de manejo. Bernazzani *et al.* (2012) proporcionaron varias recomendaciones para la integración del cambio climático en el desarrollo e implementación de los programas para la conservación de los recursos naturales, entre las que destacan las siguientes: 1) identificación de las especies en riesgo debido al cambio climático; 2) explorar nuevas estrategias para el diseño de las áreas protegidas; 3) incrementar el énfasis en los corredores y la conectividad entre áreas protegidas; 4) desarrollar medidas

adaptativas con anticipación; 5) considerar la migración asistida, y 6) incrementar el vínculo entre las estrategias de conservación y los programas de monitoreo y manejo adaptativo.

Sin embargo, en el caso de muchas recomendaciones, no se especifica cómo, cuándo, por quién y en qué condiciones deben implementarse. Heller y Zavaleta (2009) sintetizaron recomendaciones en tres escenarios de conservación probables: planificación regional, manejo de sitio y modificaciones de planes existentes. Se identificaron vacíos importantes, incluida la necesidad de:

- » Ejemplos operacionales específicos de los principios de adaptación que sean consistentes con la inevitable incertidumbre sobre el futuro.
- » Un proceso práctico de planificación para la adaptación que sirva de guía en la selección e integración de recomendaciones en las políticas y programas ya existentes.
- » Una mayor integración de las ciencias en una tentativa que necesita extenderse más allá de las áreas protegidas a los terrenos ocupados por poblaciones humanas.



# 3

## IMPACTOS ESPECÍFICOS DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

La posición geográfica de México lo expone con frecuencia a fenómenos hidrometeorológicos que pueden causar severos impactos socioeconómicos. Las transformaciones del uso de suelo y el cambio climático están modificando los regímenes de esos fenómenos naturales. Los incendios de origen antropomórfico han sido más frecuentes últimamente en ecosistemas sensibles al fuego como selvas tropicales húmedas, con efectos devastadores. La frecuencia de huracanes de alta magnitud también está aumentando.

### 3.1 Eventos hidrometeorológicos

.....●.....

Los expertos han previsto que la temperatura promedio de México en el año 2020 podría ser entre 1.5 y 2.5°C mayor que la actual y llegaría hasta los 2 y 4°C para el año 2080, con variaciones regionales: la región norte sería la que registraría los mayores incrementos en la temperatura. Junto con la temperatura del aire, la de los mares nacionales también será mayor en el futuro: en el

Caribe, Golfo de México y Pacífico podría aumentar entre 1 y 2°C a partir del año 2020. Como consecuencia, es muy probable que los huracanes aumenten en intensidad y, con ello, sus efectos sobre las poblaciones humanas y los ecosistemas cercanos a las costas. Los huracanes obtienen su fuerza de la condensación del aire húmedo que existe sobre las aguas oceánicas, por lo que, al ser más calientes, evaporarán más agua y fortalecerán este tipo de ciclones tropicales. Los científicos esperan que los huracanes de las categorías 4 y 5 en la escala Saffir-Simpson, es decir, los más fuertes, aumenten en frecuencia sobre las costas del país. Sin embargo, los huracanes no serán la única consecuencia del calentamiento del agua de los océanos, también se prevén inundaciones por el incremento en el nivel del mar.

Se ha identificado que 46.2% de la costa del Golfo de México, principalmente del centro hacia el sur, es susceptible al ascenso en

---

*El incremento en el nivel del mar en las costas de México propiciará la vulnerabilidad de algunas regiones a las inundaciones, ya que se disminuye la capacidad de descarga de los cauces*

---

el nivel del mar en regiones específicas como son las costas de playas bajas arenosas, que incluyen las llanuras costeras y planicies deltaicas asociadas (Ortiz y Méndez, 1999) en el Golfo; a un aumento en la temperatura de 1.5°C y a un incremento en el nivel del mar de 20 cm para el año 2025 (Ortiz y Méndez, 2000).

Las consecuencias del aumento en el nivel del mar son la erosión, la inundación y la salinización de tierras, aguas superficiales y el manto freático cercano (Sanjurjo, 2006; Tejeda y Rodríguez, 2006), que a su vez

influyen en las características estructurales y en la distribución espacial de los ecosistemas asociados (Pannier, 1992); por otro lado, se altera la vocación del uso del suelo, con efectos directos sobre la economía regional (Ortiz y Méndez, 2000). El incremento en el nivel del mar en las costas de México propiciará la vulnerabilidad de algunas regiones a las inundaciones, ya que se disminuye la capacidad de descarga de los cauces. Son previsibles mayores riesgos, en



especial en las desembocaduras del río Grijalva en Tabasco y de los ríos Coatzacoalcos y Panuco en Veracruz (Ortiz y Méndez, 2000).

Existe además un impacto importante en los arrecifes y manglares que puede incidir en la pesca (Sanjurjo y Welsh, 2005) y en los sistemas coralinos (IPCC, 2007). De los arrecifes mexicanos, 39% se encuentran en alguna condición de riesgo (Spalding *et al.*, 2001); se destacan los de la costa del estado de Veracruz (Tuxpan y el Sistema Arrecifal Veracruzano), los cercanos a los centros turísticos de Quintana Roo (especialmente los de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc) y los de La Paz, en Baja California Sur y Cayo Arcas en Campeche, como los más amenazados. Entre los arrecifes con grado de amenaza medio, están los de Cabo Pulmo en la costa oriental de Baja California Sur, la zona occidental de Arrecife Alacranes y Bajo Sisal en la costa yucateca, los arrecifes de la costa occidental de Cozumel y, en el sur de Quintana Roo, los cercanos a Xcalak. Con el escenario climático de un aumento de 1 a 3 °C, para finales de siglo, los arrecifes coralinos y manglares estarán amenazados y, como consecuencia, se pondrá en peligro de extinción a un gran número de especies (Cahoon y Hensel, 2002).

### 3.2 Disponibilidad y calidad del agua

.....●.....

El ciclo hidrológico se volverá más intenso, por lo que como se comenta en la sección anterior, se espera que aumente el número de tormentas severas; sin embargo, también se puedan producir periodos de sequía más extremos y prolongados. El aumento en la temperatura y los cambios en los patrones de lluvia incrementarán los niveles de desertificación del país, en particular en el norte del territorio (Lozano, 2004). Esto impactará en el resto del país, ya que la mayor parte del territorio nacional es semiárido (Magaña *et al.*, 2004). En invierno es muy probable que haya reducciones en precipitación cercanas a 15% en regiones del centro de México, y de menos de 5% en la zona del Golfo de México. En verano, las lluvias podrían disminuir hasta 5% en la parte centro de México. Se proyectan retrasos en el inicio de las lluvias, con una extensión de la temporada de lluvias hacia los meses de otoño, para gran parte del país. A escala nacional, se proyecta una reducción de 10% anual en la disponibilidad de agua en un escenario de cambio climático en

2030 respecto de 2000. Tanto Baja California como Sonora pasarán a una situación crítica. Zonas del sur de México y la península de Yucatán podrían comenzar a experimentar una presión de media a fuerte sobre el recurso.

El cambio climático incidirá además en la calidad del agua, en particular en lagos y otros cuerpos de agua superficiales (IMTA 2007). Mulholland *et al.*, (1997) muestra que los efectos del cambio climático en el agua dulce incluyen:

- a) Aumento general en las tasas de producción primaria, la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes, como resultado de temperaturas más altas y mayores temporadas de crecimiento.
- b) Reducción en la calidad del agua y en el hábitat adecuado durante el verano debido a la disminución de los flujos basales y la intensificación del oxígeno disuelto por la temperatura comprimido en muchos ríos y reservas.
- c) Disminución de almacenamiento de materia orgánica y pérdida de organismos durante eventos intensos de inundación en algunos arroyos y humedales.
- d) Periodos más cortos de inundación de los humedales ribereños y de una mayor sequía de los suelos de humedales, especialmente en el norte y las zonas interiores.

### 3.3 Glaciares

.....●.....

Los expertos estiman que, si se mantiene la velocidad a la cual se han reducido los glaciares del Iztaccíhuatl y el Pico de Orizaba, es posible que desaparezcan por completo en los próximos 10 y 35 años, respectivamente.

Al derretirse los glaciares, se pierden, por un lado, los depósitos vitales de agua dulce para la población, ya que estos funcionan como reservorios que retienen el agua durante el invierno y la liberan poco a poco durante la primavera y el verano. Por otro lado, aumenta la temperatura, pues los glaciares reflejan la luz e impiden que las superficies más oscuras absorban tanta radiación, con lo que se crea un círculo vicioso, pues al aumentar la temperatura se derriten más rápidamente los glaciares (Semarnat, 2009).

### 3.4 Vegetación

---

Se verán afectados en su distribución mayormente los pastizales, matorrales xerófilos y los bosques de encino. Para 2050, se proyecta un incremento drástico en el porcentaje afectado, ya que entre 53 y 62% de las comunidades vegetales estarán expuestas a condiciones climáticas distintas de las actuales. Los cambios en la temperatura en zonas templadas (Villers y Trejo, 2004) incidirán más en los bosques de coníferas (pinos y abetos) o bosques latifoliados (como encinos) y algunos pastizales naturales y matorrales que alcancen sus límites de tolerancia ecológica con temperaturas más cálidas. Se espera una disminución de la superficie de los bosques de coníferas que serán remplazados por bosques espinosos y bosques subtropicales y tropicales (Villers y Trejo, 2004). Estas modificaciones en los bosques se traducirán en modificaciones en la capacidad de captura de carbono (De Jong, Masera y Hernández-Tejada, 2004), lo que impactará en otros servicios ambientales e incidirá en el número de incendios forestales (Ibarrarán, 2007). Existe también evidencia de que pueden perderse algunos bosques tropicales (Villers y Trejo, 2004).

### 3.5 Diversidad biológica

---

Los impactos en la biodiversidad están estrechamente relacionados con los cambios en los bosques; en particular los impactos en los bosques templados de coníferas y encinos, matorral xerófilo, bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática y el pastizal (Arriaga y Gómez, 2004). Por ejemplo, los bosques de coníferas se consideran entre los más ricos en biodiversidad (Rzedowski, 1998). De este modo, los cambios en la superficie de bosques, incluida su sustitución por otro tipo de bosques, implica un cambio en la distribución de las especies (Arriaga y Gómez, 2004). Diversos estudios muestran que puede existir una destrucción de fauna de hasta 40% por el desequilibrio ecológico (Peterson *et al.*, 2002).

El incremento de 1 a 3°C (la temperatura de la superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico mexicano podría

aumentar entre 1 y 2°C para 2080) tendrá consecuencias para algunas especies como las tortugas caguama, el manatí y algunas especies de cocodrilos (IPCC, 2007).

### 3.6 Alimentación y salud

.....●.....

Se prevé que disminuya el área apta para cultivo de maíz de temporal en la región centro-sur del país. Los escenarios de clima para 2020 implican reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos en la superficie no apta de hasta 4.2% (Semarnat, 2012).

Los eventos climáticos relacionados con afectaciones a la salud de la población mexicana están relacionados con temperaturas y condiciones de humedad extremas, que llevan a condiciones para la aparición de brotes de enfermedades como golpes de calor, enfermedades transmitidas por vector y transmitidas por agua y alimentos. En México, de acuerdo con la Secretaría de Salud, esta relación se ha documentado en Veracruz, Nuevo León, Guerrero y Colima. En estos dos últimos estados se ha calculado que por cada grado centígrado que la temperatura aumenta, los casos se incrementan entre 1,5 y 2%. Además del dengue, debe mencionarse que el paludismo —transmitido también por mosquitos, pero causado por un protozooario— y la enfermedad diarreica aguda —producida por una infección bacteriana— pueden aumentar su incidencia en la población con el incremento de la temperatura (Semarnat, 2009).

### 3.7 El deterioro del hábitat y los servicios ecosistémicos en México

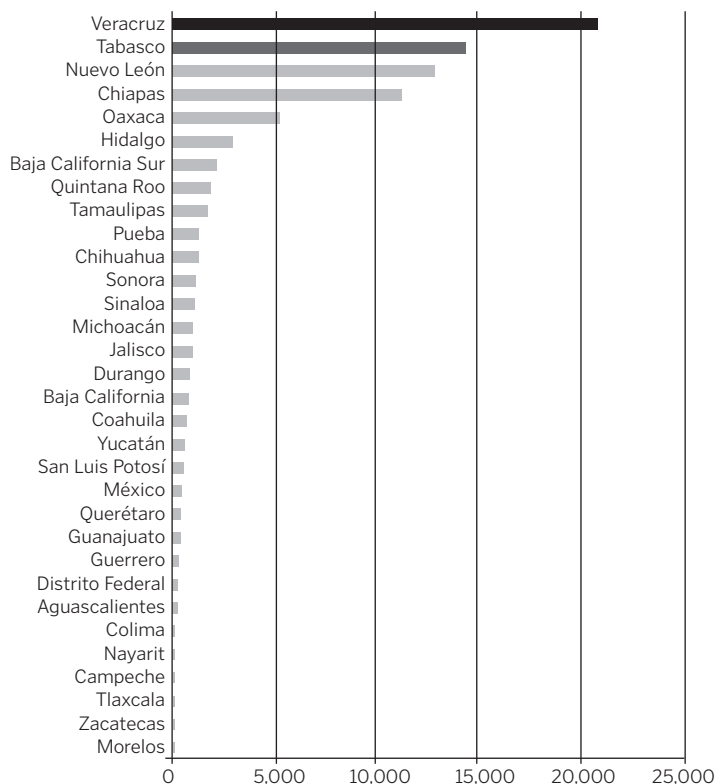
.....●.....

Como ya se ha mencionado, los impactos del cambio climático se están combinando con procesos de deterioro de los recursos naturales que son causados por la acción humana. Sin ecosistemas resilientes y capaces de absorber los impactos climáticos, el riesgo para México aumenta de manera exponencial. De este modo, no se trata únicamente de trabajar con base en los escenarios climáticos, sino en reducir las condiciones de vulnerabilidad tanto de los eco-



**GRÁFICA 2**

**Apoyos otorgados por el Fondo Nacional de Desastres Naturales (Fonden) entre 2004 y 2012 (millones de pesos)**

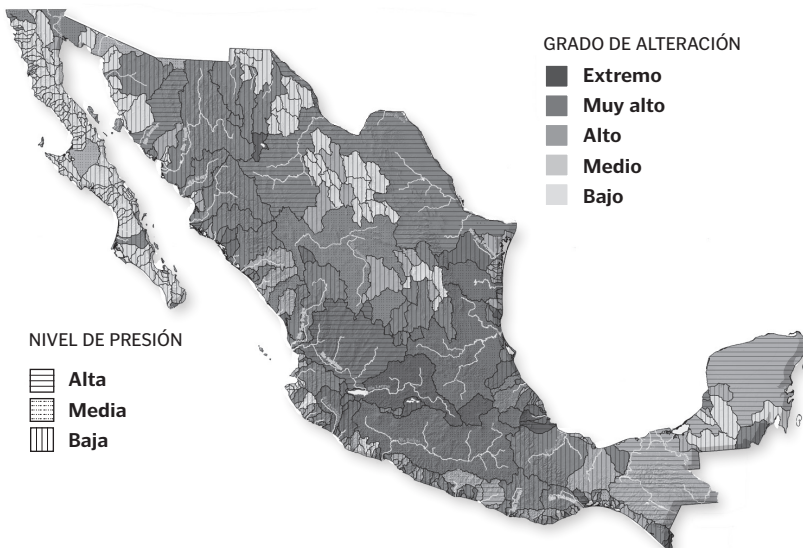


Fuente: INE-CICC (2012).

Por otra parte, los siguientes mapas, tomados de un estudio coordinado por el Instituto Nacional de Ecología (Cotler *et al.*, 2010) muestran una aproximación a las condiciones de deterioro y presión de los recursos ecosistémicos y los servicios ambientales desde la perspectiva de cuencas hidrográficas. Esta perspectiva es fundamental tanto para la diversidad biológica como para los servicios ecosistémicos vinculados a suelo y agua, ya que la conectividad ec hidrológica está ligada no solo a la cobertura vegetal, sino también al estado de salud de toda la cuenca.

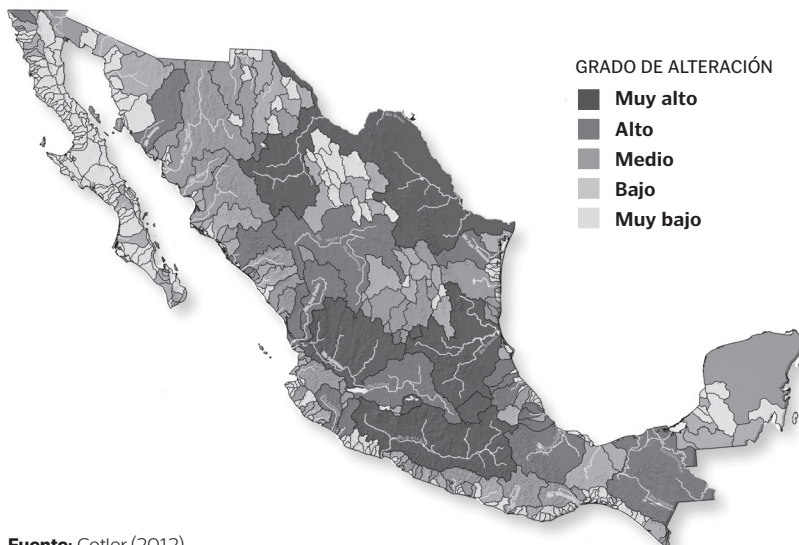


**MAPA 2** Grado de alteración del funcionamiento de las cuencas y nivel de presión esperada



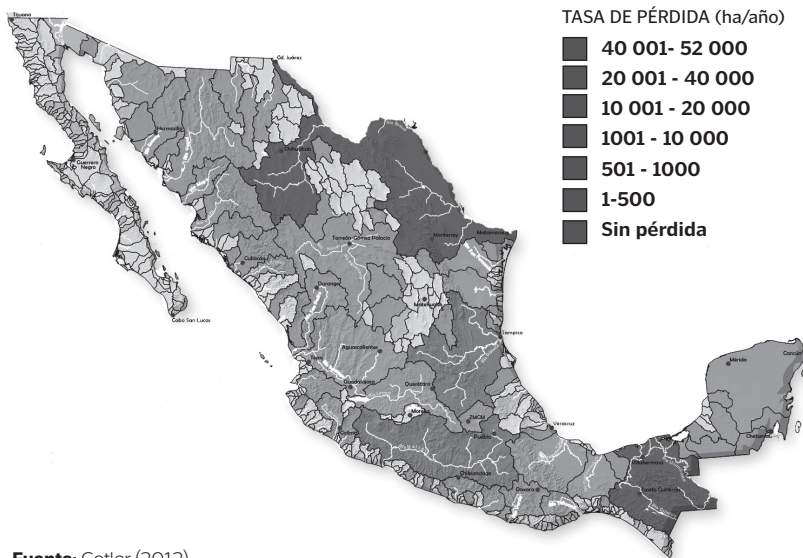
Fuente: Cotler (2012).

**MAPA 3** Alteración ecohidrológica de los ríos de México.



Fuente: Cotler (2012).

**MAPA 4** Tasa de pérdida anualizada de la vegetación natural (1976-2009)



Fuente: Cotler (2012).

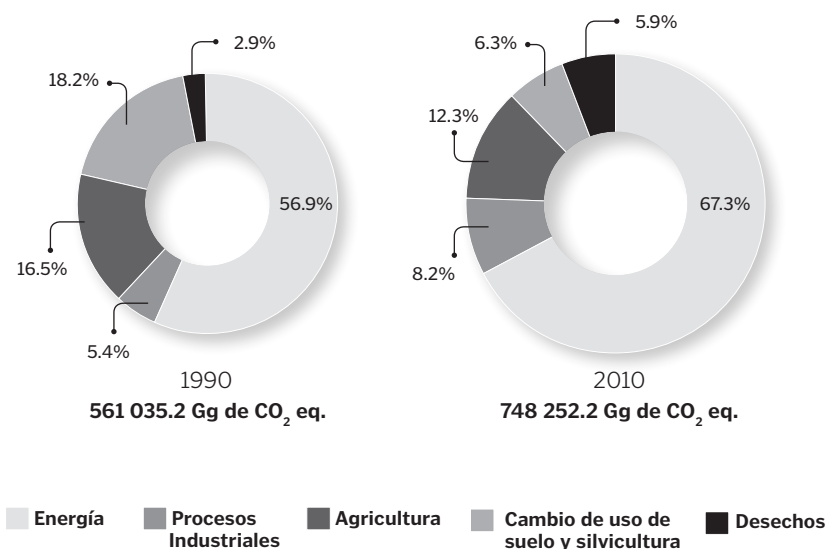
Los procesos de deterioro de los recursos naturales y de los servicios ecosistémicos está claramente vinculada a la historia del modelo de desarrollo de México, reflejada tanto en sus leyes como en sus políticas públicas (Anta y Carabias *et al.*, 2008). Cabe mencionar que, si bien actualmente hay instrumentos importantes que apuntan en esta dirección, no se ha logrado frenar el deterioro y, por otra parte, no están articulados con otras políticas públicas que tienen también un fuerte impacto en el uso de los recursos naturales, como se verá en la parte 3 de este documento.

Una información relevante es también cómo se distribuyen las emisiones de gases de efecto invernadero en México. Según se observa en la siguiente figura, las actividades que tienen que ver de manera directa con la cobertura vegetal (agricultura, cambio de uso de suelo y silvicultura) disminuyeron su aportación en términos porcentuales a las emisiones de gases de efecto invernadero; en términos absolutos, sin embargo, la agricultura se mantiene igual entre 1990 y 2010, mientras que el cambio de uso de suelo y la silvicultura sí tienen una disminución drástica. En este sentido, hay que resaltar que es a partir de la década de 1990, y de manera



más específica a partir de 1995, cuando se da un giro importante en las actividades forestales para lograr una mayor sustentabilidad en el sector.

**GRÁFICA 3** Participación de las categorías de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en México



**Fuente:** Quinta comunicación nacional ante la CMNUCC (INE-Semarnat, 2012).

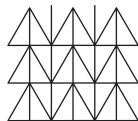
Sin embargo, la gráfica 3 muestra algunos focos rojos, como el aumento en las emisiones de GEI de los procesos industriales, la generación de energía y los desechos. Un tema pendiente de la agenda es cómo se relaciona esto, a su vez, con la degradación y el deterioro de los servicios ecosistémicos, no solo por emisiones a la atmósfera, sino también por contaminación de suelo, agua y deterioro del hábitat.

Para concluir este apartado, hay que subrayar que en México aún hay mucho que trabajar para tener datos y relaciones contundentes entre la pérdida de biodiversidad, la mitigación del cambio climático y la vulnerabilidad climática; sin embargo, es claro que los

niveles de presión sobre el uso de los recursos naturales, así como los impactos del cambio climático, son un factor que afecta la seguridad humana, al menos desde la perspectiva de provisión de agua y alimentos, mayor riesgo de desastres de origen hidrometeorológico, así como temas vinculados con la salud humana.

Es fundamental establecer prioridades en dos sentidos: identificar cuáles son los ecosistemas más vulnerables ante el cambio climático y establecer acciones para su protección, por ejemplo, bosque mesófilo de montaña (Challenger, 2010); y por otro lado, identificar aquellos ecosistemas que son estratégicos para garantizar la provisión de los servicios ecosistémicos para potenciar el secuestro de carbono, garantizar la adaptación climática y la reducción del riesgo de desastres (como son los manglares, las cabeceras de cuenca y los ecosistemas riparios). Otro tema pendiente de la agenda es el papel que desempeñan los suelos como soporte tanto de los ecosistemas terrestres como de las actividades productivas en la captura de carbono, y en su papel para la provisión del servicio hídrico.

Para finalizar este apartado, hay que subrayar que en México hay una importante diversidad en las condiciones ambientales y sociales. Una agenda integral que vincule el cambio climático con la biodiversidad tiene que armarse de manera conjunta con los actores estatales, en el caso específico de este análisis, con los congresos estatales y los gobiernos locales.



# 4

## MARCO INSTITUCIONAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO

**U**na vez expuesta la importancia de abordar desde una perspectiva integral el cambio climático y la biodiversidad, el siguiente paso consiste en presentar un análisis del marco legal y de política con el objetivo de tener una visión amplia no solo de los retos, sino también de las soluciones y avances que México ha delineado en los últimos años. Esto sienta las bases para un análisis futuro sobre las posibilidades de armonizar los temas y las agendas del cambio climático y biodiversidad en la legislación y en las instituciones.

### 4.1 El reto de integrar la biodiversidad y el cambio climático en el marco institucional

.....●.....

Antes de presentar el análisis, también cabe decir que la biodiversidad y el cambio climático tienen un nivel de complejidad similar en lo respectivo al marco legal e institucional, se trata de temas que no pueden ser abordados desde una perspectiva sectorial, ya que tanto su problemática como su atención involucran varios sectores y se trata ante todo de temas territoriales y una estrecha relación con el agua, el suelo y la cobertura vegetal. Sin embargo, el modelo institucional mexicano tiene muy poco espacio para promover políticas públicas con anclaje territorial. La organización de la administración pública federal y de la administración pública

estatal es sectorial y se organiza con base en los planes que deciden las secretarías de Estado, tanto de la Administración Pública Federal (APF) como de la Administración Pública Estatal (APE), lo cual impacta directamente en la manera en la que se presupuestan, programan y ejercen los recursos públicos. Esto también se ve reflejado en las leyes, tanto generales y federales como estatales.

Por esta razón, el principal reto para este apartado es argumentar por qué los problemas derivados de la pérdida de la biodiversidad y del cambio climático no son problemas exclusivamente ambientales, sino problemas públicos cuyas causas y efectos alteran e impactan en todo el desarrollo de México. El siguiente cuadro muestra de manera muy sintética el vínculo entre biodiversidad y cambio climático con los diferentes “sectores” de la administración pública, de la manera en la que estos se conciben tradicionalmente.

**CUADRO 1** Biodiversidad y cambio climático y sus vínculos con distintos sectores

Perspectiva temática		Temas clave para la agenda integral de cambio climático y biodiversidad ( + aspectos que se deben potenciar, y - aspectos que se deben reducir)
Biodiversidad	Cambio climático	
<b>Sector: Conservación (ecosistemas y especies)</b>		
En este “sector” se engloban las actividades del sector ambiental que se enfocan en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad (áreas naturales protegidas y vida silvestre principalmente).	De manera específica, las áreas naturales protegidas contribuyen a la conectividad (tanto terrestre como marina) fundamental para la resiliencia de los ecosistemas. Los ecosistemas forestales protegidos son reservorios de carbono.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ conectividad</li> <li>+ diversidad de especies</li> <li>+ uso sostenible</li> <li>+ áreas bajo esquemas de conservación</li> </ul>



Perspectiva temática		Temas clave para la agenda integral de cambio climático y biodiversidad (+ aspectos que se deben potenciar, y - aspectos que se deben reducir)
Biodiversidad	Cambio climático	
<b>Sector: Forestal</b>		
<p>Sector clave tanto en la conservación como en el uso sostenible de la biodiversidad por los servicios ecosistémicos que proveen el bosque y las áreas naturales (hábitat, servicio hídrico, captura de carbono, retención de suelo; barreras naturales).</p>	<p>La resiliencia de los ecosistemas está totalmente vinculada a la conectividad de la vegetación natural. La reserva y captura de carbono de los ecosistemas forestales es también un tema clave para la mitigación de los impactos del cambio climático, para lo cual son necesarias acciones de reforestación y regeneración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ conectividad</li> <li>+ diversidad de especies forestales</li> <li>+ desarrollo forestal sostenible</li> <li>+ reforestación y regeneración de cobertura vegetal</li> <li>+ fragmentación</li> <li>- deforestación</li> </ul>
<b>Sector: Agrícola</b>		
<p>La agricultura de temporal y la de riego tienen diferentes impactos en la diversidad biológica. La agricultura de riego tiene un uso intensivo de agua y energía. En ambos casos, la falta de control en el uso de agroquímicos es un tema crítico para contaminación de agua y suelo. Otro tema crítico es la conservación de la agrobiodiversidad (maíz y otras especies) y la seguridad genética.</p>	<p>La seguridad alimentaria es un tema estratégico frente al cambio climático. En este sentido, es prioritario que el sector agrícola cuente con una estrategia de adaptación climática que no solo incluya instrumentos financieros de reducción del riesgo, sino también una estrategia de diversificación de cultivos y técnicas (como los sistemas agroforestales). También se necesitan acciones para reducir la mitigación de los GEI provocados por este sector.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ agrobiodiversidad</li> <li>+ sistemas agroforestales</li> <li>+ restauración de suelos</li> <li>+ protección a polinizadores</li> <li>- contaminación por agroquímicos</li> </ul>

Perspectiva temática		Temas clave para la agenda integral de cambio climático y biodiversidad ( + aspectos que se deben potenciar, y - aspectos que se deben reducir)
Biodiversidad	Cambio climático	
<b>Sector: Pesquero y acuícola</b>		
<p>La biodiversidad marina está amenazada por las actividades extractivas y la sobreexplotación pesquera.</p> <p>En el aspecto de la acuicultura es también fundamental trabajar en la conservación de la diversidad biológica de los cuerpos de agua. Un tema crítico son las especies invasoras.</p>	<p>El mar está siendo afectado por el aumento de temperatura y la acidificación, poniendo en riesgo la biodiversidad marina.</p> <p>Las alteraciones la disponibilidad de agua también afectan a los cuerpos de agua continentales. Aumenta el riesgo por especies invasoras.</p> <p>La actividad pesquera es también importante en términos de seguridad alimentaria y acceso a una dieta nutritiva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ conectividad marina</li> <li>+ diversidad en cuerpos de agua</li> <li>+ investigación sobre efectos del cc en la diversidad marina</li> <li>+ regulación de las actividades extractivas</li> <li>- contaminación</li> </ul>
<b>Sector: Pecuario</b>		
<p>La biodiversidad marina está amenazada por las actividades extractivas y la sobreexplotación pesquera.</p> <p>En el aspecto de la acuicultura es también fundamental trabajar en la conservación de la diversidad biológica de los cuerpos de agua. Un tema crítico son las especies invasoras.</p>	<p>El mar está siendo afectado por el aumento de temperatura y la acidificación, poniendo en riesgo la biodiversidad marina.</p> <p>Las alteraciones la disponibilidad de agua también afectan a los cuerpos de agua continentales. Aumenta el riesgo por especies invasoras.</p> <p>La actividad pesquera es también importante en términos de seguridad alimentaria y acceso a una dieta nutritiva.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ conectividad marina</li> <li>+ diversidad en cuerpos de agua</li> <li>+ investigación sobre efectos del cc en la diversidad marina</li> <li>+ regulación de las actividades extractivas</li> <li>- contaminación</li> </ul>

Perspectiva temática		Temas clave para la agenda integral de cambio climático y biodiversidad (+ aspectos que se deben potenciar, y - aspectos que se deben reducir)
Biodiversidad	Cambio climático	
<b>Sector: Hídrico*</b>		
<p>El agua es fundamental para el funcionamiento de los ecosistemas. Se debe considerar como una prioridad la conectividad ecohidrológica restaurando la funcionalidad de ríos y cuencas.</p>	<p>El agua es el tema crítico para la adaptación climática, ya que el primer efecto del cambio climático y la variabilidad tienen que ver con la disponibilidad de agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ garantizar la conectividad ecohidrológica y el caudal ecológico</li> <li>✦ eficiencia en el uso del agua en los sectores productivos</li> <li>✦ restauración de ríos, humedales, cuerpos de agua y cuencas</li> <li>- contaminación de agua por actividades urbanas y productivas</li> </ul>
<b>Sector: Salud humana</b>		
<p>La salud humana depende de la provisión de los servicios ecosistémicos; algunos temas clave son la nutrición, la investigación farmacológica y el conocimiento tradicional en términos de atención primaria a la salud. Las plagas y las especies exóticas invasoras no solo representan un riesgo a la biodiversidad sino también a la salud humana.</p>	<p>El cambio climático impacta de manera directa en los vectores que transmiten enfermedades infecciosas (por ejemplo el dengue y el paludismo). Asimismo, las enfermedades gastrointestinales, como la diarrea, están directamente relacionadas con la calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✦ control de plagas y especies invasoras</li> <li>✦ investigación sobre epidemiología y cambio climático</li> </ul>

Perspectiva temática		Temas clave para la agenda integral de cambio climático y biodiversidad (+ aspectos que se deben potenciar, y - aspectos que se deben reducir)
Biodiversidad	Cambio climático	
<b>Sector: Protección civil</b>		
Uno de los servicios ecosistémicos más importante es el de la reducción del riesgo de desastre, principalmente de origen hidrometeorológico. Los ecosistemas sirven de barreras contra vientos, marejadas, así como el papel que desempeña la cubierta vegetal en la retención de suelo.	El riesgo de desastre se incrementa en condiciones de cambio climático, tanto por las amenazas (los eventos) como por el cambio en las condiciones de vulnerabilidad de la población y los ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ restauración y protección de dunas costeras y manglares</li> <li>+ reforestación y regeneración de cobertura forestal en partes alta y media de las cuencas</li> </ul>

**Nota:** \*El tema hídrico es igual de transversal que la biodiversidad y el cambio climático, sin embargo, para términos de este análisis, se considera como un "sector".

**Fuente:** Elaboración propia con base en Anta y Carabias *et al.*, (2008); Cortina y Zorrilla (2009); INE-CICC (2012); INE-Semarnat (2012) y OMS (2013).

El cuadro 1 es solo una primera aproximación al análisis de los vínculos entre biodiversidad y cambio climático con diferentes sectores. Con respecto a esto hay que subrayar dos aspectos:

- » El agua es un tema transversal y es un servicio ambiental ligado completamente a las condiciones de los ecosistemas; tiene que ser visto de manera integral en su vínculo con estos, así como con los sistemas productivos y los sistemas sociales.
- » En el cuadro anterior no se incluyeron otros sectores como los de desarrollo urbano, industria y turismo; sin embargo, estos son principalmente beneficiarios de la prestación de los servicios ecosistémicos, y tradicionalmente han sido causantes directos del deterioro y agotamiento de estos. En este sentido, un tema fundamental de la agenda institucional debe ser que estos sectores reconozcan e internalicen los bienes y servicios que proveen los ecosistemas.



## 4.2 Actores estratégicos

.....●.....

La participación de los actores desde sus diferentes atribuciones e intereses en la agenda del cambio climático, la biodiversidad y la provisión de los servicios ambientales está totalmente permeada por la transversalidad y la territorialidad de las acciones que se requieren, por lo cual se necesita involucrar a los tres órdenes de gobierno, así como a los diferentes sectores de la administración pública y al Poder Legislativo.

Un primer nivel para integrar estas agendas es el que se da en el orden federal, ya que tanto las secretarías de Estado (en el caso de la administración pública) como el H. Congreso de la Unión actúan en un marco nacional que impacta en las agendas locales.<sup>5</sup> De manera general, se puede asegurar que esta agenda integrada compete tanto a la APF como al Poder Legislativo:

- a) Administración Pública Federal:** en el marco de las atribuciones expresadas en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF); así como en la LGEEPA y la LGCC. Los principales actores en este marco son:

*Desde la agenda de la biodiversidad:* la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio); la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y sus organismos desconcentrados y descentralizados: la Comisión Nacional Forestal (Conafor), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp); el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Comisión Nacional del Agua (Conagua) así como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y la Secretaría de Marina (Semar) (Cortina y Zorrilla, 2009; Conabio, 2013).

*Desde la agenda del cambio climático:* la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) que se estableció en 2005 y que

---

5 Esta es una perspectiva “de arriba para abajo” por las características del estudio; sin embargo, también se puede considerar como “primer nivel” de abajo para arriba el tipo de integración que se da en el ámbito territorial en los comités de planeación para el desarrollo tanto de los estados (Coplades o similares) como de los municipios. En última instancia, lo ideal sería tener una agenda para la integración que abarcara los tres órdenes de gobierno.

se reafirmó como un actor fundamental en la LGCC. La CICC está compuesta por todas las secretarías de Estado que tienen vínculos directos con políticas públicas para la mitigación y/o adaptación al cambio climático, estas son: la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Secretaría de Desarrollo Social; Secretaría de Eco-

---

*Las comisiones  
legislativas son una  
oportunidad para  
discutir los temas con  
una perspectiva más  
integral*

---

nomía; Secretaría de Educación Pública; Secretaría de Energía; Secretaría de Gobernación; Secretaría de Hacienda y Crédito Público; Secretaría de Relaciones Exteriores; Secretaría de Salud; Secretaría de Turismo; Secretaría de Marina. Asimismo, están incluidas la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano y el INEGI. Además la LGCC establece que se crea el Instituto Nacional de Ecología y

Cambio Climático (INECC, antes INE).

Como se puede observar, la mayor parte de las instituciones tienen ambos temas en su agenda (lo cual está relacionado directamente con el cuadro 1). Sin embargo, aún no se ha dado un proceso amplio que logre presentar de manera integrada los dos temas, con excepción de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas que, además de tener una Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), cuenta con planes de adaptación en complejos de áreas naturales protegidas (Conanp, 2013).

- b)** En términos de la Cámara de Senadores, se han identificado todas las comisiones que tienen algo que ver con los temas de biodiversidad y cambio climático. En este sentido, las comisiones legislativas son una oportunidad para discutir estos temas con una perspectiva más integral, como se verá en los siguientes apartados. Si bien existen la Comisión Especial de Cambio Climático y la Comisión Ordinaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, uno de los retos para el Senado es que estos temas se comprendan en el quehacer de otras comisiones.

**CUADRO 2** Comisiones del Senado que tienen relación con biodiversidad y cambio climático

Comisiones	Biodiversidad y servicios ambientales	Adaptación al cambio climático	Mitigación al cambio climático
<b>COMISIONES ESPECIALES</b>			
de Cambio Climático			
Sur - Sureste			
de Desarrollo del Litoral del Pacífico			
de Zonas Marginadas para el Desarrollo Metropolitano			
<b>COMISIONES ORDINARIAS</b>			
Medio Ambiente y Recursos Naturales			
Agricultura y Ganadería			
Ciencia y Tecnología			
Desarrollo Municipal			
Desarrollo Regional			
Desarrollo Rural			
Desarrollo Urbano y Ordenación Territorial			
Para la Igualdad de Género			
Relaciones Exteriores Organismos Internacionales			
Relaciones Exteriores Organismos No Gubernamentales			
Asuntos Fronterizos Norte			
Asuntos Indígenas			
Autosuficiencia Alimentaria			

Comisiones	Biodiversidad y servicios ambientales	Adaptación al cambio climático	Mitigación al cambio climático
Protección Civil			
Recursos Hidráulicos			
Asuntos Fronterizos Sur			
Marina			
Pesca y Acuicultura			
Salud			
Reforma Agraria			
Comercio y Fomento Industrial			
Comunicaciones y Transportes			
Fomento Económico			
Turismo			
Vivienda			
Energía			
Derechos Humanos			
Población y Desarrollo			
Desarrollo Social			
	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>21</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

El cuadro 2 es una propuesta de las comisiones que podrían integrar la discusión de la biodiversidad y los servicios que proveen los ecosistemas, así como el cambio climático en sus agendas.

Como se observa, el tema de adaptación al cambio climático tiene que ver con un amplio número de comisiones, ya que se vincula con ecosistemas, producción, desarrollo social y urbano, así como

---

---

*La adaptación al cambio climático tiene que ver con un amplio número de comisiones del Senado, ya que se vincula con ecosistemas, producción, desarrollo social y urbano y gestión del territorio*

.....

gestión del territorio, después sigue el tema de biodiversidad y prestación de servicios ambientales y por último el tema de mitigación. En este sentido, una de las recomendaciones que se retomará más adelante es la de trazar una hoja de ruta de la integración de estos temas en las comisiones.

Para concluir este apartado hay que resaltar que el cuadro presenta solo un análisis de los principales vínculos y relaciones entre los temas señalados;

sin embargo, y como ya se ha mencionado, se trata de asuntos de interés público que tienen una expresión y un abordaje concreto desde el marco institucional.

A continuación se presenta de manera breve cómo se da este abordaje tanto desde la perspectiva normativa como desde las políticas públicas.

### 4.3 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

.....●.....

La Constitución, como ley suprema, contiene una serie de disposiciones que sustentan el quehacer institucional para actuar por la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y frente al cambio climático.

En el **artículo 4º** constitucional se establecen derechos fundamentales entre los cuales (para términos de este estudio) destacan los siguientes:

- » Toda persona tiene derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad. El Estado lo garantizará.

- » Toda persona tiene derecho a la protección de la salud.
- » Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.
- » Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.
- » En todas las decisiones y actuaciones del Estado, se velará y cumplirá con el principio del interés superior de la niñez, garantizando de manera plena sus derechos. Los niños y las niñas tienen derecho a la satisfacción de sus necesidades de alimentación, salud, educación y sano esparcimiento para su desarrollo integral. Este principio deberá guiar el diseño, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas públicas dirigidas a la niñez.

Como se puede observar a la luz del cuadro 1 (sección anterior), para garantizar los derechos aquí mencionados, se requiere la prestación de los servicios ecosistémicos, en otras palabras, las acciones que realice el Estado mexicano para el cumplimiento de lo establecido en el artículo cuarto constitucional requiere la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y acciones contundentes frente al cambio climático.

Otros artículos constitucionales fundamentales para comprender el compromiso del Estado mexicano con el tema son:

El **artículo 25** que establece la rectoría del Estado en el “desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable”. Más adelante, se señala que: “Bajo criterios de equidad social y productividad, se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que

dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”.

Por su parte, el **artículo 2º** establece que la Nación Mexicana es única e indivisible, además reconoce su composición pluricultural reconociendo y garantizando el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía para —entre otros aspectos— conservar y mejorar el hábitat y preservar la integridad de sus tierras en los términos establecidos en la Constitución.

El **artículo 27** establece el régimen de los recursos naturales, determinando que la nación tiene en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, “el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana”.

Sin embargo, hay que anotar que, en términos de la prestación de los servicios ecosistémicos, es necesario hacer un análisis más profundo de las implicaciones del artículo 27 constitucional para garantizar la conservación, conectividad y uso sostenible de los recursos naturales (incluidos terrestres, costeros y marinos) como condición *sine qua non* para que el Estado pueda velar por los derechos de las personas, reconociendo así el interés público en la conservación de la biodiversidad y los servicios que presta.

Finalmente, hay que destacar que, en el **artículo 73** fracción XXIX, inciso G, se faculta al Congreso de la Unión para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, los gobiernos de los estados y los municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

#### 4.4 Las convenciones internacionales

.....●.....

En 1992 el Senado mexicano ratificó las tres convenciones derivadas de la Cumbre de Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, las cuales fueron posteriormente publicadas en el Diario Oficial de la Federación, estas son: El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

(CMNUCC), y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África (CNULD).

**a) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio**

**Climático:** el objetivo último de la CMNUCC, de acuerdo con el artículo segundo, es “lograr, de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.<sup>6</sup> La CMNUCC cuenta también con el Protocolo de Kioto el cual fue aprobado por el Senado en 2000.<sup>7</sup>

**b) Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en particular en África:**

la CNULD tiene como objetivo luchar contra la desertificación y mitigar los efectos de la sequía en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África, mediante la adopción de medidas eficaces en todos los niveles, apoyadas por acuerdos de cooperación y asociación internacionales en el marco de un enfoque integrado acorde con el Programa 21, para contribuir al logro del desarrollo sostenible en las zonas afectadas.<sup>8</sup>

**c) Convenio sobre Diversidad Biológica:** el CBD tiene como principales propósitos la conservación de la diversidad biológica; la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.<sup>9</sup>

---

6 [http://unfccc.int/porta1\\_espaaol/informacion\\_basica/la\\_convencion/objetivos/items/6199.php](http://unfccc.int/porta1_espaaol/informacion_basica/la_convencion/objetivos/items/6199.php)

7 [http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/PROT\\_KYOTO.pdf](http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/ARCHIVOS/PROT_KYOTO.pdf)

8 <http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/archivos/LUCHA-DESERTIFICACION.pdf>

9 [http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/archivos/DIVERSIDAD\\_BIOLOGICA.pdf](http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/archivos/DIVERSIDAD_BIOLOGICA.pdf)



El CDB cuenta con dos protocolos (también ratificados por México), estos son: el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (publicado en el DOF en agosto de 2002) y el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Biodiversidad Biológica (publicado en el DOF el 27 de enero de 2012).

Además de estos instrumentos, en 2010 las partes del CDB adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, el cual constituye un marco de acción para que todos los países e interesados salvaguarden la diversidad biológica y los beneficios que proporciona a las personas, adoptando así 20 metas, conocidas como las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica (ver recuadro 1).

Estos tres tratados internacionales tienen un carácter vinculante para México,<sup>10</sup> y en los tres casos han sido el fundamento para estructurar un marco nacional más específico a partir de instrumentos normativos y de políticas públicas. Sin embargo, uno de los principales temas pendientes es cómo se articulan los instrumentos desde el ámbito internacional hasta el ámbito local. Esta es una tarea pendiente, ya que las Conferencias de las Partes de cada uno le dan seguimiento de manera independiente. Esta es una oportunidad para México de desempeñar un papel crítico (tanto el Senado como la Secretaría de Relaciones Exteriores) para colocar e impulsar la articulación y el seguimiento conjunto de los tres tratados en la agenda internacional. Una primera aproximación a esto es el cumplimiento de las metas de Aichi para la diversidad biológica (ver recuadro 1); de manera específica, la meta 15 se vincula directamente con la CMNUCC y con la CNUCLD. En este sentido, el compromiso para el cumplimiento de las metas de Aichi es un elemento clave para orientar la política pública de los diversos sectores que impactan en el uso y/o conservación de los servicios ecosistémicos, los cuales fueron señalados en el apartado 3.7 de este documento.

---

---

*Uno de los principales temas pendientes es cómo se articulan los instrumentos desde el ámbito internacional hasta el ámbito local.*

---

---

10 Existen otras convenciones y tratados relevantes como son la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites), La Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar).

**RECUADRO 1** Metas de Aichi

**Meta 1:** Para 2020 a más tardar, las personas tendrán conciencia del valor de la diversidad biológica y de los pasos que pueden seguir para su conservación y utilización sostenible.

**Meta 2:** Para 2020 a más tardar, los valores de la diversidad biológica habrán sido integrados en las estrategias y los procesos de planificación de desarrollo y reducción de la pobreza nacionales y locales y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.

**Meta 3:** Para 2020 a más tardar, se habrán eliminado gradualmente o reformado los incentivos, incluidos los subsidios, perjudiciales para la diversidad biológica, a fin de reducir al mínimo o evitar los impactos negativos, y se habrán desarrollado y aplicado incentivos positivos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica de conformidad con el Convenio y otras obligaciones internacionales pertinentes y en armonía con ellos, teniendo en cuenta las condiciones socioeconómicas nacionales.

**Meta 4:** Para 2020 a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos naturales dentro de límites ecológicos seguros.

**Meta 5:** Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrán reducido de manera significativa la degradación y fragmentación.

**Meta 6:** Para 2020, todas las reservas de peces e invertebrados y plantas acuáticas se gestionarán y cultivarán de manera sostenible y lícita, y aplicando enfoques basados en ecosistemas de manera tal que se evite la pesca excesiva, se hayan establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, las actividades de pesca no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies en peligro y los ecosistemas vulnerables, y los impactos de la pesca en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros.

**Meta 7:** Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, garantizándose la conservación de la diversidad biológica.

**Meta 8:** Para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica.

**Meta 9:** Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y sus vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento.

**Meta 10:** Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropógenas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, a fin de mantener su integridad y funcionamiento.

**Fuente:** <http://www.cbd.int/sp/targets/>



**Meta 11:** Para 2020, al menos 17% de las zonas terrestres y de agua continentales y 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservarán por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas que estarán integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.

**Meta 12:** Para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive.

**Meta 13:** Para 2020, se mantendrá la diversidad genética de las especies vegetales cultivadas y de los animales en granjas y domesticados y de las especies silvestres emparentadas, incluidas otras especies de valor socioeconómico y cultural, y se habrán desarrollado y puesto en práctica estrategias para reducir al mínimo la erosión genética y salvaguardar su diversidad genética.

**Meta 14:** Para 2020, se habrán restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyan a la salud, los medios de vida y bienestar, teniendo en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.

**Meta 15:** Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono mediante la conservación y restauración, incluida la restauración de por lo menos 15% de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

**Meta 16:** Para 2015, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización estará en vigor y en funcionamiento conforme a la legislación nacional.

**Meta 17:** Para 2015, cada Parte habrá elaborado, adoptado como un instrumento de política y comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacional en materia de diversidad biológica que sean eficaces, participativos y actualizados.

**Meta 18:** Para 2020, se respetarán los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, y su uso consuetudinario de los recursos biológicos, sujeto a la legislación nacional y a las obligaciones internacionales pertinentes y se integrarán plenamente y reflejarán en la aplicación del Convenio con la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en todos los niveles pertinentes.

**Meta 19:** Para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado y tendencias, y las consecuencias de su pérdida, y tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.

**Meta 20:** Para 2020 a más tardar, la movilización de recursos financieros para aplicar de manera efectiva el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 provenientes de todas las fuentes y conforme al proceso refundido y convenido en la estrategia para la movilización de recursos debería aumentar de manera sustancial en relación con los niveles actuales. Esta meta estará sujeta a cambio según las evaluaciones de recursos requeridos que llevarán a cabo y notificarán las partes.

## 4.5 Análisis de la legislación

.....●.....

El análisis de la legislación y sus implicaciones tanto para la biodiversidad como para las acciones frente al cambio climático es uno de los retos más grandes que se tienen en el corto plazo. En 2008, en el marco del gran esfuerzo que significó la elaboración del documento “Capital Natural de México” (Sarukhán *et al.*, 2008), el doctor Antonio Azuela apuntaba que

... las normas sustantivas del derecho ambiental, es decir las que indican qué hacer para proteger la biodiversidad, no se encuentran codificadas en las leyes; más bien, casi todas están dispersas en un enorme universo de normas individualizadas (permisos, concesiones) o de normas generales que cambian constantemente (normas oficiales, reglamentos)” (Azuela *et al.*, 2008).

Cabe señalar la relevancia de esta legislación que, además de ser el marco jurídico que rige, también ordena y estructura la administración pública a partir de señalar atribuciones y competencias para los tres niveles de gobierno, lo cual es la base para la identificación de actores (Cortina y Zorrilla, 2009).

En este apartado, se busca presentar de manera muy breve el marco legal nacional expresado principalmente en dos leyes: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Cambio Climático (LGCC). Cabe mencionar que no son las únicas, pero sí son las que proveen un marco más amplio para los temas que competen a este estudio.

### **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**

Esta ley fue publicada en 1988, sin embargo en 1996 se reformó de manera sustancial (Azuela *et al.*, 2008), fortaleciendo el marco institucional que sigue vigente hasta el día de hoy. La LGEEPA tiene como objeto propiciar el desarrollo sostenible y establecer las bases para:

- a) La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.
- b) El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

- c) El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre estas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, entre otros.

La LGEEPA tiene seis reglamentos:

- » En materia de Evaluación del Impacto Ambiental (última reforma en 2012).
- » En materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales (2010).
- » En materia de Áreas Naturales Protegidas (última reforma en 2004).
- » En materia de Ordenamiento Ecológico (última reforma en 2010).
- » En materia de Prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera (última reforma en 2010).
- » En materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (2004).

La LGEEPA y sus reglamentos son, junto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, la Ley de Aguas Nacionales y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, los principales instrumentos jurídicos para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. En materia de cambio climático, si bien la LGEEPA tuvo una serie de reformas entre 2011 y 2012, estas representan más que nada una vinculación con el tema a partir de disposiciones muy generales, es decir, se hace una mención del cambio climático principalmente en lo que refiere a la distribución de competencias, pero no más que eso. Sin embargo, esto se ve complementado con la Ley General de Cambio Climático.

### **La Ley General de Cambio Climático**

Esta Ley fue publicada el 6 de junio de 2012 y no tiene ninguna reforma. De acuerdo con su artículo 2º, la Ley tiene por objeto:

- I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

- II.** Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2º de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;
- III.** Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;
- IV.** Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;
- V.** Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;
- VI.** Establecer las bases para la concertación con la sociedad, y
- VII.** Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

El reconocimiento explícito en la LGCC de la importancia de la biodiversidad y los servicios que esta provee es notable. El tema está contenido en casi todos sus capítulos; la preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres y acuáticos, y los recursos hídricos están presentes en la distribución de competencias entre los tres órdenes de gobierno.

Como se mencionó en la introducción de este estudio, de acuerdo con el artículo 26 de esta, entre los principios que se observarán para la formulación de la política nacional están los siguientes:

- I.** Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;
- IV.** Prevención, considerando que esta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;
- VIII.** Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;

- IX.** El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;
- XI.** Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad.

Asimismo, la LGCC establece en sus artículos transitorios que antes del 30 de noviembre de 2012 se debería contar con un “Subprograma para la Protección y Manejo Sustentable de la Biodiversidad ante el cambio climático”; sin embargo, no especifica quién es la institución responsable de su elaboración e implementación y, por tanto, esta disposición no se ha cumplido.

---

---

*No hay hasta este momento un cuerpo que integre tanto leyes como procedimientos de manera que se pueda tener un marco analítico exhaustivo y completo*

.....

En términos generales destaca que la LGCC se basa en el reconocimiento del papel que desempeñan los ecosistemas y los servicios que estos prestan tanto para la mitigación como para la adaptación al cambio climático. Sin embargo, la LGCC aún no cuenta con sus reglamentos, por lo que no se puede saber si este enfoque será respetado y fortalecido en los procedimientos que de esta deriven.

Si bien ha habido cambios importantes en la legislación entre 2008 y 2013, principalmente la Ley General de Cambio Climático (2012) y la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (2013), la situación del marco jurídico no difiere mucho de lo que señala Azuela (2008), ya que no hay hasta este momento un cuerpo que integre tanto leyes como procedimientos de manera que se pueda tener un marco analítico exhaustivo y completo que apunte hacia la armonización de la legislación sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Tampoco existe un ejercicio de armonización con otras leyes cuyos objetos no

son la protección al medio ambiente y/o recursos naturales y que tienen un impacto directo en el estado de estos, como la Ley de Desarrollo Rural Sustentable; la Ley Agraria; la Ley Minera; la Ley General de Asentamientos Humanos; la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos; la Ley General de Protección Civil, entre otras.

De esta manera, otra de las tareas urgentes es un análisis exhaustivo, no solo de las leyes, sino de los procedimientos que de estas deriven para tener un diagnóstico y una serie de propuestas que apunten hacia su armonización.

#### 4.6 Los instrumentos de planeación

.....●.....

El siguiente nivel de análisis del marco institucional es el de la Planeación. El Sistema Nacional de Planeación Democrática se sustenta en el artículo 26 constitucional y en la Ley de Planeación en la cual se establece el papel tanto del Plan Nacional de Desarrollo, los programas y la identificación de los objetivos y estrategias de las políticas nacionales.

En términos de planeación, hay dos grandes grupos de instrumentos: a) las estrategias, que tienen su sustento tanto en las leyes como en las convenciones internacionales y su temporalidad de mediano y largo plazo (10-20 años aproximadamente); y b) la planeación de las acciones de la Administración Pública Federal, con una temporalidad sexenal y que tienen como instrumento marco el Plan Nacional de Desarrollo, así como los Programas Sectoriales y los Programas Especiales. En este apartado se presentan únicamente las estrategias, ya que los programas tanto especiales como sectoriales para la actual administración están todavía en elaboración y no han sido publicados.<sup>11</sup>

##### **Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)**

Esta estrategia tiene su fundamento en el CDB y fue publicada en 2000 bajo la Coordinación de la Conabio.<sup>12</sup>

---

11 No son las únicas estrategias relevantes, también están la Estrategia Mexicana de Conservación Vegetal (2008); la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México; la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (2010). Sin embargo, en esta etapa de la investigación nos centramos únicamente en estas.

12 [http://www.conabio.gob.mx/institucion/estrategia\\_nacional/doc-pdf/ENB.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/estrategia_nacional/doc-pdf/ENB.pdf)



La Estrategia se estructuró con base en cuatro líneas estratégicas:

- » Proteger y conservar los diferentes componentes de la biodiversidad.
- » Valorar justamente los diferentes componentes de la biodiversidad.
- » Avanzar en el conocimiento y manejo de la información.
- » Estimular la diversificación y sostenibilidad del uso de los componentes de la biodiversidad.

La Estrategia se encuentra actualmente en un proceso de revisión y actualización por parte de la Conabio, y si bien la nueva versión será presentada en 2014, la Conabio publicó en 2012 un documento titulado “Capital natural de México: acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación” (Sarukhán *et al.*, 2012). En este documento se plantean seis “ejes guía” para las acciones estratégicas: 1) conocimiento; 2) conservación; 3) uso sostenible; 4) factores de presión y amenaza; 5) educación y cultura ambiental, y 6) gobernanza. Estos ejes están relacionados con el cumplimiento de las metas de Aichi.

### **Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013-2018 (ENCC)**

Este documento se publicó en junio de 2013 y se estructura con base en tres grandes temas, cada uno de los cuales contiene estrategias y líneas de acción.

Cabe mencionar que también está en elaboración la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (ENAREDD+), que está actualmente en proceso de elaboración guiada por la Comisión Nacional Forestal. De acuerdo con información de la Conafor (2013), las líneas estratégicas son las siguientes: 1) arreglos institucionales y políticas públicas; 2) esquemas de financiamiento; 3) niveles de referencia (se refiere a los procesos para la medición); 4) monitoreo, reporte y verificación; 5) comunicación, participación social y transparencia, y 6) salvaguardas ambientales y sociales.

Al igual que en la agenda legislativa, el gran reto de los instrumentos de planeación es lograr que se articulen sin perder sus especificidades. En todos ellos se pueden observar similitudes importantes, ya contienen apartados relativos al fortalecimiento de las capacidades institucionales, conocimiento, y participación social como sustento de las acciones específicas para cada uno de estos temas.

**CUADRO 3** Temas y estrategias de la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Tema	Estrategias
Pilares de política nacional de cambio climático	<p><b>P1</b> Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.</p> <p><b>P2</b> Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.</p> <p><b>P3</b> Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales.</p> <p><b>P4</b> Promover el desarrollo de una cultura climática.</p> <p><b>P5</b> Instrumentar mecanismos de medición, reporte, verificación y monitoreo y evaluación.</p> <p><b>P6</b> Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional.</p>
Adaptación a los efectos del cambio climático	<p><b>A1</b> Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.</p> <p><b>A2</b> Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.</p> <p><b>A3</b> Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.</p>
Desarrollo bajo en emisiones / mitigación	<p><b>M1</b> Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.</p> <p><b>M2</b> Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.</p> <p><b>M3</b> Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono.</p> <p><b>M4</b> Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.</p> <p><b>M5</b> Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar.</p>

**Fuente:** Gobierno de la República (2013).

Finalmente, hay que mencionar que, en términos del orden de gobierno estatal, también hay instrumentos que deben ser articulados, principalmente las Estrategias Estatales de la Biodiversidad (Cruz y Zorrilla, 2013), así como los Programas Estatales de Cambio Climático (INE-CICC, 2012; LGCC, 2012).

#### 4.7 Provisión de servicios ambientales y políticas públicas en la APF



Para concluir la sección de marco institucional y de política pública, se presenta de manera sintética un resumen de las principales políticas de la APF en la agenda de la biodiversidad y el cambio climático. El foco de este análisis es identificar si existen instrumentos de política pública (y cuáles son) que tengan como objetivo la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que esta provee, así como su vínculo con la atención al cambio climático y sus consecuencias.

El cuadro 4 muestra la relación entre la provisión de los servicios ambientales y políticas públicas de la APF. Sin embargo, tiene un alcance que deberá ampliarse posteriormente, ya que solo contempla políticas vinculadas de manera directa con el aprovechamiento, uso y/o conservación de los servicios ambientales; sin embargo, hay una gran cantidad de políticas públicas que impactan en el uso, consumo y calidad de los recursos naturales, como las que tienen que ver con la gestión del territorio, así como con otras actividades productivas, como las actividades industriales y mineras.

Hasta ahora se han presentado los principales elementos para comprender el marco jurídico y los instrumentos de política para vincular los temas de biodiversidad y cambio climático en un marco de preservación de los bienes y servicios ambientales. En el siguiente apartado, el enfoque concreto es identificar cuáles son los principales retos que enfrenta el Senado de la República con base en lo que establecen la Constitución, la LGEPa y la LGCC.

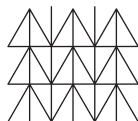
**CUADRO 4** Políticas públicas de la APF y provisión de servicios ambientales

Bienes y servicios ecosistémicos (con base en el esquema 1)	Políticas existentes en la APF
<p>Servicios de soporte, necesarios para el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas (ciclos de nutrientes, suelos)</p>	<p>Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras.</p> <p>(Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (Sinades).</p> <p>Acciones de la Conafor en terrenos forestales y de aptitud forestal.</p> <p>Acciones de la Sagarpa para conservación de suelos.</p> <p>Se trata de acciones que tienen muy poco presupuesto.</p>
<p>Servicios de provisión (servicios hídrico; provisión de bienes, servicios y alimentos)</p>	<p>La Conafor tiene dentro del Pro Árbol líneas para el pago de servicios ambientales. Sin embargo, aún se tiene que ligar con esquemas territoriales como manejo integral de cuencas.</p> <p>Aquí también se incluye la producción primaria (forestal; agropecuaria, acuícola y pesquera) a cargo principalmente de Conafor y Sagarpa.</p> <p>También son relevantes las acciones para incentivar el aprovechamiento sostenible de recursos naturales del Corredor Biológico Mesoamericano y de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA).</p> <p>En este rubro se incluyen también las políticas para el aprovechamiento pesquero y acuícola.</p>
<p>Servicios de regulación (clima, captura de CO<sub>2</sub>, polinización, reducción de riesgo de desastre)</p>	<p>En este rubro solo se han desarrollado instrumentos para el servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> (Redd +), sin embargo hay otros temas urgentes como los polinizadores y la reducción de riesgo de desastre.</p>
<p>Servicios culturales (educación; esparcimiento)</p>	<p>Este servicio ambiental es de los menos reconocidos desde la perspectiva de políticas públicas.</p> <p>Solo se cuenta con los programas de sensibilización ligado a las Áreas Naturales Protegidas.</p>

**Fuente:** Elaboración propia con base en Semarnat (2013); Sarukhán et al., (2012); Anta y Carabias et al., (2008); INE-CICC (2012); Cortina y Zorrilla (2009); Zorrilla (2005).



Tipo de relación que guardan con:			Comentarios
Biodiversidad	Adaptación al CC	Mitigación del CC	
Muy alta	Muy alta	Alta	<p>En el tema del suelo como servicio de soporte, hay un importante vacío de instrumentos y articulación de políticas públicas. Se trata de un tema de muy alta prioridad con muy poca atención pública y poco presupuesto. Está muy vinculado al cumplimiento de la CNULD</p>
Muy alta	Muy alta	Muy alta	<p>En este rubro están todas las políticas relacionadas con la productividad del sector primario, así como con la provisión de bienes para el consumo humano. En este espectro también es muy importante considerar las políticas públicas que impactan en la degradación de los recursos naturales y sus servicios. En resumen, hay muchos instrumentos, pero están desarticulados y en muchas ocasiones son contradictorios.</p>
Muy alta	Muy alta	Muy alta	<p>No hay una claridad en la agenda política sobre la importancia de los servicios de regulación.</p>
Muy alto	Alto	Medio	<p>Este servicio está muy vinculado a la sensibilización de todos los sectores de la sociedad hacia los bienes intangibles que prestan los ecosistemas.</p>



# 5

## RECOMENDACIONES PARA LA CÁMARA DE SENADORES Y SUS COMISIONES

**A** continuación se presentan tres grandes grupos de recomendaciones, así como 11 recomendaciones específicas. Cabe mencionar que estas requieren el trabajo coordinado entre diferentes comisiones de la Cámara de Senadores, para lo cual se propone un proceso guiado por la Comisión Especial de Cambio Climático y por la Comisión Ordinaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Sin embargo, de acuerdo con las temáticas que traten, deberán sumar a otras comisiones (ver cuadro 2), así como a las comisiones similares en la Cámara de Diputados. En cuanto a las contrapartes en el gobierno federal, se considera que debe consultarse principalmente a la Conabio, así como al INECC. Otros actores fundamentales para algunas de las recomendaciones aquí expuestas son los legislativos estatales.

Para lograr esto, se requiere tener una “hoja de ruta” que contenga un plan de acción que integre tiempos, plazos, resultados esperados y actores clave. En este sentido, se considera que este trabajo deberá hacerse de manera conjunta con los senadores que integran las comisiones y con sus grupos de asesores.

El cuadro 5 presenta las recomendaciones de manera sintética, las cuales se explican de manera detallada en el apartado 5.1.

**CUADRO 5** **Recomendaciones generales y específicas para el Senado de la República en materia de cambio climático, biodiversidad y servicios ambientales**

Recomendaciones generales	Recomendaciones específicas
<p><b>1</b> Recomendaciones para integrar las agendas e instrumentos de biodiversidad, servicios ambientales y cambio climático</p>	<p><b>1.1</b> Evaluar y garantizar el cumplimiento de los compromisos establecidos en los tres tratados internacionales de la Cumbre de Río (CDB, CMNUCC, CMNUCLD), así como de los protocolos y otros compromisos que de estos deriven.</p> <p><b>1.2</b> Elaborar un mapeo, analizar y evaluar los compromisos obligaciones y responsabilidades de México en todos los tratados establecidos en materia de medio ambiente y sus implicaciones en los temas de biodiversidad y cambio climático.</p> <p><b>1.3</b> Establecer un programa de trabajo para la armonización de los instrumentos legales más relevantes en la materia, lo cual no solo debe incluir la LGEEPA y la LGCC, sino también otras leyes con impacto directo en la diversidad biológica y los servicios ambientales.</p> <p><b>1.4</b> Elaborar e implementar de manera conjunta con los legislativos de las entidades federativas metodologías para analizar y armonizar las legislaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales, así como de cambio climático.</p> <p><b>1.5</b> Realizar un análisis de vacíos y contradicciones y sinergias en la instrumentación de las políticas públicas, identificando competencias de temas clave como son polinizadores; conservación y restauración del suelo; agrobiodiversidad; sistemas agroforestales y ordenamiento territorial.</p>
<p><b>2.</b> Recomendaciones específicas en torno a la Ley General de Cambio Climático y los procedimientos que de esta deriven</p>	<p><b>2.1</b> Hacer un seguimiento activo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y sus sinergias con la Estrategia Nacional de Biodiversidad.</p> <p><b>2.2</b> Participar de manera activa en la elaboración de las disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas derivadas de la LGCC y que están en este momento en elaboración.</p> <p><b>2.3</b> Dar mayor claridad sobre las implicaciones del “Programa Especial para la Protección y Manejo Sustentable de la Biodiversidad ante el cambio climático”, estableciendo presupuestos y responsables.</p> <p><b>2.4</b> Establecer en las atribuciones de la Federación (art. 7) la de “Incorporar en los instrumentos de Política Pública criterios de mitigación y adaptación al cambio climático”, ya que actualmente están considerados únicamente los instrumentos de política ambiental (fracción VII).</p>



Recomendaciones generales	Recomendaciones específicas
<p style="text-align: center;"><b>3</b></p> <p>Recomendaciones para consolidar la agenda de investigación en la materia</p>	<p><b>3.1</b> Fortalecer y consolidar la agenda de investigación del Senado en los temas de biodiversidad y cambio climático.</p> <p><b>3.2</b> Analizar, evaluar y proponer los criterios necesarios para incrementar el apoyo a la investigación científica en la materia, garantizando recursos para investigaciones a largo plazo.</p>

**Fuente:** Elaboración propia.

## 5.1 Recomendaciones para integrar las agendas e instrumentos de biodiversidad, servicios ambientales y cambio climático

.....●.....

Este grupo de recomendaciones tiene por objeto que, desde las competencias del Senado, se promueva una integración de las agendas de los temas que aquí se tratan, tanto a partir de la armonización de los instrumentos legales como del seguimiento de la manera en la que las disposiciones legales se convierten en políticas públicas concretas, identificando a su vez cuáles son los principales vacíos y sinergias. Las recomendaciones específicas son las siguientes:

### **5.1.1 Evaluar y garantizar el cumplimiento de los compromisos establecidos en los tres tratados internacionales de la Cumbre de Río (CDB, CMNUCC, CMNULD), así como de los protocolos y otros compromisos que de estos deriven**

Sobre esta recomendación hay que aclarar que, si bien el gobierno federal elabora sus informes y comunicaciones (Conabio informa ante el CDB; el INECC informa ante la CMNUCC, y la Conafor ante el CMNULD) y cada una de estas instituciones cuenta con los procedimientos para dar seguimiento a los acuerdos, se deberían fortalecer las sinergias institucionales al respecto.<sup>13</sup> Por otra parte, el cumplimiento de las

---

<sup>13</sup> En 2006 se realizó una evaluación de las capacidades y sinergias para el cumplimiento de los acuerdos de las tres convenciones (Ponce-Nava, 2006). Consideramos que algunas de las recomendaciones emitidas en dicho estudio continúan vigentes.

metas de Aichi (ver recuadro 1) representa una oportunidad para comprometer de manera puntual a diferentes sectores en la conservación de la biodiversidad, de manera puntual la meta 15.<sup>14</sup>

### **5.1.2 Elaborar un mapeo, analizar y evaluar los compromisos obligaciones y responsabilidades de México en todos los tratados establecidos en materia de medio ambiente y sus implicaciones en los temas de biodiversidad y cambio climático**

Hasta 2011, México había signado alrededor de 30 tratados internacionales<sup>15</sup> en materia de medio ambiente. Se recomienda hacer una actualización de los compromisos que de estos derivan a la luz de la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales y sus implicaciones para enfrentar el cambio climático.

### **5.1.3 Establecer un programa de trabajo para la armonización de los instrumentos legales más relevantes en la materia, lo cual no solo debe incluir la LGEEPA y la LGCC, sino también otras leyes con impacto directo en la diversidad biológica y los servicios ambientales**

Una preocupación constante en materia no solo de biodiversidad, sino también de cambio climático, es la necesidad de hacer un estudio sobre la armonización de diferentes instrumentos legales, principalmente aquellos que no se consideran como parte de la legislación ambiental. En el apartado 3.5 se hizo un listado de dichas leyes; sin embargo, hay que subrayar que tienen que revisarse de manera prioritaria las leyes que regulan actividades con un uso intensivo de los recursos naturales, así como actividades que generan contaminación de agua, suelo y aire.

Por otra parte, está el tema de los procedimientos establecidos en los distintos reglamentos; la información está en normas, pero de manera desagregada y sin un análisis integrador. Se considera que un primer paso sería integrar todos estos procedimientos en un compendio de legislación.

---

14 Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y restauración, incluida la restauración de por lo menos 15% de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

15 El listado de estos se puede consultar en la siguiente liga: <http://www2.scjn.gob.mx/red/constitucion/TI.html>

**5.1.4 Elaborar e implementar de manera conjunta con los legislativos de las entidades federativas metodologías para analizar y armonizar las legislaciones en materia de medio ambiente y recursos naturales así como de cambio climático**

Como ya se mencionó anteriormente, el papel de la legislación estatal es fundamental. Al respecto y de acuerdo con lo que señala Azuela (2008), se requiere analizar si existe una “política legislativa nacional” compartida por los tres órdenes de gobierno. En lo referente a las leyes estatales que regulan la biodiversidad, se trata de un trabajo *ex post* en el cual se deben analizar desde la óptica jurídica los instrumentos existentes; en el caso del cambio climático, si bien hay algunas leyes ya decretadas (hasta diciembre de 2013 se identificaron ocho),<sup>16</sup> el trabajo de armonización se podría hacer *ex ante* en las entidades federativas que aún no cuentan con una ley al respecto.

Otro tema ligado al anterior es la armonización de leyes en el interior de los estados. Si bien esto no le toca a la Cámara de Senadores, puede establecerse una agenda para dar promoción y asesoría al respecto.

---

---

*Se recomienda hacer una actualización de los compromisos que derivan de los tratados internacionales que México ha signado*

---

**5.1.5 Realizar un análisis de vacíos y contradicciones y sinergias en la instrumentación de las políticas públicas, identificando competencias en temas clave como polinizadores, conservación y restauración del suelo, agrobiodiversidad, sistemas agroforestales y ordenamiento territorial**

Si bien el diseño y la instrumentación de las políticas públicas corresponden al Poder Ejecutivo, una recomendación para fortalecer la capacidad del Senado para interpelar y dar seguimiento a las acciones del Ejecutivo es contar con un análisis sobre la correspondencia entre legislación y políticas públicas, identificando a su vez

---

<sup>16</sup> Cuentan con una ley de cambio climático los estados de Chiapas, Baja California, Veracruz, Quintana Roo, Chihuahua, Coahuila, Jalisco y Estado de México. La ley del estado de Michoacán se encuentra en proceso de elaboración.

los vacíos en competencias y atribuciones. En la recomendación, los primeros cuatro temas se relacionan claramente con biodiversidad y cambio climático y con un vacío en la definición de las competencias para ejecutar políticas públicas al respecto (porque tienen que ver tanto con el sector agropecuario como con el sector ambiental).

Otro tema importante es el papel que desempeña el ordenamiento ecológico del territorio, si bien hay una clara definición de competencias (a cargo de la Semarnat con base en la LGEEPA), este instrumento tiene objetivos semejantes al ordenamiento territorial (a cargo de la Sedatu con base en la LGAH). Este es un tema que no ha sido resuelto aún, pero que, debido a la relación que guarda con el uso del territorio en el ámbito local, puede generar conflictos importantes sobre todo en lo relativo a la identificación de zonas vulnerables, así como de zonas estratégicas para la protección y conservación de la biodiversidad y los servicios que provee.

## 5.2. Recomendaciones específicas en torno a la Ley General de Cambio Climático y los procedimientos que de esta deriven

.....●.....

Este grupo de cuatro recomendaciones se enfoca de manera específica en la Ley General de Cambio Climático. Si bien la LGCC hace reconocimiento explícito de la importancia de la biodiversidad y los servicios ambientales que brinda, hay algunos temas que requieren un seguimiento por parte del Senado.

### **5.2.1 Hacer un seguimiento activo de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y sus sinergias con la Estrategia Nacional de Biodiversidad**

La LGCC establece en su artículo 60 que la Estrategia Nacional “*constituye el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono*”. Tanto el Programa Especial de Cambio Climático como los programas estatales y municipales deberán estar en concordancia con ella. Al respecto, se recomiendan dos puntos: el primero es una agenda de seguimiento de desarrollo de los programas tanto

federales como estatales y, de manera concreta, en lo referente a cómo se establecen acciones para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales, y el otro aspecto tiene que ver con el análisis del vínculo con la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad en México.

### **5.2.2 Participar de manera activa en la elaboración de las disposiciones reglamentarias y las normas oficiales mexicanas derivadas de la LGCC y que están en este momento en elaboración**

Esta recomendación deriva de la importancia de los procedimientos para la aplicación de las leyes. Si bien el tema de la biodiversidad está presente en el cuerpo de la LGCC, esto no debe diluirse en los procedimientos, sino por el contrario, se deben fijar los criterios necesarios para que tanto las actividades de mitigación como las de adaptación tengan como fundamento explícito la preservación de los servicios ecosistémicos.

### **5.2.3 Dar mayor claridad sobre las implicaciones del “Programa especial para la protección y manejo sustentable de la biodiversidad ante el cambio climático” estableciendo presupuestos y responsables**

En el artículo 30 de la LGCC se establece que las dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, implementarán acciones para la adaptación conforme a una serie de disposiciones entre las cuales se establece en la fracción XVII la de “*Desarrollar y ejecutar un programa especial para alcanzar la protección y manejo sustentable de la biodiversidad ante el cambio climático, en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad*”. De acuerdo con dicha fracción, el programa especial debe tener las finalidades siguientes:

- a) Fomentar la investigación, el conocimiento y registro de impactos del cambio climático en los ecosistemas y su biodiversidad, tanto en el territorio nacional como en las zonas en donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción;
- b) Establecer medidas de adaptación basadas en la preservación de los ecosistemas, su biodiversidad y los servicios ambientales que proporcionan a la sociedad.

Más adelante, en los artículos transitorios se establece que:

Antes del 30 de noviembre de 2012, el gobierno federal deberá contar con:

1. El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, y
2. El Subprograma para la Protección y Manejo Sustentable de la Biodiversidad ante el cambio climático.

Además de no quedar claro si se trata de un programa especial o de un “subprograma” (en este caso, el transitorio no se cumplió), no queda claro de quién o quiénes sería responsabilidad, y esto ya no se reflejó en el presupuesto de 2014, y tampoco se puede garantizar que esté vinculado a los programas sectoriales y/o especiales de la administración pública federal en curso.

**5.2.4 Establecer en las atribuciones de la Federación (art. 7) la de “Incorporar en los instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático”, ya que actualmente están considerados únicamente los instrumentos de política ambiental (fracción VII)**

---

*El cambio climático  
está en el ámbito de  
competencia de  
muchos sectores  
de la administración  
pública*

---

La fracción VII del artículo séptimo de la LGCC sobre las atribuciones de la federación establece de manera textual “VII. Incorporar en los instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático”. Lo cual se presenta de manera similar en la fracción III del artículo octavo sobre las atribuciones de las entidades federativas.

En este sentido, y como se ha demostrado a lo largo de este texto, el cambio climático está en el ámbito de competencia de muchos sectores de la administración pública. Por consiguiente, se recomienda de manera muy enfática ampliar estos textos para que los criterios de mitigación y adaptación se incorporen en instrumentos de política de otros sectores.

### 5.3 Recomendaciones para consolidar la agenda de investigación en la materia

.....●.....

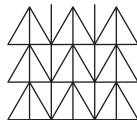
Finalmente está el tema de la agenda de investigación en materia de cambio climático, biodiversidad y servicios ambientales. En este sentido, hay mucho por hacer, tanto desde la perspectiva jurídica como desde la social, económica y ambiental, y sobre todo, buscar integrar dichas perspectivas. Al respecto se presentan dos grupos de recomendaciones:

#### **5.3.1 Fortalecer y consolidar la agenda de investigación del Senado en los temas de biodiversidad y cambio climático**

Se considera que el Senado de la República es un actor que tiene una posición única para poder integrar estos temas tanto en el ámbito internacional como en el nacional y con un fuerte impacto en el estatal. Esto representa una oportunidad para tener una línea de investigación que se fortalezca a lo largo de tiempo y pueda recibir retroalimentación de diversos actores y, a su vez, ayudar a orientar los instrumentos legales y de política pública.

#### **5.3.2 Analizar, evaluar y proponer los criterios necesarios para incrementar el apoyo a la investigación científica en la materia, garantizando recursos para investigaciones a largo plazo**

La investigación científica en materia de biodiversidad y cambio climático requiere garantizar la continuidad de los proyectos de investigación en el largo plazo. Esto se enfrenta con la asignación de presupuestos, que tiene criterios más de corto plazo (anuales o bianuales) en temas donde los resultados sólidos requieren plazos más largos, ya que se trata de procesos que no se pueden acotar en tiempos cortos. En este sentido, el Senado puede ayudar a sustentar e impulsar que este tipo de investigaciones cuente con criterios específicos para la asignación de recursos que permitan trascender estos periodos.



## REFLEXIONES FINALES

Como recapitulación de lo expuesto hasta ahora es importante subrayar lo siguiente:

- » La pérdida de biodiversidad, tanto en el nivel de ecosistemas como en el de especies, diversidad genética y servicios ecosistémicos, es un problema global, incluso de mayores proporciones que el cambio climático.
- » Una de las principales razones de la pérdida de biodiversidad terrestre es la pérdida de hábitat por deforestación, cambio de uso de suelo y contaminación, todas estas causadas por la acción del ser humano.
- » Las principales causas de pérdida de biodiversidad marina son contaminación, sobreexplotación (causas de origen antrópicas) y acidificación (provocada por el incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera).
- » Los efectos del cambio climático, combinado con la pérdida de biodiversidad, agravan los impactos negativos de ambos fenómenos; en contraste, la conservación de la biodiversidad disminuye las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (por evitar degradación y deterioro de ecosistemas) y además es la base para la adaptación al cambio climático.
- » En México, ambos problemas tienen consecuencias que ponen en riesgo la seguridad humana en términos de salud, productividad, impacto de los desastres naturales, seguridad hídrica y seguridad alimentaria.



- » En lo relativo al marco legal y a los instrumentos de política, México cuenta con una base importante para actuar en la materia sustentada tanto por la Constitución (arts. 4, 25, 27 y 73) como por instrumentos internacionales (CDB, CMNUCC, CNUCLD), leyes (LGEEPA, LGCC), estrategias nacionales y otros instrumentos de política.
- » Sin embargo, aún hace falta trabajar como país para garantizar que la biodiversidad y los servicios ambientales que presta puedan conservarse y aprovecharse sosteniblemente y continuar siendo una fortaleza para que México enfrente el cambio climático. En este sentido, hace falta una mayor y mejor definición de competencias en algunos temas críticos, como es el tema de los polinizadores, la seguridad alimentaria desde la perspectiva de la adaptación y el apoyo a los sistemas agrosilvopastoriles como estrategia de aprovechamiento sostenible y para fortalecer la conectividad.

Finalmente, hay que señalar que se trata de una primera aproximación a los temas que aquí se tratan. Hay mucho por analizar desde muy diferentes perspectivas en materia de cambio climático, biodiversidad y servicios ambientales. Por esta razón, se considera importante que tanto la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales como la Comisión Especial de Cambio Climático establezcan de manera conjunta con el Instituto Belisario Domínguez una agenda de trabajo, que se podría llamar “Hoja de ruta” para la integración de ambos temas, en la que se establezcan objetivos, resultados esperados y actores clave para lograrlo. Contar con una agenda de trabajo al respecto colocará, sin duda, al Senado de la República como una institución de vanguardia en la atención de dos de los principales problemas globales y para fincar bases sólidas que garanticen la seguridad nacional y una estrategia que enfrente el cambio climático basado en la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alagador, D., M. Triviño, J. Orestes Cerdeira, R. Brás, M. Cabeza, M. Bastos Araújo (2012), “Linking like with like: Optimizing connectivity between environmentally-similar habitats”, *Landscape Ecology*, vol. 27, núm. 2, p. 291.
- Anta Fonseca, S., J. Carabias *et al.* (2008), “Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad”, en *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, Conabio, México, pp. 87-153.
- Arriaga, L. y L. Gómez (2004), “Posibles efectos del cambio climático en algunos componentes de la biodiversidad de México”, en J. Martínez y A. Fernández (comp.), *Cambio climático: una visión desde México*, Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Azuela, A. *et al.* (2008), “Una década de transformaciones en el régimen jurídico del uso de la biodiversidad”, en *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, Conabio, México, pp. 259-282.
- Beier, P., D. R. Májka y W. D. Spencer (2008), “Forks in the Road: Choices in Procedures for Designing Wildland Linkages”, *Conservation Biology*, vol. 22, núm. 4, p. 836.
- Benton, T. G., D. M. Bryant, L. Cole y H. Q. P. Crick (2002), “Linking agricultural practice to insect and bird populations: A historical study over three decades”, *Journal of Applied Ecology*, vol. 39, núm. 4, p. 673.
- Bernazzani, P., B. A. Bradley y J. J. Opperman (2012), “Integrating Climate Change into Habitat Conservation Plans under the U.S. Endangered Species Act”, *Environmental Management*, vol. 49, núm. 6, p. 1103.
- Berry, J. R., J. A. Delgado, R. Khosla y F. J. Pierce (2003), “Precision conservation for environmental sustainability”, *Journal of Soil Water Conservation*, vol. 58, p. 6, p. 332.
- Betts, R. A. (2005) “Integrated approaches to climate-crop modelling: Needs and challenges”, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 360, núm. 1463, p. 2049.
- Cahoon, D. y R. P. Hensel (2002), “Hurricane Mitch: A regional perspective on mangrove damage, recovery and sustainability”, *USGS Open File Report 03-183*, 31 p.
- Challenger, A. (2010), *Contribución al marco de políticas de adaptación 2030*, comunicación personal.
- Chetkiewick C. B., C. Cassady St. Clair y M. S. Boyce (2006), “Corridors for Conservation: Integrating pattern and Process”, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, núm. 37, pp. 317-342.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) (2010), *Estrategia de cambio climático para Áreas Protegidas*, Semarnat-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A.C.-The Nature Conservancy (2011), *Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas*, México.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm>
- Cortina, S. y M. Zorrilla-Ramos (2009), “Capacidades para la implementación de políticas públicas”, en Irene Pisanty (coord.), *México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*, Conabio y PNUD, pp. 117-152.
- Cotler, H. (coord.) (2012), *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*, Semarnat-INE-Fundación Río Arronte.
- Cotler, H., E. Sotelo, J. Domínguez, M. Zorrilla, S. Cortina y L. Quiñones (2007), “La conservación del suelo como interés público”, *Gaceta Ecológica*, INE, vol. 1, núm. 83, pp. 11-83.
- Cramer W., A. Bondeau, F. I. Woodward, I. C. Prentice, R. A. Betts, V. Brovkin, P. M. Cox, V. Fisher, J. A. Foley, A. D. Friend, C. Kucharik, M. R. Lomas, N. Ramankutty, S. Sitch, B. Smith, A. White y C. Young-Molling (2001), “Global response of terrestrial ecosystem structure and function to CO<sub>2</sub> and climate change: Results from six dynamic global vegetation models”, *Global Change Biology*, vol. 7, núm. 4, p. 357.
- Cruz, A. y M. Zorrilla-Ramos (2013), *El papel de las instituciones estatales y municipales en la conservación de la biodiversidad*, Conabio, México (en prensa).
- Dawson, T. P., S. T. Jackson, J. I. House, I. C. Prentice y G. M. Mace (2011), *Beyond Predictions: Biodiversity Conservation in a Changing Climate Science*, vol. 332, núm. 6025, p. 53.
- De Jong, B. H., O. Masera y T. Hernández-Tejeda (2004), “Opciones de captura de carbono en el sector forestal”, en J. Martínez y A. Fernández (comp.), *Cambio climático: una visión desde México*, Instituto Nacional de Ecología/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Donald, P. F., R. E. Green y M. F. Heath (2001), “Agricultural intensification and the collapse of Europe’s farmland bird populations”, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, vol. 268, núm. 1462, p. 25.
- FAO (2007), “Cambio climático y seguridad alimentaria: un documento marco”, disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0145s/i0145s00.pdf> (consultado en junio/julio de 2013).
- \_\_\_\_\_ (1996), “Simple soil, water and plant testing techniques for soil resource management”, disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc28.pdf> (consultado en diciembre de 2013).
- Fischer, J., D. B. Lindenmayer y A. D. Manning (2006), “Biodiversity, ecosystem function and resilience: Ten guiding principles for commodity production landscapes”, *Frontiers in Ecology and Environment*, vol. 4, núm. 2, p. 80.

- Fitzpatrick, M. C., A. D. Gove, N. J. Sanders y R. R. Dunnz (2008), "Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: The Banksia (Proteaceae) of Western Australia", *Global Change Biology*, vol. 14, núm. 6, p. 1337.
- Fletcher, Robert. (2010). "When Environmental Issues Collide: Climate Change and Tthe Sshifting Political Ecology of Hydroelectric Power", *Peace and Conflict Review*, vol. 5, núm. 1. Disponible en: <http://www.review.upeace.org/docs/pcr2010.pdf> (consultado en septiembre de 2013).
- Gobierno de la República (2013), "Estrategia Nacional de Cambio Climático, Visión 10-20-40", disponible en <http://www.encc.gob.mx/documentos/estrategia-nacional-cambio-climatico.pdf>
- Hannah, L, G. F. Midgley, T. Lovejoy, W. J. Bond, M. Bush, J. C. Lovett, D. Scott y F. I. Woodward (2002), "Conservation of Biodiversity in a Changing Climate", *Conservation Biology*, vol. 16, núm. 1, pp. 264-268.
- Heller, N. E., E. S. Zavaleta (2009), "Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations", *Biological Conservation*, vol. 142, núm. 1, p. 14.
- Hess, G. R. (1994), "Conservation Corridors and Contagious Disease: A Cautionary Note", *Conservation Biology*, vol. 8, núm. 1, p. 256.
- Ibarrarán, M. E., A. L. Brenkert y E. L. Malone (2008), *Climate Change Vulnerability and Resilience: Current Status and Trends for Mexico*, prepared for the U.S. Department of Energy, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2012), *Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*, México.
- IPCC (2007), "Climate Change: The Physical Science Basis", contribución del Grupo de Trabajo I para el Cuarto informe de evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Jackson, S. T. y J. T. Overpeck (2000), "Responses of plant populations and communities to environmental changes of the late Quaternary", *Paleobiology*, vol. 26, núm. 4 (supp), p. 194.
- Jentsch, A., J. Kreyling y C. Beierkuhnlein (2007), "A new generation of climate-change experiments: Events, not trends", *Frontiers in Ecology and The Environment*, vol. 5, núm. 7, p. 365.
- Lal, R. (2004), "Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security", *Science*, vol. 304, núm. 5677, p. 1623.
- Lal, R., J. A. Delgado, P. M. Groffman, N. Millar, C. Dell y A. Rotz (2011), "Management to mitigate and adapt to climate change", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 66, núm. 4, p. 276.

- Loreau, M. (2008), "Biodiversity and Ecosystem Functioning: The Mystery of the Deep Sea", *Current Biology*, vol. 18, núm. 3, p.126.
- Lozano García, M. S. (2004), *Evidencia del cambio climático: cambios en el paisaje*, Instituto Nacional de Ecología, Semarnat.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma el 5 de noviembre de 2013. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>
- Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgcc.htm>
- Magaña, V., J. M. Méndez, R. Morales y C. Millán (2004), *Consecuencias presentes y futuras de la variabilidad y el cambio climático en México*, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- McBratney, Damien, J. Field y Andrea Koch (2014), "The dimensions of soil security", *Geoderma*, núm. 213, p. 203, disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00167061/213> (consultado en diciembre de 2013).
- McGovern, S., C. D. Evans, P. Dennis, C. Walmsley y M. A. McDonald (2011), "Identifying drivers of species compositional change in a semi-natural upland grassland over a 40-year period", *Journal of Vegetation Science*, vol. 22, núm. 2, p. 346.
- Mendelsohn, R. y A. Dinar (2009), "Land Use and Climate Change Interactions", *Annual Review of Resource Economics*, vol. 1, núm. 2009, p. 309.
- Millar, C. I., N. L. Stephenson y S. L. Stephens (2007), "Climate Change and Forests of the Future: Managing In the Face of Uncertainty", *Ecological Applications*, vol. 17, núm. 8, p. 2145.
- Millennium Ecosystem Assessment (2003), *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*, Instituto de los Recursos Mundiales (World Resources Institute), Washington.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*, Instituto de los Recursos Mundiales (World Resources Institute), Washington.
- \_\_\_\_\_ (2005), *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, Instituto de los Recursos Mundiales (World Resources Institute), Washington.
- Mulholland, P. J. y W. R. Hill (1997), "Seasonal patterns in stream water nutrient and dissolved organic carbon concentrations: Separating catchment flow path and in-stream effects", *Water Resources Research*, vol. 33, núm. 6, p. 1297.
- Nearing, M. A., F. F. Pruski y M. R. O'Neal (2004), "Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 59, núm. 1, p. 43.

- Niemela, J. (2001), "The Utility of Movement Corridors in Forested Landscapes", *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 16, núm. 3, p. 70.
- Noss, R., (2007), "Climate change and conservation. Conservation Northwest", *Biodiversidad mexicana*, disponible en: [www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cinternacional/index.php/temas-transversales/cambio-climatico-y-diversidad-biologica2](http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cinternacional/index.php/temas-transversales/cambio-climatico-y-diversidad-biologica2) (consultado en septiembre de 2013).
- Olesen, J. E. y M. Bindi (2002), "Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy", *European Journal of Agronomy*, vol. 16, núm. 4, p. 239.
- Oliver, T. H., T. Brereton y D. B. Roy (en prensa), *Population resilience to an extreme drought is influenced by habitat area and fragmentation in the local landscape. Ecography*
- Ortiz, P. M. A. y A. P. Méndez (2000), "Componentes naturales y de uso del suelo vulnerables a las variaciones del nivel del mar en la costa atlántica de México. Investigaciones geográficas", *Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, núm. 41, pp. 46-61.
- Pannier, F. (1992), "El ecosistema de manglar como indicador de cambios globales en la zona costera tropical", *Ciencia*, vol. 43, número especial, p. 111.
- Parnesan, C. (2006) "Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change", *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, núm. 37, p. 637.
- Parnesan, C. y G. Yohe (2003), "A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems", *Nature*, vol. 421, núm. 6918, p. 37.
- Pearson, R. G. y T. P. Dawson (2005), "Long-distance plant dispersal and habitat fragmentation: identifying conservation targets for spatial landscape planning under climate change", *Biological conservation*, vol. 123, núm. 3, p. 413.
- Peterson, A. T., M. A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R. H. Buddemeier y D. R. B. Stockwell (2002), "Future projections for Mexican faunas under global climate change scenarios", *Nature*, vol. 416, núm. 6881, p. 626.
- Petorelli, N. L. M., A. L. M. Chauvenet, J. P. Duffy, W. A. Cornforth, A. Meillere y J. E. M. Baillie (2012) "Tracking the effect of climate change on ecosystem functioning using protected areas: Africa as a case study", *Ecological Indicators*, núm. 20, p. 269.
- Phillips, S. J., P. Williams, G. Midgley y A. Archer (2008), "Optimizing dispersal corridors for the Cape Proteaceae using network flow", *Ecological Applications*, núm. 18, pp. 1200-1211.
- Piessens, K., D. Adriaens, H. Jacquemyn y O. Honnay (2009), "Synergistic effects of an extreme weather event and habitat fragmentation on a specialized insect herbivore", *Oecologia*, núm. 159, p. 117.
- Ponce-Nava, D. (coord.) (2006), *Capacidades y sinergias. El desafío ambiental en México*, Semarnat/PNUD.

- Rands, M. R. W., W. M. Adams, L. Bennun, S. H. M. Butchart, A. Clements, D. Coomes, A. Entwistle, I. Hodge, V. Kapos, J. P. W. Scharlemann, W. J. Sutherland y B. Vira (2010), "Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010", *Science*, vol. 329, núm. 5997, p. 1298.
- Robinson, R. A. y W. J. Sutherland (2002), "Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain", *Journal of Applied Ecology*, vol. 39, núm. 1, p. 15.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen y J. Foley (2009), "Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity", *Ecology and Society*, vol. 14, núm. 2, p.): 32. Disponible en: [www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/](http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/).
- Rzedowski, J. (1998), "Diversidad y orígenes de la flora fanerógama de México", en T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*, Instituto de Biología, UNAM, México.
- Sala, Osvaldo E., F. S. Chapin III, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. LeRoy Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker, D. H. Wall (2000), "Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100", *Science*, vol. 287, núm. 5459, p. 1770.
- Sanjurjo, E. y S. Welsch (2005), "El valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares", *Gaceta Ecológica*, núm. 74, p. 45, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Sanjurjo Rivera, E. e Y. Carrillo Guerrero (2006), "Beneficios económicos de los flujos de agua en el delta del Río Colorado: consideraciones y recomendaciones iniciales", *Gaceta ecológica*, núm. 80, p. 51, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Sarukhán, J. et al. (2009), *Capital natural de México. Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*, Volumen II. Estado de conservación y tendencias de cambio, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- \_\_\_\_\_ (2012), *Capital natural de México: Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación*. Segunda parte: Principales antecedentes y resultados por alcanzar, capítulo 4: "Factores de presión y amenaza", Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009), *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones*, México.
- \_\_\_\_\_ (2012), *Cambio Climático: una reflexión desde México*.

- \_\_\_\_\_ (2013), *Informe de la situación del medio ambiente en México: compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y de desempeño ambiental*, edición 2012.
- Spalding, M. D., C. Ravilious y E. P. Green (2001), *World Atlas of Coral Reefs*, WCMC-UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA.
- Steven, J. P., P. Williams, G. Midgley y A. Archer (2008), "Optimizing dispersal corridors for the cape proteaceae using network flow", *Ecological Applications*, vol. 18, núm. 5, p. 1200.
- Tejeda, M. A. y L. Rodríguez (2006), "Estado de la investigación de los aspectos físicos del cambio climático en México", *Investigaciones Geográficas Boletín*, p. 62.
- Thomas, C. D., A. Cameron, R. E. Green, M. Bakkenes, L. Beaumont, J. R. Berry, J. A. Delgado, R. Khosla y F. J. Pierce (2003), "Precision conservation for environmental sustainability", *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 58, núm. 6, p. 332.
- Thuiller, W. (2007), "Biodiversity: Climate change and the ecologist", *Nature*, vol. 448, núm. 7153, p. 550.
- Velásquez-Tibatá, J., P. Salaman y C. H. Graham (2012), "Effects of Climate Change on species distribution, community structure, and conservation of birds in protected areas in Colombia", *Regional Environmental*, Publicación digital, fecha 7 de julio de 2012.
- Villers, L. e I. Trejo (2004), *Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales*, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Wildlife Corridors and Climate Change Adaptation, *The Adaptation Research Network or Terrestrial Biodiversity*. Disponible en: [http://www.nccarf.jcu.edu.au/terrestrialbiodiversity/documents/Corridor\\_FINAL.pdf](http://www.nccarf.jcu.edu.au/terrestrialbiodiversity/documents/Corridor_FINAL.pdf) (consultado en mayo de 2013)
- Williams, P. L., L. Hanna, S. Andelman, G. Midgley, M. Araujo, G. Hughes, L. Manne, E. Martínez-Meyer y R. Pearson (2005), "Planning for climate change: Identifying minimum dispersal corridors for the Cape Proteacea", *Conservation Biology*, vol. 19, núm. 4, p. 1063.
- Willis, K. J. y S. A. Bhagwat (2009), "Biodiversity and Climate Change", *Science*, vol. 326, núm. 5954, p. 806.
- Yang, D, K. Shinjiro, O.Taikan, K. Toshio y M. Katumi (2003), "Global potential soil erosion with reference to land use and climate changes", *Hydrological Processes*, vol. 17, núm. 14, p. 2913.
- Zorrilla-Ramos, M. (2006), *Servicios ambientales forestales y acción colectiva: el caso de la cuenca del río Copalita en Oaxaca*, Tesis de Maestría, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.