

Actualización de capital natural de México

CONABIO. Dirección General de Análisis y Prioridades

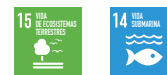
Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



Introducción

La magnitud del impacto humano en la pérdida de biodiversidad y la degradación de ecosistemas, tienen graves consecuencias para el bienestar y existencia, y cada día hay más evidencia de ello. Los acuerdos internacionales como los ODS, el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, y las Metas de Aichi buscan guiar esfuerzos en todos los países para revertir las tendencias de cambio. Éstos tienen como finalidad incrementar los esfuerzos de conservación, restauración y uso sustentable, así como concientizar a las personas sobre la importancia que tiene la biodiversidad para el desarrollo.

No obstante, para avanzar hacia las metas de esos planes se necesita información científica relevante sobre el estado de conservación de la biodiversidad, los servicios ambientales que ésta brinda y las opciones productivas que pueden ayudar a conservarla. Además, esta información debe ser de fácil acceso, en particular para los tomadores de decisiones.

En este sentido, las evaluaciones nacionales son fundamentales para que los resultados de estudios científicos sean integrados, sintetizados y analizados para diseñar e implementar políticas públicas que consideren de manera transversal la biodiversidad. Capital natural de México (CNM) es la evaluación de los ecosistemas de México, más completa y extensa, que trata de una evaluación científica que coordina la CONABIO desde 2005.

El objetivo central de CNM es integrar la fuente más completa de información primaria, actualizada, descriptiva, analizada y sintetizada sobre el estado de conocimiento, la conservación y el uso de la diversidad biológica, así como de los servicios ecosistémicos que ésta brinda. En 2017, con la publicación de una nueva versión de la síntesis, se inició el proceso de actualización de la obra, considerando los

avances conceptuales y la disponibilidad de nuevos datos. De esta manera se mantiene al día la información relevante para la sociedad y los tomadores de decisiones.

Acciones emprendidas

Se han publicado cuatro de cinco volúmenes (figura 1): i. Conocimiento actual de la biodiversidad (CONABIO 2008a); ii. Estado de conservación y tendencias de cambio (CONABIO 2009); iii. Políticas públicas y perceptivas de sustentabilidad (CONABIO 2008b); iv. Capacidades humanas e institucionales (CONABIO 2016); y v. Escenarios futuros (en proceso).

Asimismo, se han publicado cuatro síntesis para tomadores de decisiones: 1) Capital natural y bienestar social (CONABIO 2006); 2) Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad (Sarukhán *et al.* 2009; publicada en inglés Sarukhán *et al.* 2010); 3) Acciones estratégicas para su valoración, preservación y recuperación (CONABIO 2012), del cual se derivó un artículo científico (Sarukhán *et al.* 2015); y 4) Evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institu-

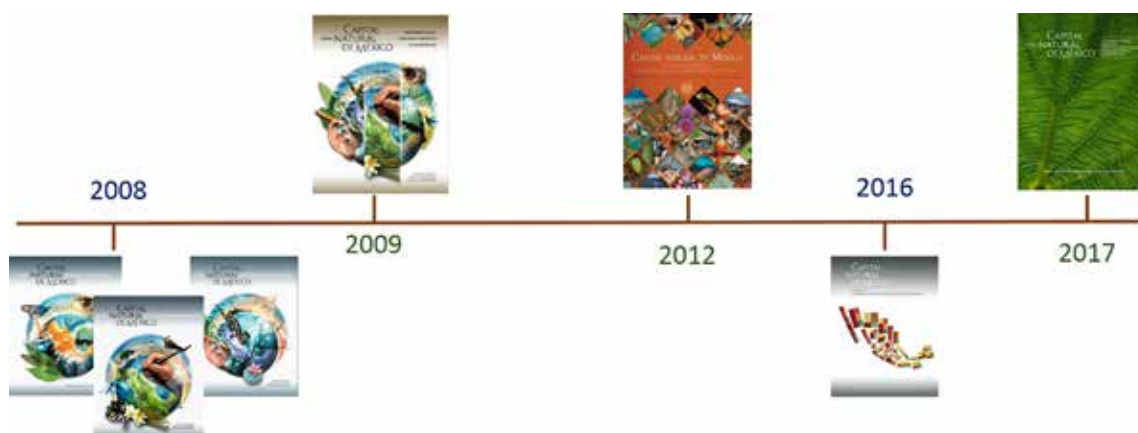


Figura 1. Publicaciones de CNM. Fuente: CONABIO.

cionales (CONABIO 2017), la cual contiene una actualización de datos e información de la obra, con un apéndice que detalla los métodos de estimación y las fuentes de datos. Esta última constituye una importante línea base para la elaboración del Sexto Informe Nacional ante la CDB.

Con la finalidad de difundir este conocimiento, se desarrolló una página web¹ para acceso a todo el público que recibe alrededor de 12 mil visitas al año. Asimismo, la obra se ha donado a más de 60 bibliotecas en el país, principalmente de instituciones públicas de educación media y superior, así como a las dependencias de gobierno que ven temas ambientales. Las síntesis se han distribuido principalmente con legisladores (diputados y senadores) e instituciones gubernamentales del sector ambiental.

Desde la publicación de la primera síntesis, se han brindado más de 100 conferencias en diversos foros nacionales e internacionales, simposios, talleres de capacitación y cursos. Éstos han sido dictados a diversas audiencias: público general, academia, medios, gobiernos, entre otros. Además, se han escrito varios artículos científicos y de difusión para dar a conocer las principales conclusiones de la obra (p.e. Sarukhán y Koleff 2010, Sarukhán *et al.* 2010, 2015, Koleff *et al.* 2014, 2018).

Por otra parte, se realizó el proyecto México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, financiado por el GEF con el apoyo del PNUD, y coordinado por la CONABIO. Éste fue la base para el desarrollo del

volumen IV (CONABIO y PNUD 2009). Es tal la envergadura del CNM, que ha sido modelo para estudios estatales y la base para la formulación de la ENBIOMEX.

En la obra, que siguió el marco conceptual de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA 2005), han participado especialistas, académicos y profesionales, de más de 240 instituciones académicas, de gobiernos y de la sociedad civil, principalmente de México, aunque también del extranjero. De los 803 participantes 293 son mujeres y 508 hombres, y en la síntesis actualizada en 2017, el balance es 19 hombres por cada 28 mujeres.

Desde el inicio de la obra, se rige bajo las siguientes premisas:

- Relevancia: que se traten temas de importancia para la gestión de la biodiversidad, con información actual, lo cual es reto por su naturaleza dinámica.
- Transparencia y confiabilidad: es fundamental que los datos se verifiquen, dar crédito a las fuentes de información y que cualquier persona interesada pueda consultarlas, además de hacer análisis no prescriptivo, sin juicios de valor.
- Credibilidad: la participación de especialistas reconocidos como compiladores, autores y revisores de los capítulos. Además, se busca que el lenguaje sea adecuado para comunicar de forma clara los mensajes clave a diversos sectores de la sociedad.

La obra se realizó con la orientación de un coordinador general, quien dio la visión del

¹ Información disponible en: www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex.html

estudio y de los productos necesarios, y de un grupo de compiladores de los volúmenes. Los compiladores, invitaron a los autores responsables con base en su experiencia en los temas contenidos en la obra. Éstos a su vez, invitaron a coautores y autores de recuadros para enriquecer los contenidos de los capítulos.

Los capítulos fueron revisados por expertos que no participaron en su elaboración para garantizar su calidad. El secretariado ha estado a cargo de la coordinación, la organización y la documentación del proceso. También provee apoyo en labores logísticas al equipo editorial que realiza la edición y el diseño de los libros.

La obra se centra en temas ambientales y proponer soluciones. Además, debido a la estrecha relación entre la diversidad biológica y cultural de México, se incluyen temas de diversidad cultural, en particular, relacionados con la domesticación de la biodiversidad.

Relevancia y conclusiones

La extraordinaria biodiversidad de México no se ha valorado cabalmente a pesar de que es la base del desarrollo, de la obtención de bienes y servicios ambientales de los cuales depende el bienestar. Sin embargo, en México se ha generado una base sólida de conocimiento en temas ambientales que debe ser la base para la toma de decisiones por parte del gobierno y la sociedad.

Por esto, es necesario mantener actualizados los datos e información de esta evaluación, para que los usuarios puedan considerar la mejor información disponible con base en el contexto y la escala a la que la requieran. La actualización de la síntesis ha sido un primer paso para iniciar el diseño de una plataforma web que dé acceso a toda la información actualizada y que irá incorporando elementos de relevancia que surjan.

Las capacidades humanas con las que cuenta el país pueden apoyar, desde diversos ámbitos, sectores y atribuciones, a la resolución de los problemas ambientales que contribuyan al bienestar social; aún se requiere de la articulación de los temas relacionados con la biodiversidad, así como entender mejor el impacto que tienen las decisiones de diversos sectores sobre el uso de la biodiversidad y la modificación de los ecosistemas. Por ejemplo, es fundamental reducir los impactos ambien-

tales negativos de las grandes ciudades, por medio de cambios en las formas de consumo de bienes y servicios de sus habitantes.

Para afrontar los grandes retos de la sustentabilidad, se requiere de diversas acciones, tales como promover la reconversión de actividades productivas poco sustentables hacia sistemas que permiten mantener la biodiversidad (p.e. sistemas agroecológicos y agroforestales). Se debe valorar el conocimiento y las prácticas productivas de las comunidades indígenas y rurales, que tienen en sus territorios una parte importante del capital natural de México. Este es un reto de la mayor envergadura y de gran importancia, en particular, por el estrecho vínculo que tienen con la agrobiodiversidad, y por ende, con la seguridad alimentaria.

Referencias

- CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2006. *Capital natural y bienestar social*. CONABIO, México.
- . 2008a. *Capital natural de México: conocimiento actual de la biodiversidad*. Vol. I. CONABIO, México.
- . 2008b. *Capital natural de México: políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. Vol. III. CONABIO, México.
- . 2009. *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II. CONABIO, México.
- . 2012. *Capital natural de México. Acciones para su valoración, preservación y recuperación*. CONABIO, México.
- . 2016. *Capital natural de México, vol. IV: capacidades humanas e institucionales*. CONABIO, México.
- . 2017. *Capital natural de México. Síntesis: Evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales*. CONABIO, México.
- CONABIO y PNUD. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2009. *México: capacidades para la conservación y el desarrollo sustentable de la biodiversidad*. CONABIO/PNUD, México.
- Koleff, P., T. Urquiza-Haas y J. Sarukhán. 2014. Evaluaciones científicas: herramienta para enlazar el conocimiento sobre la biodiversidad con el desarrollo de políticas públicas para la sustentabilidad. *Investigación Ambiental* (6):2:61-75.

- 
- Koleff, P., T. Uriquiza-Haas, S. Ruíz et al. 2018. Evaluación de las capacidades humanas e institucionales para la gestión del capital natural de México. *Biodiversitas* 137:7-12.
- MA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis*. World Resources Institute, Washington.
- Sarukhán, J. y P. Koleff. 2010. Capital natural de México. En: *Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito*. J. Carabias, J. Sarukhán y C. Galindo-Leal (coords.). CONABIO, México, pp. 224-225.
- Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias et al. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. CONABIO, México.
- . 2010. *Natural capital of Mexico. Synopsis: Current knowledge, evaluation, and prospects for sustainability*. CONABIO, México.
- Sarukhán, J., P. Koleff y T. Uriquiza-Haas. 2010. Evaluación del capital natural de México: conocimiento, conservación y manejo sustentable. *Forum de Sostenibilidad-Cátedra UNESCO* 4:127-134.
- Sarukhán, J. T. Uriquiza-Haas, P. Koleff, et al. 2015. Strategic Actions to Value, Conserve, and Restore the Natural Capital of Megadiversity Countries: The Case of Mexico. *BioScience* 65(2):164-173.

Planeación para la conservación y restauración de la biodiversidad de México

CONABIO. Dirección General de Análisis y Prioridades

Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



Introducción

La complejidad de los factores biológicos, sociales, políticos y culturales que operan e interactúan a diversas escalas espaciales y temporales, sobre todo en los países megadiversos como México, requiere de una planeación estratégica y guías espacialmente explícitas para conservar a la biodiversidad, los procesos y las funciones ecosistémicas. Con el objetivo de guiar las acciones de conservación y restauración de México, en 2005 se inició una agenda de trabajo para identificar vacíos y omisiones de la conservación de biodiversidad y prioridades para salvaguardar la diversidad en los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país (Koleff *et al.* 2009, Koleff y Urquiza-Haas 2011).

El marco de trabajo se basa en el enfoque de la planeación sistemática para la conservación. Ésta es una disciplina científica que ha brindado una base robusta, concisa y flexible para guiar las acciones de conservación (Margules y Pressey 2000, Wilson *et al.* 2005). Permite considerar diversos criterios biológicos a nivel de genes, especies y ecosistemas, así como los principales factores de presión antropogénicos, tales como el cambio de uso del suelo, la pérdida y fragmentación de los hábitats, la degradación de los suelos, la dimensión del cambio climático, entre otros, a diferentes resoluciones espaciales. Cabe señalar que la colaboración entre especialistas de diversos sectores ha sido clave durante todas las etapas del proceso de trabajo.

Los resultados de los estudios realizados sobre el tema (se exponen más adelante) brindan información clave para diversos usuarios, incluyendo los tomadores de decisiones de diferentes órdenes de gobierno y de la sociedad. De esa manera, los productos brindan una guía para orientar los esfuerzos de conservación y

recuperación del hábitat de las especies vulnerables y endémicas. Así como para la protección de los parientes silvestres de cultivos y el manejo sustentable para incrementar la resiliencia de los ecosistemas a través del establecimiento y fortalecimiento de corredores entre parches de vegetación en buen estado de conservación y que faciliten la dispersión de los organismos frente al cambio climático.

Los estudios se han realizado con un enfoque multi-objetivo y multi-escalar. Esto permite orientar las diversas acciones a escala nacional y regional y contribuye a alcanzar los compromisos nacionales e internacionales establecidas en materia de conservación y restauración de la biodiversidad.

Acciones emprendidas

Entre los principales logros de los estudios se encuentran los siguientes:

- Explorador de cambio climático y biodiversidad (se prevé que esté disponible en la página de la CONABIO en septiembre de 2018).

- Cartel sobre la Evaluación de las prioridades para la conservación y restauración ante el cambio climático. Resiliencia, refugios y conectividad (véase *Meta de Aichi 10 en Parte 1*).¹
- Mapa de sitios prioritarios para la restauración (Tobón *et al.* 2017; véase *Meta de Aichi 15 en Parte 1*).²
- Mapa de sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad mexicana (véase *Meta de Aichi 14 en Parte 1*).³
- Cartel⁴ y mapa⁵ sobre Prioridades de conservación para los primates en México, que fue una colaboración con la Sociedad Mexicana de Primatología (2012).
- Página web⁶ y geoportal⁷ con los resultados del análisis de vacíos y omisiones de la biodiversidad terrestre (2007), marina (2007) y epicontinental (2010).
- Publicación de Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso (Koleff y Urquiza-Haas 2011).⁸
- Mapas de sitios prioritarios marinos⁹ y acuáticos epicontinentales¹⁰ (Lira-Noriega *et al.* 2015; véase *Meta de Aichi 14 en Parte 1*).

Los resultados han sido de utilidad para tomadores de decisiones, como por ejemplo en la creación o expansión de áreas protegidas. Asimismo, éstos han servido como criterios de prelación en el programa de pago por servicios ambientales de la CONAFOR, y en el diseño de corredores biológicos del Corredor Biológico Mesoamericano México (CBMM) y del Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental (CESMO). También han sido útiles en la formulación de ordenamientos ecológicos del territorio.

Además, los resultados se han presentado en diversos foros, talleres, simposios, cursos de capacitación, para diversas audiencias, como público general, academia, y en el Senado de

la República. La información contenida, es importante para la planeación estratégica requerida en la conservación de la biodiversidad en el país.

Actualmente, se desarrolla una propuesta de conectividad que permite identificar corredores climáticos, que señalan rutas de menor impacto humano y menor desviación climática entre parches de vegetación en buen estado de conservación (véase *Meta de Aichi 14 en Parte 1*). Otro análisis en proceso se enfoca en la zonificación para la conservación *in situ* de parientes silvestres de cultivos. Éste, contribuirá en la formulación de estrategias para salvaguardar la agrobiodiversidad; de particular relevancia para un país megadiverso que es centro de origen, diversidad y de domesticación de muchos cultivos de importancia mundial.¹¹

A lo largo del proceso de trabajo de los diferentes estudios, han participado casi 300 expertos de diversas instituciones del gobierno federal, estatal y municipal, instituciones académicas y de investigación y organizaciones de la sociedad civil. Los diversos estudios también han promovido el trabajo interdisciplinario y el trabajo entre diversas áreas dentro de la CONABIO.

Durante el proceso para la identificación de las prioridades para la restauración, destaca la participación de 14 mujeres y 11 hombres. Por otra parte, los trabajos a escalas más finas como en el caso de Chiapas, se realizó una reunión con actores locales. En el caso de los estudios que al momento se llevan a cabo sobre parientes silvestres de cultivos, serán un insumo para generar en los próximos años una estrategia nacional sobre agrobiodiversidad, que con certeza se incluirá la participación de estos actores.

Información disponible en:

1 https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_conservacion_restauracion.pdf

2 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/spr_gw

3 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/sap_gw

4 https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/prioridades_primates.pdf

5 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/sppgw

6 <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosom.html>

7 <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

8 https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Planeacion2011.pdf

9 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/spm1mgw

10 http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/spec1mgw

11 <http://www.psmesoamerica.org/proyecto/>

Relevancia y conclusiones

La planeación sistemática para la conservación y la restauración brinda un marco de trabajo sólido y transparente. Este permite compilar e integrar una gran cantidad de información sobre la distribución de las especies y los patrones de biodiversidad para sintetizar el conocimiento e informar sobre las áreas de mayor valor biológico. Las herramientas comúnmente utilizadas permiten documentar de forma clara y transparente las limitaciones del estudio y reducir sesgos. Así se puede apoyar la toma de decisiones informada en materia de conservación, restauración y uso sustentable.

Otra de las ventajas es la flexibilidad del enfoque, debido a que posibilita trabajar a diversas escalas y resoluciones espaciales y actualizar los análisis, conforme se adquieren nuevos datos y conocimiento. De esa manera, provee conocimiento estratégico para tomadores de decisiones, e impulsa y fortalece la agenda de conservación por medio del diseño de guías espacialmente explícitas que tienen un claro potencial práctico para la implementación de acciones de conservación *in situ* y el manejo sustentable de los hábitats y especies endémicas, en riesgo de extinción y las más vulnerables a diversos factores de presión.

La participación de diversos sectores y especialistas es fundamental para discutir y consensuar una visión integral de los aspectos y las acciones de conservación, que se deben ver reflejados en los resultados de los análisis. Por otra parte, documentar detalladamente los aspectos conceptuales y técnicos considerados, resulta importante para contribuir al conocimiento y brindar más elementos técnicos; con la finalidad de responder a las preguntas que surgieron en las intensas discusiones que hubo durante el desarrollo de los análisis y para reportes posteriores.

La difusión de los resultados a diversos usuarios se realiza por diferentes medios de comunicación. Algunos medios son tales

como: material impreso en libros, carteles y artículos científicos, comunicación por redes sociales, entrevistas para televisión y radio, entre otros. La comunicación es clave para promover la integración de aspectos fundamentales relacionados con la biodiversidad, así como destacar la importancia de conservar y restaurar el capital natural.

México cuenta con capacidades para realizar diversos análisis dirigidos a la conservación de la biodiversidad de diferentes ambientes. En una siguiente etapa es necesario considerar los efectos dinámicos y sinérgicos entre los factores causales de la pérdida de la biodiversidad, como el cambio de uso del suelo, el cambio climático, las especies invasoras, la contaminación de agua y aire, entre otros.

Referencias

- Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 651-718.
- Koleff, P. y T. Urquiza-Haas. 2011. *Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso*. CONABIO/CONANP, México.
- Lira-Noriega, A., V. Aguilar, J. Alarcón et al. 2015. Conservation planning for freshwater ecosystems in Mexico. *Biological Conservation* 191:357-366.
- Margules, C. y R. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Tobón, W., T. Urquiza-Haas, P. Koleff et al. 2017. Restoration planning to guide Aichi targets in a megadiverse country. *Conservation Biology* 31: 1086-1097.
- Wilson, K.A., M.I. Westphal, H.P. Possingham y J. Elith. 2005. Sensitivity of conservation planning to different approaches to using predicted species distribution data. *Biological Conservation* 22: 99-112.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA

Conceptos y criterios para evaluar las tendencias en la cobertura vegetal y el cambio del uso del suelo en México

CONABIO y PNUD. Dirección General de Cooperación Internacional e Implementación (CONABIO) y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



Introducción

En los últimos dos siglos la actividad humana se ha convertido en un factor de cambio importante de la biodiversidad y los ecosistemas. Las causas de pérdida de biodiversidad se suelen agrupar en dos grandes categorías:

- Los factores de raíz (p.e. causas indirectas o subyacentes), que incluyen los procesos económicos, demográficos, tecnológicos, políticos, y culturales. Estos propician y controlan los patrones espaciales del proceso de pérdida de biodiversidad, interactúan de manera muy compleja y se expresan a diferentes escalas espaciales y temporales.
- Los factores próximos de presión y amenaza sobre la biodiversidad (p.e. causas directas), que tienen relación con los procesos de cambio en la cobertura y el uso del suelo, la sobreexplotación de los recursos naturales, la introducción de especies invasoras exóticas, el cambio climático antropogénico y la adición de productos contaminantes (Challenger *et al.* 2009).

Una de las consecuencias más severas del cambio de la cobertura y el uso de suelo es la pérdida de biodiversidad. Ésta puede involucrar desde la desaparición de poblaciones (Ceballos *et al.* 2017) hasta el colapso de ecosistemas enteros (DeFries *et al.* 2004, Martínez-Ramos *et al.* 2016). Por ello es necesario contar con información de calidad que

permita analizar las diferentes facetas de la pérdida de biodiversidad.

En México, las cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI (series I, II, III, IV, V, VI con años de referencia de 1976, 1993, 2002, 2007, 2011 y 2014, respectivamente), constituyen la fuente de información oficial más importante para conocer y evaluar el estado de la vegetación y uso de suelo en el ámbito nacional y estatal. Éstas también sirven para la identificación de frentes y el cálculo de las tasas de deforestación, estimación de las emisiones de CO₂, evaluación de la efectividad de las áreas protegidas o el desarrollo de índices de impacto a la biodiversidad, entre otros aspectos (véanse referencias en Koleff *et al.* 2016).

Si bien las bases de datos cartográficas del INEGI son equivalentes en escala, sistema clasificatorio y han sido sometidas a evaluaciones de confiabilidad realizando visitas a campo, existen vacíos de información respecto a la confiabilidad de las categorías que clasifican la vegetación en primaria y secundaria. Adicionalmente, la superposición de mapas de diferentes fechas como método para estimar tasas de cambio puede producir estimaciones

inexactas de los cambios. Principalmente, debido a los errores temáticos (polígonos con atributos incorrectos) y de posición (desfase de polígonos).

Por ello, se considera que en México no existe información suficiente para analizar las diferentes facetas de la pérdida de biodiversidad a escalas pertinentes para todo el país. Aunado a ello, tampoco se cuenta con indicadores que consideren la magnitud y las consecuencias de la degradación, la fragmentación y la pérdida del hábitat, la alteración en la composición de especies y de los procesos ecológicos en las comunidades naturales (Challenger *et al.* 2009). Asimismo, la cuantificación e interpretación de parámetros básicos, como la tasa de deforestación, son aún motivo de discusión y discrepancias técnicas en el país (Sánchez-Colón 2009).

En el marco del desarrollo de Sexto Informe Nacional ante el CDB, se identificó la necesidad conjuntar los esfuerzos institucionales con el fin de revisar y proponer ajustes a los conceptos y criterios en la medición de la condición de la vegetación, con base en criterios ecológicos. De tal manera que, se realizó el taller Conceptos y criterios para evaluar las tendencias en la cobertura vegetal y el cambio del uso del suelo en México. Éste se llevó a cabo en marzo de 2018, y reunió a 80 expertos nacionales.

En el taller se discutieron los conceptos y métodos de procesamiento de las bases de datos nacionales. Además, se revisaron las implicaciones (limitaciones y alcances) en el análisis de los procesos de cambio en la condición de la vegetación. Asimismo, se identificó la problemática asociada a la medición de los cambios en la condición de la vegetación para la evaluación de las políticas públicas.

Acciones emprendidas

Uno de los principales resultados temáticos del taller se obtuvo a partir de las discusiones en mesas de trabajo que abordaron temas transversales como:

- Las diferencias entre los atributos, características, funciones ecológicas y servicios ecosistémicos de la vegetación secundaria y la vegetación primaria.
- La necesidad de considerar que, para ecosistemas como los matorrales y pastizales,

el concepto de deforestación no es el más adecuado.

- La calidad de la línea base del conocimiento técnico que necesita seguir siendo fortalecida para una mejor toma de decisiones.
- El uso de la tecnología y el conocimiento científico disponible para establecer diferencias entre la vegetación degradada por fenómenos naturales y la vegetación secundaria.
- La necesidad de priorizar las actividades de verificación en campo por temporada para obtener más precisión en la interpretación.
- La limitación que imprime la escala de las series de INEGI para usos y aplicaciones específicas.
- Asimismo, los expertos convocados a cada mesa de trabajo identificaron, para cada tipo de vegetación, una serie de recomendaciones metodológicas y de oportunidades de fortalecimiento técnico (cuadros 1 y 2).

Relevancia y conclusiones

En el marco de la elaboración del Sexto Informe Nacional de México ante el CDB, la realización del taller fue un primer paso en la construcción de un proceso nacional (en el mediano y largo plazo), que involucra a las instituciones del gobierno y la academia. Su objetivo fue fortalecer la generación de conocimiento e insumos técnicos que sirvan para elaborar políticas públicas que permitan avanzar hacia adecuado monitoreo y evaluación de los ecosistemas. Como ejercicio de integración institucional, el taller sentó las bases para darle continuidad a los acuerdos consensuados entre los expertos sobre las necesidades, oportunidades y retos de México para homologar los conceptos y criterios en la medición del cambio de cobertura y uso del suelo.

Sobre el cumplimiento de los objetivos del evento, puede concluirse que la socialización de las bases conceptuales y metodológicas del sistema jerárquico de clasificación y uso del suelo del INEGI, permitió discutir sobre sus alcances y limitaciones. Así, fue posible trazar lineamientos que unen a la generación de conocimiento e insumos técnicos con la normatividad. Esto se logró a través de la propuesta de darle continuidad a este tipo de talleres de expertos.

Cuadro 1. Síntesis sobre los resultados de las mesas de trabajo.

Mesa	Aportaciones
Selvas húmedas	<ul style="list-style-type: none"> • La selva primaria más seca se ha interpretado como secundaria • Se requiere definición del límite norteño del tipo de vegetación • Es importante tener claro zonas regeneración (p.e. acahual) • La clasificación de plantaciones como selvas primarias o secundarias representa un obstáculo en el contexto de las políticas públicas • ¿Cómo hacer que el INEGI incorpore información de componentes no vegetales? • Es necesario hacer seguimiento a proyectos de reforestación y restauración
Selvas secas	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere revisar vegetación sujeta a algún tipo de manejo ya que podría ser vegetación primaria y no secundaria • Se debe incorporar la variabilidad regional para caracterizar las comunidades vegetales • Es prioritario revisar clasificación de polígonos adyacentes a zonas urbanas, podrían ser vegetación primaria y no sólo secundario por el hecho de estar cerca de una zona urbano
Bosques templados	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere identificar claramente zonas tradicionales de roza, tumba y quema (reciclaje de usos forestal y cultivo)
Matorrales y pastizales	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario identificar los sitios que están perturbados por la ganadería y que en las series del INEGI aparecen como primarios. • Se requiere de verificación en campo y de una mayor resolución en las imágenes que ayude a su interpretación, ya que mucha de la vegetación secundaria no está marcada por su dificultad en la separación espectral en las imágenes de satélite • Es necesario identificar los sitios con vegetación secundaria para tener indicadores de disturbios • Es prioritario identificar sitios que presentan fuertes impactos por ganado en los matorrales y pastizales
Métodos de análisis de cambio	<ul style="list-style-type: none"> • La vegetación inducida crea confusiones cuando se encuentra asociada a vegetación natural • El comportamiento fenológico debe ser tratado con mayor cuidado • Las categorías de vegetación secundaria sólo son de utilidad y si se sabe la confiabilidad

Fuente: elaborado por la Subcoordinación de Evaluación de Ecosistemas-CONABIO.

Siguiendo la propuesta, en el corto y mediano plazo, se podría establecer una homologación de los conceptos que definen la vegetación primaria, secundaria, degradada, regenerada y el criterio de deforestación. Para así, posteriormente desarrollar un proceso de creación de una norma técnica que estandarice las definiciones y las metodologías para clasificar la vegetación, su condición y los cambios de uso del suelo a nivel nacional. Ésta podría ser de utilidad para homologar los procesos de control de calidad en la obtención y procesamiento de datos (p.e. esquemas de clasificación de la vegetación), así como las condiciones para el derecho de uso y acceso de datos geográficos entre instituciones de gobierno y la academia, entre otros.

Las oportunidades de este proceso, además de la relevancia de la creación de dicha norma técnica, permitirán fortalecer el desarrollo de capacidades institucionales (especialmente

en el INEGI). Otra de las situaciones que el proceso puede favorecer, es la elaboración de pruebas piloto en ecosistemas prioritarios (como las selvas húmedas). Puede coadyuvar a la consolidación del trabajo interinstitucional, mediante la designación de equipos que se encarguen de mantener esta red de discusión técnica y que faciliten la integración de otros sectores (específicamente a la academia para procesos de capacitación e intercambio de información).

El principal reto de estos escenarios gira en torno al financiamiento, debido a que es indispensable contar con recursos adicionales que faciliten y permitan realizar, en el mediano y largo plazo, estas propuestas consensuadas entre los expertos. De la misma manera, se espera que el cambio de gobierno sea una plataforma que permita y facilite la ejecución de este proceso de fortalecimiento técnico institucional.

Cuadro 2. Matriz de marco lógico con las principales propuestas realizadas en el taller.

Eje temático	Meta	Necesidades	Actividades/ acciones	Resultados esperados
Conocimiento				
	Definiciones y conceptos claros y consensuados (p.e. vegetación primaria, secundaria, degradada, regenerada, revisión del criterio y definición de deforestación)	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar otros términos para los diferentes tipos de vegetación para los cuales el término de deforestación no aplica • Considerar otros términos para diferenciar la vegetación primaria con manejo, de la secundaria • Definir el tiempo después de la intervención antrópica para considerar que una selva ya no es secundaria • Se requiere de criterios para distinguir la vegetación secundaria de la vegetación que nunca ha sido eliminada 	<ul style="list-style-type: none"> • Talleres con expertos 	<ul style="list-style-type: none"> • Definiciones y conceptos claros para el desarrollo de una norma técnica y un diccionario de términos • Fomentar el trabajo interinstitucional
	Conocimiento sobre los procesos sucesionales y de degradación en diferentes tipos de vegetación para diferentes regiones y en diferentes temporadas	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de la dinámica sucesional en diferentes tipos de vegetación y diagnóstico sobre las especies indicadoras de las diferentes etapas sucesionales • Meta-análisis acerca de los procesos sucesionales y sobre especies indicadoras de disturbios • Estudios sobre cómo los eventos catastróficos alteran la forma y ritmo de la recuperación 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar y convocar estudios enfocados a conocer la dinámica sucesional en los diferentes tipos de vegetación • Desarrollo de convocatorias con fondos sectoriales 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de la condición de la vegetación a partir de la identificación de los procesos sucesionales pueden ser mapeados a partir de imágenes de satélite y validados en sitios de control en campo
	Estudios para evaluar la importancia de incorporar criterios biofísicos y ambientales en la clasificación de los tipos de vegetación, su condición y su impacto en la interpretación de los procesos de cambio	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar en qué medida variables como tipo de suelo, estrés hídrico, infiltración, etc. • Se pueden incorporar como criterios para clasificar los tipos de vegetación y su condición en campo y a partir de la información espectral y de textura de imágenes de satélite 		

Cuadro 2. Continuación.

Eje temático	Meta	Necesidades	Actividades/ acciones	Resultados esperados
Aspectos técnicos y metodológicos				
	<p>Guías de campo estandarizadas y actualizadas para clasificar la vegetación y su condición</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con información estandarizada para la clasificación y validación de mapas • Realizar un catálogo de especies indicadoras (incluyendo invasoras) que ayude a verificar la clasificación de la vegetación 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar campañas de identificación y verificación de la condición de la vegetación en puntos de validación en campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Publicación de guías estandarizadas y actualizadas para la clasificación de la condición de la vegetación
	<p>Establecimiento de diversos mecanismos y protocolos para la recopilación información de campo y validación de la cartografía</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con mecanismos estandarizados de intercambio de la información e infraestructura entre diferentes sectores: instituciones gubernamentales, instituciones académicas y sociedad civil • Poner la información de campo y de herbarios que genera el INEGI a disposición de los usuarios • Publicar y proveer evaluaciones de confiabilidad de los productos cartográficos que permitan evaluar la consistencia entre los diferentes productos a diferentes escalas (p.e. exactitud temática) • Elaborar y utilizar plataformas orientadas al <i>crowdsourcing</i> para recopilar información de campo que permita a los usuarios y expertos retroalimentar los mapas del INEGI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar un proyecto en conjunto con NaturaLista para la recopilación de información que permita validar la cartografía de uso de suelo y vegetación • Elaborar una plataforma web geoespacial de acceso libre para consulta y descarga de la información espacial de uso de suelo y vegetación, de campo, de herbarios • Desarrollar una aplicación para teléfonos inteligentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de datos cartográficas estandarizadas y consistentes a diferentes escalas y resoluciones espaciales, temporales y temáticas • Publicación de estimaciones de confiabilidad y exactitud temática de los mapas • En caso de las series del INEGI escala a 1:250 000: corrección de errores temáticos en la clasificación de la vegetación y su condición

Cuadro 2. Continuación.

Eje temático	Meta	Necesidades	Actividades/ acciones	Resultados esperados
	<p>Generación de una nueva línea base diversificada de productos cartográficos diseñados para diferentes aplicaciones (p.e. diversos propósitos) y compatibles, en lo posible, con las series de INEGI escala 1:250 000</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar bases cartográficas multitemporales a nivel nacional (p.e. anuales y a intervalos de tiempo de cinco y diez años) • Generación de bases cartográficas con mayor resolución espacial, temporal y temática en sitios de importancia biológica o altamente amenazados (<i>biodiversity hotspots</i>), ya que el área mínima cartografiable de las series del INEGI escala 1:250 000 no captura la dinámica de cambio actual, en especial los cambios relacionados con la condición (p.e. regeneración y degradación) de la vegetación • Establecer una línea base para mapear los cambios espacio-temporales de la vegetación en sitios con poca extensión, pero de alta importancia biológica (p. e. islas, franjas costeras). • Incorporar metodologías para distinguir si la vegetación clasificada como primaria es producto de la recuperación o la reforestación • Definir sitios en los que se pueden elaborar mapas con mayor detalle e incluir asociaciones vegetales (incrementar la resolución de los mapas permitiría tener la cobertura de sitios con poca extensión, pero de importancia biológica) 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de un proyecto piloto para comenzar la investigación de sitios de importancia para la biodiversidad <i>biodiversity hotspots</i> • Desarrollo de una estrategia de muestreo para la vegetación por sitios de importancia para la biodiversidad • Generación de la cartografía de la condición y tipos de vegetación a resoluciones espaciales finas para los sitios piloto de importancia para la biodiversidad • Probar nuevas tecnologías (p.e. drones, <i>lidar</i>, <i>rapid eye</i>) y otras imágenes de satélite como Spot o Sentinel 	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de una nueva línea base de productos diversificados compatibles con el área mínima cartografiable de las series de uso de suelo y vegetación actuales • Consolidación del proyecto piloto para sitios de importancia para la biodiversidad <i>biodiversity hotspots</i> mediante la publicación de la cartografía generada

Cuadro 2. Continuación.

Eje temático	Meta	Necesidades	Actividades/ acciones	Resultados esperados
	Metodologías para estimar adecuadamente las tasas de deforestación		<ul style="list-style-type: none"> Participación de México en foros e instrumentos internacionales para comunicarse con la FAO 	
Normatividad				
	Contar con norma técnica de conceptos y definiciones	<ul style="list-style-type: none"> Contar con una norma que establezca los conceptos, criterios y metodologías a seguir para realizar estimaciones de pérdida, degradación y regeneración de la vegetación 		
Colaboración interinstitucional e intersectorial				
	Fortalecer la colaboración interinstitucional	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer vínculos colectivos entre instituciones que promuevan la generación de nuevos productos Establecer mecanismos eficientes para solicitar información a instituciones gubernamentales, académicas y organizaciones de la sociedad civil Establecer condiciones para derecho de uso y acceso de datos 	<ul style="list-style-type: none"> Reuniones interinstitucionales para dar seguimiento a recomendaciones Establecer convenios de colaboración entre el INEGI y diferentes dependencias para llevar a cabo los sistemas de retroalimentación 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de un protocolo de intercambio de información entre instituciones
Financiamiento				
	Conseguir recursos adicionales para elaborar y verificar las cartas de uso de suelo y vegetación nacionales	<ul style="list-style-type: none"> Obtención de recursos para realizar más verificaciones en campo y procesos de gabinete para el procesamiento de imágenes y de la información obtenida en campo 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de peticiones a los organismos públicos gubernamentales dedicados a promover y estimular el desarrollo de la ciencia y la tecnología, firmada por actores de diversas instituciones académicas, para solicitar recursos destinados a proyectos dirigidos a la elaboración de nuevos productos cartográficos de utilidad y relevancia a nivel nacional 	<ul style="list-style-type: none"> Financiamiento de proyectos orientados a: a) definir conceptos y criterios para clasificar la vegetación y su condición; y, b) elaborar productos cartográficos de calidad que permitan evaluar los tipos de vegetación y su condición a diferentes escalas espaciales y temporales

Fuente: elaborado por la Subcoordinación de Evaluación de Ecosistemas-CONABIO.

Referencias

- Ceballos, G., P.R. Ehrlich, R. Dirzo. 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines. *PNAS* 114:E6089-E6096.
- Challenger, A., R. Dirzo *et al.* 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 37-73.
- DeFries, R.S., J.A. Foley y Asner, G. P. 2004. Land-use choices: Balancing human needs and ecosystem function. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(5): 249-257.
- Koleff, P., T. Urquiza-Haas, E. Urquiza-Haas *et al.* 2016. Necesidades y prioridades de conocimiento científico para fortalecer la toma de decisiones. En: *Capital natural de México: capacidades humanas e institucionales*. Vol. V. CONABIO, México, pp. 305-370.
- Martínez-Ramos, M., I.A. Ortiz-Rodríguez, D. Piñero *et al.* 2016. Anthropogenic disturbances jeopardize biodiversity conservation within tropical rainforest reserves. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(19): 5323-5328.
- Sánchez-Colón, S., A. Flores Martínez, I.A. Cruz-Leyva y A. Velázquez. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas. En: *Capital natural de México: estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II. CONABIO, México, pp. 75-129.

Investigación del impacto del calentamiento anómalo del Pacífico nororiental y de El Niño, en la productividad de bahía Magdalena, Baja California Sur en el periodo 2015-2018

INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca y Acuacultura)

Metas de Aichi



ENBIOMEX



ODS



Introducción

El sistema lagunar Bahía Magdalena-Bahía Almejas (BM-BA) es uno de los más productivos y diversos del Pacífico mexicano. Se encuentra en la costa occidental de la península de Baja California (24.26–25.75° N, 111.33-112.30° O), en una zona de transición entre los ambientes tropical y templado. En éste se alternan una corriente costera proveniente del Pacífico central mexicano y la Corriente de California, que es una corriente oriental de frontera que se desplaza desde la costa de Alaska hasta la península de Baja California.

El sistema carece de aportes de agua terrígenos. Su principal fuente de nutrientes es la surgencia de agua subsuperficial que ocurre en la zona marina adyacente y que es transportada hacia el interior de la laguna por la marea. Estos procesos pueden ocurrir durante todo el año, pero son más frecuentes e intensos durante la primavera y el otoño.

El sistema BM-BA ha sido categorizado por la CONABIO como región terrestre prioritaria, región marina prioritaria, región hidrológica prioritaria, área de importancia de conservación de aves (AICA), y uno de los sitios piloto de la iniciativa de conservación marina de Baja California al Mar de Bering B2B (Baja to Bering Sea). Es también uno de los centros de actividad biológica (BAC) más importantes de la costa del Pacífico mexicano.

Este sistema es muy sensible a los cambios ambientales de gran escala debido a su ubicación geográfica. Cabe señalar que, entre el otoño de 2013 y la primavera de 2015, la

temperatura atmosférica y marina en el Pacífico nororiental fue muy elevada. Este fenómeno se debió a la falta de enfriamiento del agua en el golfo de Alaska, lo que alteró la intensidad de los vientos y las surgencias, así como la productividad desde Alaska hasta la península de Baja California.

Además, en la primavera de 2015, inició una fase particularmente cálida del evento acoplado océano-atmósfera El Niño-La Oscilación del Sur (mencionado en el resto del documento como El Niño). La intensidad máxima de la fase se alcanzó en noviembre de 2015 y fue equiparable a la de los eventos de 1982/1983 y 1997/1998, la cual concluyó en mayo de 2016. Por otro lado, entre 2016 y 2018 hubo dos eventos La Niña (fase fría del ENSO), de intensidad débil y moderada, respectivamente.

En el sistema BM-BA se obtiene un elevado porcentaje de la producción pesquera de Baja California Sur. Este estado ocupa el cuarto lugar nacional en ese rubro, de acuerdo con la

CONAPESCA. Sin embargo, entre 2014 y 2017, durante el periodo en que el calentamiento fue más acusado, la abundancia de algunos recursos disminuyó. Ese fue el caso de algunas almejas, cuya extracción se suspendió temporalmente (p.e. chocolate y catarina). Sin embargo, se pudo mantener la recolección de la almeja generosa, y la captura del camarón café y la jaiba.

Acciones emprendidas

Para determinar el efecto del calentamiento prolongado en la productividad de la laguna a varias escalas, se desarrolló un proyecto interdisciplinario e interinstitucional. Éste fue coordinado por el Instituto Nacional de Ciencia y Acuicultura, en el cual participan, además de investigadores y técnicos del mismo instituto, personal del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, la CONABIO y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

La descripción de las condiciones climáticas locales se efectuó con la temperatura atmosférica registrada en las inmediaciones de la laguna. Las condiciones a escala sinóptica y de cuenca se realizaron con indicadores climáticos, como el Índice Oceánico de El Niño, el Índice Decadal del Pacífico y el Índice de Surgencias publicados por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA).

También se analizan las características físicas y químicas del agua. En este análisis se incluyen los nutrientes inorgánicos, así como la estructura de las comunidades del micro fitoplancton y los grandes grupos del zooplancton. Con esta información se describen los cambios en los mecanismos que determinan la productividad y la base de la cadena trófica.

Se han efectuado muestreos para determinar cambios tróficos, en nueve sitios representativos de la laguna durante las mareas muertas. Éstos han sido con una frecuencia mensual, desde enero de 2015, con excepción del trimestre enero-marzo de 2016. Se utilizaron imágenes de satélite de temperatura superficial marina, clorofila a y fluorescencia de la clorofila generadas por el satélite MODIS-Aqua de la NOAA diarias y mensuales, obtenidas de bases de datos de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA) y la NOAA.

El proyecto ha permitido obtener información que ha sido útil para describir los cambios

en el cuerpo de agua a lo largo de los tres años. Éstos son los siguientes:

- En 2015 la temperatura del aire fue elevada. Aunque ésta disminuyó en 2016 y 2017, continuó siendo más elevada de lo normal; probablemente porque ese trienio ha sido el más cálido desde finales del siglo XIX.
- Los cambios en la dinámica atmosférica, asociada con el calentamiento, disminuyeron la intensidad de las surgencias en 2015 y 2016. En 2017 se observó un retorno a la normalidad, aunque con eventos más fuertes de lo normal, que condujeron a un incremento de nutrientes.
- Los valores de salinidad y densidad del agua mostraron la influencia de aguas provenientes del trópico durante gran parte de 2015. En los años posteriores se observó el retorno a las condiciones normales.
- El porcentaje de saturación de oxígeno, la concentración de nutrientes y de clorofila a mostraron cambios intra-anales muy notables. El oxígeno disuelto fue bajo en 2015 y 2017, en el primer caso por las condiciones de temperatura y salinidad y en el segundo por el ingreso de agua subsuperficial con baja concentración del gas. En el caso de los nutrientes, los cambios en su concentración estuvieron asociados con la intensidad de las surgencias, por lo cual fueron escasos en 2015, con la excepción del amonio, fueron cercanos al promedio en 2016 y abundantes en 2017.
- En los tres años se registraron cambios en la estructura de la comunidad del fitoplancton; en condiciones promedio se presentan dos florecimientos a lo largo del año, y la diversidad es más elevada al final de la primavera. Sin embargo, en 2015 sólo se observó un florecimiento de la diatomea formadora de cadenas, *Eucampia zodiacus*, y el índice de diversidad fue mayor en primavera.
- En 2015 la clorofila a registrada *in situ* fue mayor en el fondo, a diferencia de lo observado en otros años, cuando es mayor a media agua. La fluorescencia de la clorofila a mostró dos periodos de mayor abundancia, pero menos intensos de lo normal. Por lo que, las diferencias con las observaciones de densidad celular del micro fitoplancton y la abundancia de la clorofila sugieren que hubo un cambio en composición



taxonómica, posiblemente hacia organismos del nanoplancton.

- La biomasa del zooplancton fue elevada en el invierno de 2015, aunque menor que la observada en otros eventos El Niño o en años ENSO-neutral. En 2016, cuando concluyó El Niño e inició La Niña, cuando se fortalecieron las surgencias y la concentración de nutrientes, se registraron florecimientos de *Guinardia/Rhizosolenia* aunque la biomasa del zooplancton permaneció baja. En este año se observaron cantidades similares de diatomeas y dinoflagelados, aunque durante la temporada templada hubo más diatomeas y dinoflagelados en la cálida. La Niña concluyó en 2017, y en contraste con los otros años, el fortalecimiento de las surgencias causó florecimientos algales desde abril hasta junio cuando se detectaron algunos florecimientos nocivos, mientras que durante todo el año la biomasa del zooplancton permaneció escasa.

Los cambios observados sugieren que el periodo prolongado de calentamiento alteró los mecanismos de fertilización (surgencias). También disminuyó el ingreso de nutrientes y aunque hubo grandes cantidades de fitoplancton, conformadas principalmente por diatomeas, el zooplancton fue menos abundante de lo normal.

Relevancia y conclusiones

Los cambios en la productividad del cuerpo de agua y la estructura de las comunidades de plancton, ubicadas en la base de la cadena trófica, probablemente han repercutido en la abundancia de algunos de los recursos pesqueros más importantes. La investigación en Bahía Magdalena inició en 2015, a pesar de que el periodo de calentamiento se detectó desde 2014. No obstante, la estructura de la comunidad del plancton aún presenta diferencias con respecto a las condiciones promedio.

Es probable que en el futuro haya más eventos de calentamiento prolongados. Por este motivo, es necesario efectuar investigaciones de largo plazo, tanto en esta laguna, como en otras, en las que la actividad antrópica es aún pequeña. Esto, con el objetivo de evaluar los cambios en las condiciones asociadas con procesos de escala global y el cambio climático, lo que permitirá adoptar medidas para mitigar esos cambios.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA. PROHIBIDA SU VENTA