

CONABIO

DOS DÉCADAS DE HISTORIA
1992 · 2012



CONABIO

DOS DÉCADAS DE HISTORIA

1992 • 2012

Primera edición, 2012

DR © COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO)

Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903
Parques del Pedregal, Tlalpan, 14010 México, D.F.

www.conabio.gob.mx

ISBN 978-607-7607-59-5

Coordinación editorial: José Sarukhán Kermez y Rosa María Seco Mata

Producción editorial: Redacta, S.A. de C.V.

Diseño de portada: Bernardo Terroba Arechavala

Fotografías: Banco de Imágenes CONABIO

Impresión y encuadernación: Offset Rebosán, S.A. de C.V.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra —incluido el diseño gráfico y de portada— por cualquier medio analógico o digital, sin el consentimiento escrito del titular de los derechos patrimoniales.

Impreso y hecho en México

CONABIO

DOS DÉCADAS DE HISTORIA

1992 • 2012



COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
MÉXICO, 2012

Contenido

Presentación, 11

1 Introducción

- 1.1 El conocimiento de la biodiversidad mexicana: antecedentes, 13
- 1.2 Gestación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 16
- 1.3 Cómo fue constituida, 16
- 1.4 Proceso de transformación, 18

2 Recopilación y sistematización de datos. Creación de infraestructura

- 2.1 Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, 21
 - 2.1.1 Desarrollo del SNIB, 21
 - 2.1.2 Computarización de colecciones científicas, 26
 - 2.1.3 Control de calidad de los datos del SNIB, 27
 - 2.1.4 Catálogos de Autoridades Taxonómicas, 27
 - 2.1.5 Apoyo a proyectos, 29
 - 2.1.6 Instituciones colaboradoras, 30
 - 2.1.7 Capacidad de manejo de imágenes satelitales y de percepción remota, 30
 - 2.1.8 Herramientas y aplicaciones geomáticas del SNIB, 31
- 2.2 Sistemas de información de apoyo al SNIB, 32
 - 2.2.1 Biótica®, 32
 - 2.2.2 Geoinformática, 33
 - 2.2.3 Especies Prioritarias, 35
 - 2.2.4 Bosques Mesófilos de Montaña, 35
 - 2.2.5 Organismos Vivos Modificados, 36
 - 2.2.6 Especies Invasoras, 36
 - 2.2.7 Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, 37

3 Metodologías de análisis. Conocimiento y comprensión. Modelación y monitoreo

3.1 Modelos, 39

3.1.1 Modelación de la distribución de especies, 39

3.1.2 Definición de ecorregiones, 40

3.1.3 Identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, 41

3.1.4 Vacíos y omisiones de conservación de la biodiversidad, 43

3.2 Monitoreo, 46

3.2.1 Cobertura del suelo, 46

3.2.2 Mares mexicanos, 46

3.2.3 Arrecifes y hábitats bentónicos, 47

3.2.4 Aves en reproducción y participación ciudadana, 48

3.2.5 Ecosistemas: manglares de México, 50

3.2.6 Detección temprana de incendios, 51

3.3 Análisis, 52

3.3.1 Análisis de riesgo de especies invasoras, 52

3.3.2 Análisis de riesgo de organismos vivos modificados, 53

3.3.3 Centros de origen y de diversidad genética, 54

4 Conocimiento para el uso sostenible de la biodiversidad.

Creación de inteligencia y políticas públicas

4.1 Estrategias, 57

4.1.1 Estrategia global: Convenio sobre la Diversidad Biológica, 57

4.1.2 *Capital natural de México*, 58

4.1.3 Capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, 58

4.1.4 Estrategias nacionales, 60

4.1.5 Estudios y estrategias estatales de biodiversidad, 62

4.1.6 Restauración y compensación ambiental, 64

4.1.7 Corredor Biológico Mesoamericano-México, 64

4.1.8 Recursos biológicos colectivos, 70

4.2 Alianzas estratégicas, 73

4.2.1 Mecanismo Global de Información sobre Biodiversidad, 73

4.2.2 Apoyo a la creación de una iniciativa global: IPBES, 73

4.2.3 *Enciclopedia de la vida*, 74

4.3 Actividades de asesoría y capacitación, 74

4.3.1 CONABIO, autoridad científica CITES en México, 74

4.3.2 Evaluación nacional de las UMA, 75

4.3.3 Opiniones técnicas sobre manifestaciones de impacto ambiental, 75

4.3.4 Adiestramiento internacional, 76

5 Comunicación y difusión

- 5.1 Aporte de información a la sociedad, 79
 - 5.1.1 Solicitudes de información, 79
 - 5.1.2 Portal web, 81
 - 5.1.3 Portal web para niños, 82
 - 5.1.4 Banco de Imágenes, 83
 - 5.1.5 Mosaico Natura México (colaboración NatGeo), 84
 - 5.1.6 Biodiversidad México You Tube, 84
- 5.2 Publicaciones, 84
 - 5.2.1 Ediciones, 84
 - 5.2.2 *Biodiversitas*, 85
 - 5.2.3 Distribución de publicaciones, 86
 - 5.2.4 *Patrimonio natural de México: cien casos de éxito*, 86
- 5.3 Difusión, 86
 - 5.3.1 Medios, 86
 - 5.3.2 Divulgación, 86
 - 5.3.3 Comunicación interna, 87

6 Hacia el futuro en la CONABIO, 89

7 Administración

- 7.1 Presupuesto y mecanismo financiero, 93
- 7.2 Capital humano, 94

Presentación

EN MARZO DEL AÑO 1992, tres meses antes de la celebración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo —también llamada Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro—, se estableció en México, por acuerdo presidencial, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). En los 20 años transcurridos desde ese entonces la Comisión ha desarrollado una labor continua, a partir de un inicio muy modesto —sin oficinas ni equipamiento—, que le permite hoy contar con una amplia planta de personal capacitado y dedicado de tiempo completo, con adecuadas y modernas instalaciones, con un gran acervo de datos construido durante 20 años, con información sistematizada y en forma de modelos y con la capacidad de generar inteligencia relevante para el conocimiento y el uso sustentable de la diversidad biológica mexicana.

Este documento tiene el propósito de relatar la vida y el desarrollo de la Comisión en sus cuatro lustros de existencia. Más que un informe de actividades, es una narración del derrotero seguido por la CONABIO para aportar a la nación —a sus órganos de decisión gubernamental, a la academia y a la sociedad en general— información pertinente, certera y oportuna que permita el ejercicio eficaz de la indispensable rectoría del gobierno en la conservación y el uso sustentable de nuestro capital natural.



Sierra Tarahumara, Chihuahua

1 | Introducción

1.1 EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD MEXICANA: ANTECEDENTES

México es un país privilegiado por la diversidad biológica excepcional que se encuentra en su territorio, expresada en muy diversos ecosistemas donde coexisten miríadas de especies poseedoras de una amplia variabilidad genética. Es ampliamente sabido que nuestro país ocupa el cuarto o quinto lugar del mundo en cuanto a diversidad biológica y ecológica y, además, que gran parte de esa diversidad es exclusiva del país.

Al igual que en otras partes del planeta, la diversidad biológica y ecológica está acompañada por un rico mosaico cultural que se manifiesta no sólo por las más de 300 lenguas que aún se hablan en el territorio mexicano sino, de manera especial, por la interacción de esa diversidad cultural con la biológica, ilustrada por el hecho de que nuestro país es uno de los principales centros de origen de plantas cultivadas del mundo, con cerca de 120 especies que fueron total o parcialmente domesticadas por agricultores prehispánicos.

El proceso de domesticación del maíz y de muchas otras plantas, iniciado hace milenios en nuestro territorio, así como la riquísima farmacopea que deslumbró a los europeos que llegaron a la Nueva España son dos elementos que de manera evidente demuestran la cercana relación de varios grupos étnicos del México antiguo con sus recursos naturales y el amplio conocimiento que tenían de ellos. Ese conocimiento no se limitaba a la simple capacidad de reconocer plantas o animales (que por cierto era muy amplia) sino que se extendía

a un entendimiento empírico de las condiciones ecológicas en las que se desarrollaban los elementos de ese capital natural, de gran importancia económica y cultural para los diferentes pueblos. Esa erudición, resultado de la aguda observación, del análisis empírico y de la transmisión oral de las experiencias obtenidas generación tras generación fue crucial para el desarrollo de sistemas agrícolas que dieron sustento a numerosas culturas en nuestro territorio.

Tanto el conocimiento individual de las especies útiles (alimenticias, medicinales u ornamentales) como la comprensión integral de los procesos de producción de alimentos y de funcionamiento de los ecosistemas accesibles a la población fueron incorporados sólo de manera parcial en la cultura de la sociedad colonial dominante, durante los tres siglos que duró ese periodo histórico del país.

Con contadas excepciones, como los códices *De la Cruz-Badiano*, de 1552 —ignorado durante varios siglos y redescubierto en 1929— y *Florentino* (1580), de la recopilación del protomédico español Francisco Hernández durante el último tercio del siglo xvi, y de algunas expediciones científicas posteriores, entre las que destaca la realizada por el botánico español Martín de Sessé y su colega novohispano José Mariano Mociño a fines del siglo xviii, no hubo esfuerzos sistemáticos encaminados a conocer la enorme riqueza biológica de la Nueva España.

Durante el primer periodo de la época colonial, la mayor parte de la cultura de la naturaleza, es decir del uso de los recursos naturales, en especial en lo referente a herbolaria y medicina tradicional,

provenía del conocimiento indígena y, en particular, de las diferentes ediciones de la obra de Francisco Hernández.

Hacia fines del siglo XVIII, en 1788, se estableció en la Real y Pontificia Universidad de México la primera cátedra de Botánica en América y, simultáneamente con la publicación del *Systema Naturae* de Linneo, comienza lo que podría llamarse la etapa “occidentalizada” de la ciencia biológica en México. En esa época hubo una serie de iniciativas como la publicación de periódicos científicos, algunas exploraciones de investigación y, a comienzos del siglo XIX, eventos como la expedición de Humboldt y Bonpland al continente americano, pero en especial al territorio mexicano, que marcaron hitos de gran importancia.

Al término de la etapa colonial, con la incipiente estabilización del México independiente, hacia la mitad del siglo XIX, empiezan a surgir actividades de mayor relevancia, en lo concerniente al conocimiento de la riqueza biológica de México, así como al establecimiento de las primeras instituciones dedicadas a propiciar los estudios de exploración naturalista y el mantenimiento de colecciones científicas. Algunas expediciones extranjeras —como la de los naturalistas ingleses Salvin y Godman, que recolectaron más de 50 000 especies en nuestro país y Centroamérica, de las cuales casi la mitad resultaron ser nuevas para la ciencia, con descripciones que fueron publicadas en la monumental obra *Biología Centrali-Americana*—, en ocasiones acompañadas de un puñado de naturalistas mexicanos, realizaron estudios aislados y recolecciones cuyo destino, por lo general, eran museos y herbarios extranjeros. Éste fue el caso en la capital del país y en algunos estados como Guanajuato, Nuevo León y Jalisco. En la figura 1.1 se muestra el progreso del conocimiento de la biodiversidad en México, estimado en número de especies conocidas, durante el predominio indígena y el occidental.

A partir de la restauración de la República en México, en la década de los años sesenta del siglo XIX, empiezan a surgir instituciones seminales que

permiten un desarrollo menos irregular de los estudios naturalistas, ahora con influencia académica marcadamente francesa. Así, se constituyen la primera Sociedad Mexicana de Historia Natural (1868) y la primera publicación formal sobre el conocimiento de la flora y fauna del país; se fundan el Museo Nacional, la Comisión Geográfico-Exploradora y la primera Escuela de Agricultura. Se establece también la Comisión Científica Nacional, que sería la base de la Academia Nacional de Medicina, así como, a comienzos del siglo XX, la Comisión Exploradora de la Flora y la Fauna Nacionales (1907), que llevó a cabo los primeros estudios sistematizados sobre las especies mexicanas.

Hubo que esperar al fin de la década de los años veinte, luego de la culminación del movimiento revolucionario de 1910, para que comenzara un lento pero constante proceso de fortalecimiento de las instituciones dedicadas al estudio de la flora y fauna mexicanas en algunos estados. Aunque con limitaciones, da comienzo entonces un trabajo institucionalizado de exploración científica del país, de recolección de especímenes y su cuidado en colecciones científicas y de formación de nuevas generaciones de taxónomos. Las primeras colecciones científicas institucionalizadas y mantenidas con personal especializado se iniciaron entre 1929 y 1935; tal es el caso del Herbario Nacional en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y las colecciones en el entonces recién fundado Instituto Politécnico Nacional. Este proceso se ve fortalecido por la presencia en algunas de las instituciones de la capital mexicana de un número importante de biólogos y naturalistas españoles exiliados en México a raíz de la guerra civil. Hacia la década de los cincuenta existía ya una institución pionera, el Instituto Mexicano de Recursos Mexicanos Renovables (Imernar), que acumuló una notable cantidad de materiales publicados sobre nuestra diversidad biológica; Sánchez León (1969), por ejemplo, publicó una bibliografía sobre la zoología en México que contenía más de 5 000 referencias.

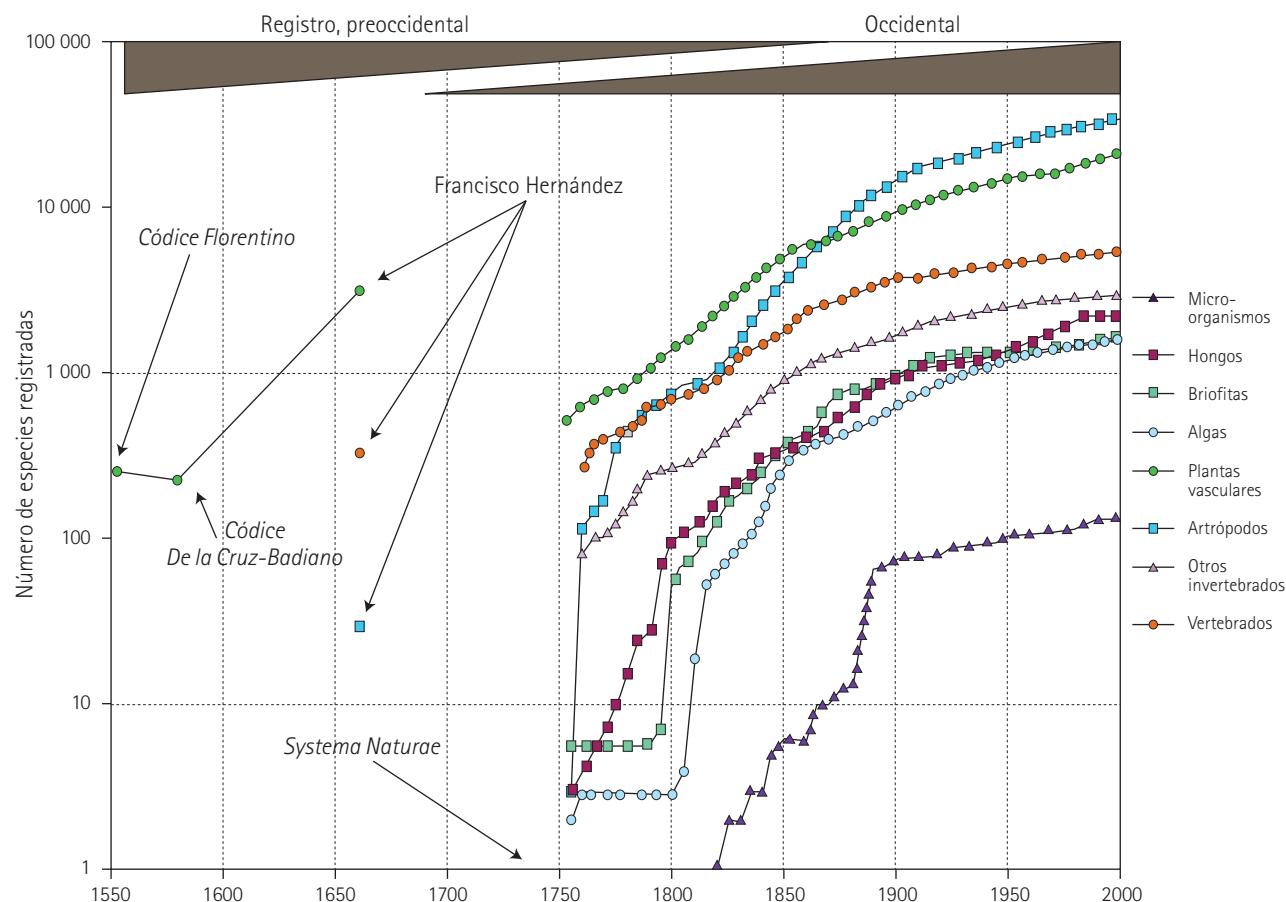


Figura 1.1 Evolución del conocimiento sobre la biodiversidad de México, medido como número de especies registradas en códices (pre-*Systema Naturae*) y en colecciones científicas y publicaciones (post-*Systema Naturae*); escala logarítmica. (J. Llorente y S. Ocegueda 2008).

Más tarde, a partir de la década de los sesenta, este proceso se acelera y da origen al crecimiento de las colecciones nacionales de organismos, a su proliferación en universidades e instituciones de investigación en varios estados de la República y a un vigoroso proceso de reclutamiento de nuevos investigadores jóvenes. En las siguientes dos décadas se otorga un decidido apoyo económico gubernamental a varias de las más importantes instituciones de investigación del país y da comienzo así un esfuerzo por computarizar las colecciones existentes.

Hacia las décadas de los años setenta y ochenta México ya contaba con tres o cuatro instituciones que contenían colecciones de cobertura nacional

de uno o varios grupos de organismos y un mucho mayor número de instituciones dedicadas al estudio de floras y faunas estatales o regionales.

En un estudio realizado poco antes del año 2000 (Llorente *et al.* 1999) se muestra que existían en México cerca de 160 instituciones de investigación, enseñanza y difusión de temas sobre diversidad de especies o relacionados con la biodiversidad. En esas instituciones se registraron 193 colecciones (muchas de ellas regionales): 76 de botánica, 110 de zoología y siete de microbiología; en tan solo 27 de ellas se concentraba más de 85% de los ejemplares existentes en el país y 71 herbarios mexicanos estaban registrados en el *Index Herbariorum*.

1.2 GESTACIÓN DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

En ocasiones las instituciones surgen de una serie de actividades concatenadas, mientras que en otras, eventos circunstanciales y sin planeación previa, surgidos en un contexto favorable, desempeñan un papel decisivo. De esta última manera surgió la CONABIO: una combinación de hechos fortuitos a finales del año 1991 permitió presentar la propuesta de creación de la Comisión al presidente de la República, Carlos Salinas de Gortari, interesado en llevar a la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro una iniciativa importante relacionada con la biodiversidad mexicana. Se quería establecer un organismo nacional, dentro de la estructura gubernamental, con la misión de reunir la información acerca de la diversidad biológica mexicana, que fuera promotor, de manera continuada, de su mejor conocimiento así como de las formas de preservarla y utilizarla de manera sustentable.

Para fortalecer la iniciativa y darle un contexto apropiado, la Presidencia de la República convocó a una reunión internacional en febrero de 1992 en la que participó un notable grupo de especialistas en diversos campos de las ciencias de la biodiversidad; las presentaciones y discusiones que tuvieron lugar durante la misma fueron recogidas en una publicación (Sarukhán y Dirzo 1992). El propósito de la reunión era que, después del análisis y de las discusiones de los principales problemas que aquejaban a la diversidad

biológica del planeta, se planteara una propuesta para el establecimiento de ese organismo en México. De esa manera, durante la clausura, que se llevó a cabo en el sitio arqueológico de Yaxchilán (figura 1.2), el Presidente de México anunció la decisión de crear la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; el acuerdo correspondiente que formalizó esa decisión se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* el 16 de marzo del mismo año.

1.3 CÓMO FUE CONSTITUIDA

La CONABIO se estableció como una comisión intersecretarial con carácter permanente, con el propósito de coordinar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y el uso sustentable de la biodiversidad de México.

Encabeza la Comisión el Presidente de la República y está compuesta actualmente por los titulares de las siguientes diez secretarías de Estado: Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat); Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa); Desarrollo Social (Sedesol); Economía (SE); Educación Pública (SEP); Energía (Sener); Hacienda y Crédito Público (SHCP); Relaciones Exteriores (SRE); Salud (ss) y Turismo (Sectur). El titular de la primera de ellas, la Semarnat, funge *ex officio* como secretario técnico de la Comisión.

La CONABIO desempeña sus funciones mediante una coordinación nacional integrada por un grupo operativo de especialistas en áreas diversas:

Asistentes a la reunión de gestación de la CONABIO (13 y 14 de febrero de 1992)

Geoffrey S. Barnard	Cristina Goetsch	Russell A. Mittermeier	Andrés M. Sada
Francesco di Castri	Arturo Gómez Pompa	Michael Monaghan	José Sarukhán
Neil R. Chalmers	Gonzalo Halffter	Rodolfo Ogarrio	Peter A. Seligmann
Rita R. Colwell	Winfred Hallwachs	John C. Ogden	Otto T. Solbrig
Rodolfo Dirzo	Martin W. Holdgate	David Packard	Michael E. Soulé
Anne H. Ehrlich	Daniel H. Janzen	Guilherme M. de la Penha	Víctor L. Urquidi
Terry L. Erwin	Victor Lichtinger	Peter H. Raven	
Kathryn Fuller	Thomas E. Lovejoy	Walter V. Reid	
Rodrigo Gámez	Dan M. Martin	Jerzy Rzedowski	

geografía, ingeniería, cómputo, biología y ecología, entre otras, dirigido por un coordinador nacional. En los primeros trece años de vida de la Comisión, Jorge Soberón Mainero cubrió la responsabilidad de secretario ejecutivo, definiendo en gran medida las características actuales del organismo. Posteriormente, Ana Luisa Guzmán asumió esa posición entre los años 2005 y 2009.

En el renglón financiero, el presupuesto de la CONABIO depende en un 60 a 70% de fondos públicos federales; el resto de los recursos proviene de fuentes externas, algunas de ellas internacionales. Esos fondos son depositados en un fideicomiso privado cuyo papel ha sido fundamental en la capacidad de la Comisión para hacer un uso fluido, eficiente y transparente de los recursos disponibles.

La CONABIO no lleva a cabo investigación básica ni trabajo de campo (recolecciones de especímenes, por ejemplo) sino que los promueve y apoya en universidades e instituciones de investigación, y realiza actividades de investigación aplicada para la resolución de problemas específicos. Como resultado de esa promoción, y también por otros medios, compila y genera información sobre biodiver-

sidad, desarrolla capacidades humanas en el área de informática de la biodiversidad y es fuente pública de información y conocimiento accesible para toda la sociedad. Es una institución que crea inteligencia sobre nuestro capital natural y promueve que la conservación y el manejo de la biodiversidad se base en la mejor información científica disponible y en acciones realizadas por la población local, actor central en ese proceso. El propósito último de la institución es suministrar a las instancias involucradas en la toma de decisiones elementos para establecer lineamientos y políticas públicas basadas en información sólida, confiable y actual.

Mandato legal

A fines de 1996 se reformó la fracción v del artículo 80 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para asignar a la CONABIO la responsabilidad de instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). La constitución y operación del SNIB, eje central de la operación de la Comisión, se describe con detalle en este documento.



Figura 1.2 El presidente Carlos Salinas de Gortari hace pública la decisión de crear la CONABIO. Yaxchilán, Chiapas, 14 de febrero de 1992 (foto: Estado Mayor Presidencial).

Lineamientos de operación

La CONABIO ha sido, desde su inicio, un puente entre el sector gubernamental y la academia (en las áreas de ecología —en el sentido más amplio—, sistemática y, hasta cierto grado, genética), en particular con los expertos y científicos que producen conocimiento e información útil para su aplicación. En el pasado, y salvo algunas excepciones, la colaboración y comunicación entre gobierno y academia no era común ni fácil en México; sin embargo, esta función de vinculación ha propiciado un ambiente de confianza entre ambos sectores, así como con la sociedad en general. La gestión gubernamental de los asuntos relacionados con la biodiversidad se ha enriquecido, incrementado y cada vez más se basa en la información que aportan los grupos especializados.

La CONABIO asumió plenamente la responsabilidad de hacer accesible a la sociedad el producto de su trabajo, respetando los derechos de propiedad intelectual del mismo. Dos principios fundamentan esta función: primero, casi toda la información que la CONABIO maneja proviene de instituciones públicas y se ha obtenido con fondos públicos y, por tanto, ésta debe ser accesible para todos, y, segundo, la convicción de que sólo con una sociedad bien informada y educada será posible desarrollar y fortalecer una cultura de aprecio y valoración del capital natural del país. Es un objetivo implícito de la CONABIO hacer de la sociedad un copartícipe informado y convencido que, a la vez que cuide el patrimonio natural del país, exija a las autoridades la elaboración y aplicación de políticas públicas y programas sectoriales para conservar y usar de manera sustentable la diversidad biológica de México.

La CONABIO actúa también como un laboratorio para la instrumentación de políticas públicas transversales en lo referente al medio ambiente. En efecto, desde hace diez años, y en parte debido a su carácter multisecretarial, esta institución lleva a cabo proyectos territoriales en el conocimiento

y uso de la biodiversidad, a saber, el Corredor Biológico Mesoamericano y el Programa de Recursos Biológicos Colectivos, el primero de ellos en conjunto con esfuerzos similares en los países centroamericanos.

1.4 PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

A lo largo de 20 años, la CONABIO ha transitado por varias fases. Su mandato específico era compilar un inventario de la biodiversidad de México y mantenerlo actualizado para que se usara con fines de conservación y uso sustentable del capital natural. Durante su fase inicial, el personal de la CONABIO revisó las muy escasas experiencias internacionales sobre este tema (Soberón *et al.* 2010). Esta revisión sugirió los principios rectores que han guiado el desempeño de la institución: utilizar datos primarios, documentar su calidad y hacerlos accesibles al público sin más restricción que la determinada por los derechos de propiedad intelectual y, en ciertos casos, evitar los riesgos de prácticas preditorias. Durante su primera fase (1993 a 1995) la CONABIO se dedicó a instrumentar los entonces incipientes estándares internacionales relacionados con estructuras de bases de datos sobre biodiversidad y a apoyar proyectos para la obtención de las mismas. Durante esa primera fase los datos no se procesaban, no se generaba información y, prácticamente, no había usuarios para ellos, pero su volumen en las bases de datos creció regularmente.

En una segunda fase (1995 a 1998) empezó a producir análisis y documentos de importancia nacional, parcialmente sobre la base de los datos ya obtenidos, pero aún sin que se pudiera decir que existían usuarios regulares, dejando a un lado los estrictamente académicos. Sin embargo, el acervo de datos había crecido sustancialmente, al grado de que México y Australia eran los únicos países del mundo donde se podían desarrollar y probar ciertas herramientas de carácter bioinformático, que

posteriormente resultaron indispensables para el trabajo cotidiano de la institución (Soberón *et al.* 1996; Soberón y Peterson 2005).

Durante esta segunda fase se pudo calibrar cabalmente la enorme magnitud del reto informático que representaba cumplir el mandato del Acuerdo de creación de la CONABIO, y se inició un largo proceso de desarrollo de adaptación de las experiencias internacionales, así como de generación de soluciones propias e innovadoras para resolver el extremadamente complejo problema que plantea la misión de “crear un inventario de la biodiversidad de México y mantenerlo permanentemente actualizado”.

En la tercera fase (1998 a la fecha), la CONABIO ha venido recibiendo una creciente demanda de asesorías, empezando por las relacionadas con monitoreo de incendios forestales, manejo de especies forestales y priorización de acciones de conservación. En la actualidad la institución no solamente es, por mucho, la principal proveedora de datos sobre la diversidad biológica de México sino que asesora (en éste y otros temas asociados) de manera regular, y por disposiciones legales, a diferentes dependencias del Ejecutivo federal.

Para comprender mejor el trabajo que la CONABIO ha desarrollado desde hace veinte años es necesario delimitar el alcance de su quehacer. Con tal propósito podría decirse que, a grandes rasgos, la Comisión se ha dado a la tarea de contar con información para poder realizar análisis y estudios de la biodiversidad del país que generen conocimiento y, por tanto, permitan tomar decisiones inteligentes respecto al uso y la conservación de esa diversidad biológica. En la práctica esto ha significado para la Comisión hacerse de datos —relativos a los ecosistemas de nuestro país y a las plantas, animales y microorganismos que viven en ellos—, sistematizarlos y crear un sistema de información confiable y, a partir de éste, establecer una sólida infraestructura para

seguir avanzando en la construcción del conocimiento sobre la naturaleza de México, su cuidado y su uso racional.

Si bien ésta ha sido la primera y principal tarea de la CONABIO, obtener, seleccionar, enriquecer y sistematizar datos, el siguiente gran paso ha sido el desarrollo de metodologías de análisis de la información ya depurada; utilizar los datos para desarrollar modelos de distribución de las especies, monitorear las alteraciones en los ecosistemas y obtener conocimiento y comprensión de los procesos que ocurren en ellos de manera natural, así como de los cambios producidos por la acción del hombre como, por ejemplo, los efectos de la depredación sobre la estructura de los ecosistemas.

La madurez adquirida por la institución le ha permitido participar, con conocimiento de causa, en el cumplimiento de las leyes ambientales (por ejemplo en lo referente a organismos transgénicos e impacto ambiental) y en el desarrollo de políticas públicas que reflejen una visión de uso sostenible (planeación de la conservación, recolecta científica, acceso a los recursos genéticos, especies invasoras, entre otros ejemplos); le ha permitido, también, dar a conocer la riqueza natural del país así como la necesidad de su conservación de cara al futuro. Por otra parte, la experiencia acumulada se hace patente en el desarrollo de proyectos y programas de beneficio público que conserven, usen y manejen la biodiversidad de nuestro país mediante procesos de apropiación social de su riqueza y de apreciación económica con valores agregados para el beneficio colectivo de sus dueños, en su mayoría pertenecientes al sector rural de México.

Ésta es, en suma, la visión moderna de la CONABIO para entrar de lleno a una etapa de creación de inteligencia para la toma de decisiones en la conservación y el uso sustentable del capital natural de México.



Tenabo, Campeche

2| Recopilación y sistematización de datos. Creación de infraestructura

2.1 SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD

2.1.1 Desarrollo del SNIB

El Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) es, desde la creación de la CONABIO, la columna vertebral de la actividad que se realiza en la Comisión.

El SNIB es un sistema que integra la información referente a cerca de cinco millones de especímenes albergados en numerosas colecciones de México y del extranjero. Cuenta con un acervo de información cartográfica de más de 3 000 temas ambientales, de infraestructura y socioeconómicos, de 180 000 imágenes tomadas por sensores remotos (vuelos aéreos e imágenes satelitales), información geográfica creciente y miles de productos¹ generados día a día (CONABIO 2011; Soberón *et al.* 2010).

El SNIB ha tenido, desde sus inicios, el propósito de compartir la información —de manera ágil y eficaz— con sus diversos usuarios para permitirles una mejor toma de decisiones en cuanto al conocimiento, uso sostenible y conservación del capital natural de México. Fue diseñado para el manejo de grandes volúmenes de información, provenientes de dos fuentes principales: la de los datos de ocurrencias —ejemplares y observaciones— y la geográfica, es decir, cartografía digital y sensores remotos.

Para la conformación del SNIB, los especialistas han sido una pieza clave como portadores de cono-

cimiento que se traduce en información para el propio Sistema al mezclar, con eficacia, diferentes formas de procesamiento mediante el paradigma clásico: de los datos a la información y de ésta al conocimiento y, en no pocas ocasiones, regresar del conocimiento a la información y los datos. Hay múltiples ejemplos en la CONABIO de la aportación fundamental de los expertos: uno de ellos es el proceso por el que se definieron las regiones prioritarias terrestres (Arriaga *et al.* 2009), ampliamente utilizado para la toma de decisiones en distintos ámbitos. Otros ejemplos que ilustran la incorporación del conocimiento de los especialistas al SNIB son: los recursos genéticos y organismos genéticamente modificados (OGM), las especies invasoras, las especies prioritarias y la distribución geográfica de las especies (modelación del nicho ecológico y de la distribución potencial).

En cuanto a las características del Sistema, el cuadro 2.1 (desarrollado a partir de las ideas de Stair y Reynolds 2008) presenta una síntesis de la considerable lista de propiedades que se han ido incorporando al SNIB. Aquí hay que mencionar que el grado de avance para cada una de ellas es distinto y que, en particular, la característica de “relevancia” se cumple a cabalidad; así, por ejemplo, la información contenida en el SNIB se utiliza en la toma de decisiones relacionadas, por ejemplo, con OGM, especies invasoras y varios otros temas importantes e incluso urgentes.

El SNIB ha tenido, *grosso modo*, tres fases importantes en su desarrollo, que corresponden con las de la institución: la primera (1992 a 1996) se caracterizó por el apoyo otorgado por la CONABIO a espe-

¹ Por ejemplo: incendios 19 000, radiancia 21 000, productos oceánicos 165 000.

Cuadro 2.1 Características del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad

Accesibilidad	Los datos deben estar a disposición del público y contar con un mecanismo de acceso explicado con toda claridad. La CONABIO considera que cualquier persona interesada debe estar en posibilidad de realizar sus propios análisis y para ello es necesario asegurar que los datos sean accesibles al público general.
Transparencia	El conjunto de datos debe ser descrito con claridad en su formato y contenido mediante diccionarios y mecanismos de integración así como con citas de las fuentes de los datos, de tal forma que –además de dar el crédito correspondiente a los autores– permita a los usuarios resolver dudas, profundizar en un tema específico y poder citar y consultar la fuente original.
Interoperabilidad	Los datos deben poder compartirse con otros sistemas informáticos o bancos de datos mediante la utilización de estándares internacionales de comunicación.
Relevancia	Los datos integrados en el SNIB deben ser relevantes para construir el conocimiento adecuado a las preguntas que se planteen. La relevancia de los datos contenidos en el SNIB fue y sigue siendo objeto de discusiones; es un tema dinámico que enriquece al Sistema.
Confiabilidad	Los protocolos de control de calidad establecidos para el Sistema garantizan la calidad de los datos que se utilizan. Se partió del hecho de que no existen sistemas sin errores pero también de que es posible minimizarlos y caracterizarlos mediante mecanismos específicos. Para el SNIB se han construido múltiples mecanismos de evaluación de los datos. También se ha trabajado para construir instructivos de métodos y mejores prácticas de presentación de la información.
Verificabilidad	La generación de los datos y de la información debe poseer el rigor de la investigación científica. Las opiniones pueden considerarse válidas, pero si no están sustentadas en datos factuales, no son incorporadas automáticamente en el Sistema.

cialistas para construir bases de datos, principalmente de los ejemplares depositados en las colecciones biológicas del país. En esta etapa fue muy importante la creación del sistema de información Biótica[©] (Jiménez y Ramos 1999; CONABIO 2009a) para la captura de datos de ejemplares, cuya finalidad es normalizar la forma y los formatos de los datos.

Por otro lado, las estructuras teóricas que se habían desarrollado internacionalmente para modelar este tipo de datos resultaban en la práctica poco operativas, por lo que la CONABIO también se dio a la tarea de concentrar la información (por grupos afines de organismos) en bases de datos, a las que de manera interna se les llamó “megabases”, que fueron utilizadas para responder a la demanda de consultas recibidas por dependencias gubernamentales, la sociedad civil y la academia. Finalmente, destaca

en esta etapa la decisión, desde 1996, de elaborar los Catálogos de Autoridades, una construcción de información para resolver problemas entre contenidos (CONABIO 2008c).

Con base en las experiencias del Instituto de Biodiversidad (InBio, Costa Rica), de ERIN (Environmental Resources Information Network, Australia) y de otras instituciones más, se decidió que el eje del SNIB estaría constituido con base en las especies representadas por los ejemplares depositados en colecciones biológicas. Entre 1995 y 1998 se realizó un diagnóstico (Llorente *et al.* 1998) que detectó que en las colecciones científicas del país se albergaban alrededor de diez millones de ejemplares de flora, fauna y microorganismos, mismas que constituirían una buena base para iniciar la construcción del Sistema.

Así, desde un principio se decidió canalizar a numerosas instituciones del país un porcentaje mayoritario del presupuesto de la CONABIO para la computarización de las colecciones existentes, y recolectar, identificar y resguardar ejemplares. De manera simultánea a la construcción de las bases de datos se ofrecieron apoyos para la realización de exploraciones y recolecta georreferenciada en regiones o grupos biológicos poco representados en las colecciones. En una estimación aproximada se calcula que el Sistema contiene datos de 35% de las colecciones mexicanas, además de albergar numerosos datos de colecciones en el extranjero de especies mexicanas.

En poco tiempo se pudo contar con bases de datos en muchas formas y formatos diferentes, y aunque con esto se hizo crecer el acervo, se dio lugar, por otro lado, a serios problemas al tratar de responder a un número creciente de preguntas. Cada consulta implicaba “hurgar” en todas las bases y realizar consultas sobre diferentes estructuras, dando lugar a un gran consumo de energía, tiempo y recursos. Para entonces se había ya avanzado en la construcción de un sistema que respondía a los estándares teóricos desarrollados internacionalmente. El resultado fue Biótica y esto pareció la solución idónea, no solamente para ordenar la información proveniente de los proyectos, sino también para el propio SNIB. Unir las bases de datos en el contenedor (modelo de datos), que se desarrolló para Biótica, permitiría, con un mismo *software* —en un sistema “monolítico”—, tener prácticamente toda la información. Es decir, Biótica se orientó para los responsables de proyectos de computarización en cada institución participante y se planteó como solución para el sistema en casa: el SNIB.

Por otro lado, las inconsistencias en los datos de las diferentes bases y las diferencias en esquemas de clasificación de las especies (por ejemplo, entre los mamíferos) hicieron necesario el desarrollo de un sistema de información que permitiese vincular y conciliar las diferencias entre los contenidos, en es-

pecial de la taxonomía de las especies. Ello permitiría, por ejemplo, hacer búsquedas sobre las diferentes formas en que los especialistas ubican a cuál grupo pertenece una especie y cuál es el nombre válido de una especie y sus sinónimos. Esto dio origen a lo que denominamos Catálogos de Autoridades Taxonómicas (CAT), actividad crucial para el SNIB. En la actualidad contamos con más de 80 000 nombres en ellos y la elaboración de nuevos catálogos es una actividad permanente y relevante para la institución.

La segunda fase del SNIB (1997 a 2006) estuvo marcada por el incremento sustancial de información, al entrar en operación en 1998 la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB) (CONABIO 2008d) lanzada simultáneamente con el sistema Species Analyst, parcialmente en respuesta a una solicitud de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (Soberón 1999). La REMIB operó por años como una de las dos únicas redes mundiales que enlazaban datos sobre biodiversidad, y la sólida arquitectura con que se construyó permite que siga en funcionamiento con un uso regular por parte de miles de usuarios que utilizan muchos megabytes mensuales de información.

Si bien la REMIB fue concebida y aprobada desde 1993 (CONABIO 2008d), su instrumentación requirió resolver diversos problemas técnicos y no fue inaugurada sino hasta 1998. Para entonces el desarrollo de nuevas versiones de Biótica y la proliferación de métodos artesanales y semiartesanales para desarrollar análisis, la consolidación de la cartografía digital y el permanente crecimiento del número de imágenes satelitales auguraban la necesidad de metodologías aún más poderosas y flexibles. Esta etapa se caracterizó, además, por la generación de múltiples herramientas y productos desarrollados con el propósito de mejorar la toma de decisiones, debido a que los datos eran utilizados cada vez más por especialistas externos a la CONABIO.

Pocos países en este periodo pudieron desarrollar de manera tan intensa como México la capaci-

dad de convertir datos provenientes de investigación básica en información relevante y mejorar capacidades institucionales para desarrollar productos para la toma de decisiones (Edwards *et al.* 2000), además de hacer accesible al público toda la información, los productos y los métodos, a pesar de que los datos y la información eran aún incompletos en su cobertura taxonómica y espacial (Escobar *et al.* 2009). La experiencia mexicana, entre otros factores, estimuló a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) para el establecimiento del Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Un esfuerzo particularmente exitoso y novedoso fue el Programa de Repatriación de Información (Koleff *et al.* 2004) creado con el objetivo de obtener datos de los especímenes mexicanos depositados en museos y herbarios del extranjero. Como resultado de este programa se obtuvieron cerca de 100 000 registros de especímenes de siete colecciones en el extranjero, principalmente de plantas (CONABIO 2003).

En esta etapa del desarrollo del SNIB surgieron otras disciplinas y herramientas dentro de la CONABIO para constituirse en el segundo eje de información del SNIB: los sistemas de información geográfica (representada por cartografía digital de variables climáticas, topográficas, socioeconómicas y vegetación, entre otras) y la percepción remota.

En la tercera etapa (de 2007 al presente) del SNIB se adoptaron varios procesos nuevos ligados a la redefinición de su arquitectura informática, tomando en consideración dos ejes: *a*] el componente especie/espécimen y *b*] el componente de geoinformación, además de la adquisición de una capacidad creciente de análisis y síntesis de los datos y la información.

A partir del año 2006 se realizaron varios esfuerzos para mejorar la integración de la información que compone el SNIB (datos biológicos, ecológicos, geográficos y de percepción remota, entre otros). Algunos esfuerzos iniciales tuvieron poco éxito, como la idea de colocar toda la información en una

sola base de datos. No fue sino hasta el año 2009 cuando se dio un importante giro en la conceptualización del sistema de información, consistente en pasar de un sistema monolítico a un sistema de información distribuida, esfuerzo en el que se sigue trabajando (figura 2.1).

Las ideas informáticas básicas implementadas en la REMIB se complementaron con el empleo de arquitecturas y tecnologías desarrolladas recientemente (utilizadas exitosamente, entre otros, por Google y Amazon). La nueva arquitectura del SNIB, respecto de la integración de datos y consulta de información de ejemplares, empieza entonces a cobrar forma como un sistema de información distribuida, que entrará en operación en 2012.

La arquitectura presentada en el diagrama de la figura 2.1 permitirá proporcionar información de forma sustancialmente rápida y consistente; en menos de un segundo se generará una respuesta y se ofrecerán opciones en atención a la consulta. Con base en esta nueva arquitectura la Comisión, tras veinte años de trabajo, realiza la integración de las más de 600 bases de datos de especies, resultado de los 829 proyectos presentados por numerosas instituciones del país y algunas extranjeras. En breve, estas bases se colocarán en lo que hoy se llama “la nube”.

Hasta junio del año 2011 se han transformado 568 bases —de un total de 629— a un solo modelo; esto es, todos los datos ahora tienen la misma forma: se tienen metadatos de las bases de datos y está en proceso su estandarización² para hacerlas públicas mediante esta arquitectura.

En lo que se refiere a las arquitecturas informáticas de datos geoespaciales se ha transitado por tres fases de construcción en el desarrollo del SNIB que se explican brevemente en el cuadro 2.2. Los avances en el desarrollo conceptual de objetos geográficos han permitido la creación de nuevas arquitecturas que han transformado las bases de datos

² La estandarización de la estructura y la información permite que sea usado más eficientemente por humanos y máquinas.

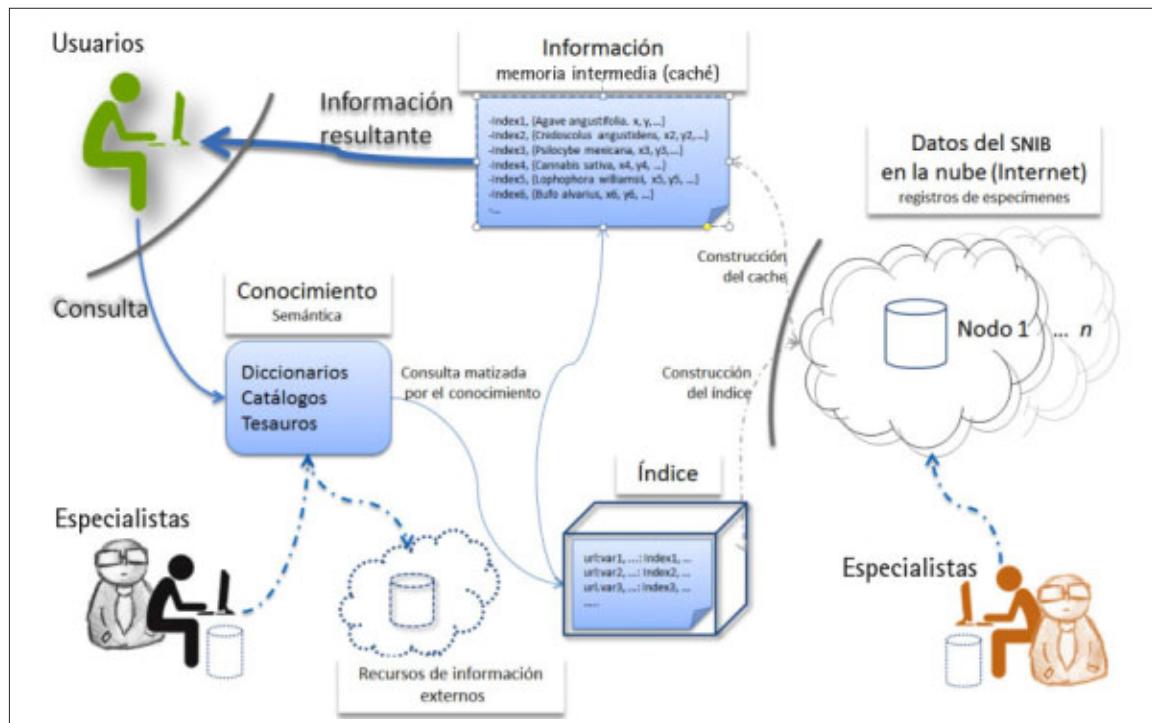


Figura 2.1 Diagrama de la arquitectura actual de información de especies como componente del SNIB.

geoespaciales, de estar centradas en un sistema de información geográfica (SIG) a estarlo como bases de datos relacionales.

En la actualidad se está integrando la geoinformación en una base de datos geoespacial, concepto que se ha usado en distintas disciplinas como la medicina (aplicaciones anatómicas), la electrónica (circuitos integrados) y la biología (estructuras moleculares). En el contexto del SNIB, dicha base de datos trabaja con objetos geométricos que describen características de la Tierra.

En el año 2008 comenzó la integración de la información geoespacial al nuevo concepto del SNIB; actualmente se han integrado 3 094 temas cartográficos y, para mediados del año 2012, se planea tener un poco más de 6 000; los temas de carácter público (más de 2 400) se encuentran ya en el geoportal de la CONABIO,³ disponibles para visualización, consulta y descarga de la información (CONABIO 2011). Ninguna otra institución mexicana,

Cuadro 2.2 Fases de construcción del SNIB

La integración de la información geográfica se realizaba por los llamados "archivos planos", ya que los objetos geométricos básicamente se almacenaban en archivos, en formatos protegidos por propiedad intelectual que no correspondían a estándares internacionales y que podían ser interpretados y manipulados sólo con software comercial.

Algunos datos se almacenaban en bases de datos relacionales. Usualmente se almacenaban los atributos "no espaciales", por ejemplo, un punto que representa una localidad podía tener asociada, mediante la conexión a una base de datos, información sobre población humana, su actividad primaria y otros. Aunque este método constituyó un gran avance, carece de la flexibilidad necesaria.

La integración de la información geográfica se realiza por medio de objetos geométricos llamados "de primera clase", almacenados directamente en una base de datos relacional, y los atributos no espaciales se encuentran en el mismo modelo de datos. Esto crea una mejor integración, gestión y transparencia en el manejo de los datos, que se traduce en mayor flexibilidad. En el SNIB se optó por el modelo de integración propuesto por el Open Geospatial Consortium <<http://www.opengeospatial.org>>.

³ <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>.

y muy pocas del mundo, cuenta con este acervo de información.

En relación con el intercambio de información, también se ha avanzado en facilitar la exposición de la cartografía para ser empleada por otros sistemas utilizando los servicios de la *web*. Al usar el servicio de *web* estándar⁴ (wms) es posible que otros sistemas accedan a la información del SNIB en forma transparente para visualización en sus propios sistemas.

La unión de los dos ejes del SNIB, el de las especies y el de la geoinformación, ha resultado, hasta junio de 2011, en un sistema de cerca de cinco millones de ejemplares, fichas técnicas de 1 416 especies, más de 3 000 temas cartográficos digitales y 180 000 imágenes de satélite y fotos aéreas, así como casi 77 000 fotografías e ilustraciones sobre la biodiversidad mexicana.

2.1.2 Computarización de colecciones científicas

La principal fuente de información de datos del SNIB son las colecciones científicas (cuadro 2.3). Como ya se ha dicho, el SNIB tiene como uno de sus ejes organizadores información de *ocurrencias* (ejemplares y observaciones). Los datos más confiables de ejemplares provienen casi en su totalidad de herbarios y colecciones científicas de México y el mundo.

El 70% de los ejemplares se encuentra depositado en colecciones nacionales mientras que 30% procede de colecciones de otras partes del mundo.

La información de ejemplares en el SNIB está depositada en 33 países, de los cuales los más importantes son México, EUA, Reino Unido y Canadá (cuadro 2.4 y figura 2.2).

El 20% de la información sobre los ejemplares del SNIB ha sido recolectada por tan solo 28 recolectores para el total de grupos taxonómicos; estos recolectores cuentan con más de 10 000 recolectas cada uno.

Debido a la importancia y los beneficios de computarizar los datos de los ejemplares mexicanos, la CONABIO ha publicado numerosas convocatorias referentes a computarización de colecciones científicas. Esto ha dado como resultado, hasta ahora, un total de 761 proyectos que han generado 811 bases de datos que, sumadas a 14 bases de datos donadas y a las creadas en el Programa de Repatriación de Información, contienen 5.1 millones

Cuadro 2.3 Principales colecciones nacionales en el SNIB por número de registros

	Registros totales
MZFC (Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, Facultad de Ciencias, UNAM)	292 822
MEXU (Instituto de Biología, UNAM)	246 665
XAL (Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz)	244 976
IEB (Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Pátzcuaro, Michoacán)	170 564
ENCB (Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN)	164 871

Cuadro 2.4 Registros de ejemplares mexicanos en las principales colecciones del extranjero incluidos en el SNIB

	Registros totales
TEX (University of Texas, Austin, EUA)	197 126
MLZ (Occidental College, Los Ángeles, California, EUA)	42 771
NY (New York Botanical Garden, Bronx, N.Y., EUA)	41 380
USNMNH (Smithsonian Institution, National Museum of Natural History, Washington D.C., EUA)	40 908
KU (University of Kansas, Museum of Natural History, Lawrence, EUA)	38 230
CAS (California Academy of Sciences, San Francisco, California, EUA)	31 442
FMNH (Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, EUA)	30 760

⁴ wms (Web MapService), <<http://www.opengeospatial.org/standards/wms>>.

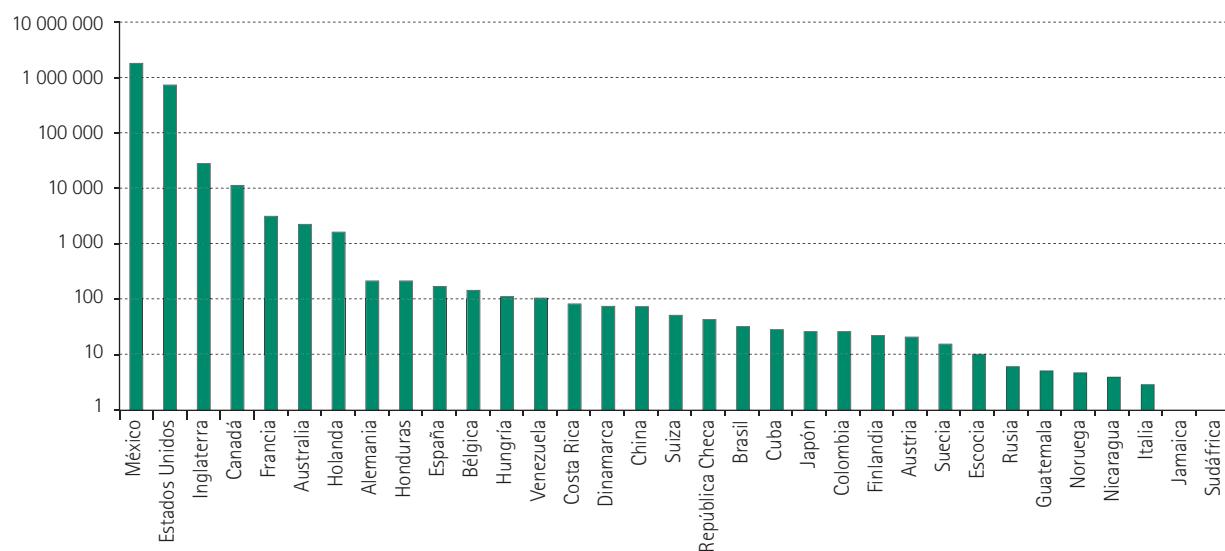


Figura 2.2 Total de registros de ejemplares en el SNIB por país de la colección; escala logarítmica.

de registros de ejemplares. Hay 124 proyectos más en desarrollo (que se espera concluir entre julio de 2011 y marzo de 2012) que proveerán al SNIB de 770 178 registros adicionales de ejemplares.

2.1.3 Control de calidad de los datos del SNIB

Es de importancia fundamental para los usuarios del SNIB tener seguridad sobre la calidad de la información que maneja. Por ello las bases de datos son objeto de un riguroso proceso de control de calidad de entre una a cinco verificaciones —en ocasiones hasta 12— antes de ser integradas al SNIB.

Se tienen identificados siete grupos de tipos de errores: *omisión*: ausencia del dato correspondiente; *tipográfico*: captura incorrecta de datos, faltas ortográficas, espacios de más, palabras incompletas, etc.; *contexto*: datos que no corresponden con la definición del campo; *redundancia*: datos repetidos; *uniformidad*: falta de homogeneidad en los datos; *convención*: datos capturados sin tomar en cuenta las convenciones o los estándares establecidos para su captura; *congruencia*: datos erróneos.

Para dar una idea de la laboriosidad del proceso de control de calidad baste decir que los datos de los

ejemplares se han clasificado en seis capas de información y que en cada capa se hace una revisión de los tipos de errores, lo cual implica un potencial de 42 formas de error que hay que revisar.

2.1.4 Catálogos de Autoridades Taxonómicas

Los Catálogos de Autoridades Taxonómicas son bases de datos que reúnen los nombres científicos de las especies. Esta información está documentada con el autor, año de descripción de cada nombre y la cita bibliográfica donde se publicó el nombre, respaldando el estatus actual de cada taxón. Estos catálogos se basan en sistemas de clasificación y arreglos taxonómicos recientes y ampliamente usados por la comunidad científica. Se incluyen datos de sinonimia, referencias bibliográficas, distribución (estatal y regional) y nombres comunes (figura 2.3).

Los CAT tienen como objetivo principal controlar la calidad de los datos de nomenclatura del SNIB y constituirse en un referente taxonómico de las especies reconocidas para el país. El desarrollo de los CAT comenzó en 1996 y, a la fecha, la CONABIO ha financiado 57 proyectos para este propósito. Actualmente cuenta con un total de 80 742 nombres válidos de especies, lo que representa menos de 50% de las es-

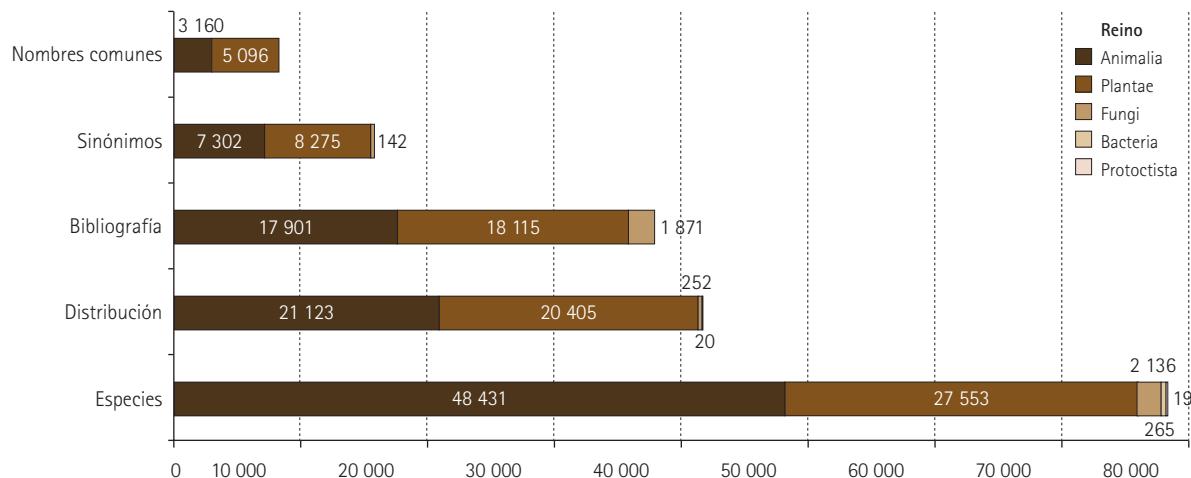


Figura 2.3 Estado de los Catálogos de Autoridades Taxonómicas a julio de 2011.

La barra de "especies" indica el número de nombres válidos en los CAT, por reino.

Nótese que esto representa menos de 50% de las especies descritas en el país.

RECUADRO 2.1 REPATRIACIÓN DE DATOS DE EJEMPLARES MEXICANOS EN COLECCIONES CIENTÍFICAS DEL EXTRANJERO

La CONABIO ha recabado información sobre la biodiversidad de México mediante la computarización de colecciones del extranjero que albergan aproximadamente cien millones de ejemplares mexicanos, es decir, diez veces más que las colecciones de México. Gran parte de esa información pertenece a exploraciones científicas realizadas desde la época de la Colonia hasta recolectas científicas del siglo xix, aunque también se cuenta con información del siglo xx. En el SNIB se han incorporado 839 634 registros de ejemplares mexicanos de todos los taxones provenientes de colecciones del extranjero; poco más de 773 000 registros cuentan con información georreferenciada, es decir, 92%, y casi 8 000 son ejemplares tipo. La gran mayoría de los registros—94%— proviene de colecciones de Estados Unidos pero se cuenta también con información de colecciones ubicadas en Gran Bretaña, Francia, Canadá, Holanda, España y otros países, que suman 32, con un total de 278 colecciones.

Adicionalmente se han obtenido casi 98 000 imágenes de alta resolución de especímenes, de las cuales un poco más de 27 000 corresponden a especies mexicanas. La repatriación de datos de ejemplares se ha realizado mediante el apoyo a proyectos cuyos responsables se han

encargado de integrar información de colecciones extranjeras, lo que ha sumado 914 000 registros de ejemplares. En otros casos se llevaron a cabo directamente acuerdos de colaboración para realizar estancias de personal de la CONABIO en las colecciones del extranjero con el propósito de obtener imágenes digitales de los ejemplares, computarizar y georreferenciar sus datos para integrarlos al SNIB, así como procesar las imágenes para hacerlas disponibles al público con los estándares de calidad de la Comisión.*

Una forma adicional de obtener información ha consistido en recibir directamente las bases de datos e imágenes de las instituciones extranjeras; en algunos casos la CONABIO ha otorgado apoyos económicos para tal propósito o realizado a cambio la georreferencia como parte de la colaboración. Los herbarios de los que se han recibido ejemplares son: USNMNH, TEX y Universidad de Michigan (MICH) (cuadro 2.5). Asimismo, se recibieron imágenes y datos de las colecciones de vertebrados de la Universidad de Arizona.

* Las visitas se realizaron a los herbarios ARIZ, NY y KU.

pecies estimadas para México. Aunque lo anterior muestra un avance, denota, por otro lado, la necesidad de duplicar esfuerzos, de rediseñar las estrategias para desarrollar y actualizar los CAT, así como de fo-

mentar el intercambio de información con instituciones nacionales y del extranjero.

Hay que mencionar que en 2008 se logró un avance importante en la integración de especies con

Cuadro 2.5 Ejemplares de especies mexicanas en herbarios del extranjero, por grupos taxonómicos

Herbario	Grupos taxonómicos	Ejemplares mexicanos	Especies mexicanas	Familias mexicanas	Ejemplares tipo mexicanos
ARIZ	Angiospermas	41 408	5 600	109	1 135
NY	Angiospermas, pteridofitas y briofitas	27 156	4 300	86	593
KEW	Angiospermas	4 508	900	8	217
NY	Angiospermas, gimnospermas y hongos	6 543	6 543	171	5 445
USNMNH	Angiospermas	9 010	9 010	80	9 010
TEX	Angiospermas	5 681	5 681	170	5 681
MICH	Angiospermas y briofitas	8 781	2 910	147	5 055
Total		103 087	34 944	771	27 136

la publicación de la obra *Capital natural de México*, en la que se contó con la contribución de más de 200 especialistas en diversos grupos taxonómicos.

2.1.5 Apoyo a proyectos

Los proyectos y estudios de campo han sido, desde un principio, fuente importante de datos para alimentar el SNIB, además de los ejemplares depositados en colecciones científicas y la computarización de las mismas (figura 2.4). El principal interés de la CONABIO ha sido apoyar proyectos que aporten datos de ejemplares curados taxonómicamente, así como subsanar lagunas de conocimiento en áreas de alto interés tanto geográfico como de grupos taxonómicos. También, la Comisión ha tenido interés permanente en promover la computarización de colecciones nacionales que albergan acervos importantes.

El mecanismo de atracción de proyectos de investigación realizados por especialistas ha consistido en la emisión de convocatorias abiertas a concursar en temas específicos que la CONABIO establece, por lo general cada año, de acuerdo con sus prioridades. Con el tiempo, otra fuente importante de información para el SNIB ha sido el financiamiento a proyectos de oportunidad, es decir, propuestas enviadas por especialistas de manera espontánea que han resultado de interés para la Comisión. Una modalidad más ha sido el financiamiento de pro-



Figura 2.4 Ejemplar de nopal (*Opuntia auberi*) del Royal Botanic Gardens Kew recolectado en 1933.

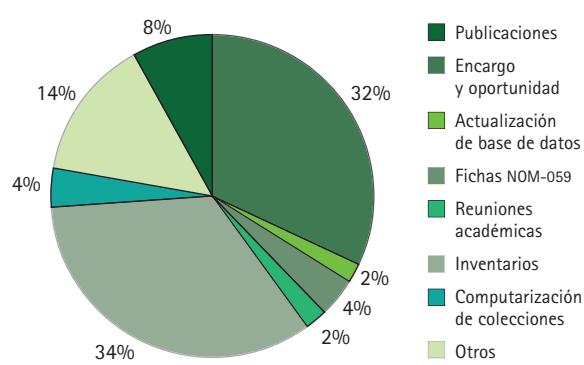


Figura 2.5 Proyectos apoyados.

yectos por encargo de la propia Comisión para cumplir con sus funciones.

Los proyectos que se presentan a concurso, y que cumplen con las bases de la convocatoria respectiva, se someten a un proceso de evaluación académica o técnica realizada por comités de especialistas externos a la CONABIO que dictaminan su calidad y viabilidad (figura 2.5).

A la fecha, se han publicado 85 convocatorias abiertas en temas como computarización y actualización de bases de datos, inventarios biológicos de determinados grupos de organismos y áreas del país, estudios ecológicos o genéticos de especies, publicación de obras y generación de fichas de especie.

2.1.6 Instituciones colaboradoras

Desde su creación, la Comisión ha financiado más de 1 650 proyectos provenientes de 225 instituciones nacionales y extranjeras —gubernamentales y sociales aunque principalmente académicas, cuyo quehacer está relacionado con el conocimiento y uso de la biodiversidad del país— con las que se ha establecido una colaboración bajo la responsabilidad de 820 especialistas. Los resultados de todos los proyectos financiados por la CONABIO están publicados en el sitio *web* de la Comisión.⁵

⁵ <http://www.conabio.gob.mx/web/proyectos/proyectos_financiados.html>.

2.1.7 Capacidad de manejo de imágenes satelitales y de percepción remota

La CONABIO ha integrado una base de datos satelitales que le permite realizar una amplia gama de estudios de vegetación y monitoreo de ecosistemas. Además, con la colaboración de otras instituciones nacionales y extranjeras, ha adquirido sistemas de recepción satelital que proveen los elementos necesarios para sus sistemas operativos.

La observación continua de la superficie terrestre desde el espacio permite conocer y monitorear los ecosistemas, así como estudiar los fenómenos naturales que los afectan. La CONABIO comenzó sus actividades en este campo en la temporada de incendios de 1998, la peor de que se tenga memoria, y esta experiencia constituye un parteaguas para la institución ya que reveló la importancia estratégica de contar con capacidades al respecto. Las imágenes satelitales son la representación visual de la energía que reflejan o emiten los diferentes “cuerpos” de la superficie terrestre y que es capturada por los sensores instalados en los satélites. Con esta información se puede conocer la extensión y los cambios en desiertos y selvas, diferenciar un bosque de una zona agrícola, observar en el tiempo el crecimiento de las ciudades, detectar incendios forestales, conocer características físicas y biológicas del mar, entre otras muchas aplicaciones.

En la actualidad operan en la CONABIO dos sistemas de recepción de imágenes: el primero, adquirido en el año 2001 en colaboración con la Semarnat y con el apoyo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (Cenapred) y el Fondo de Desastres Naturales (Fonden), se ubica en las instalaciones de la Comisión en la Ciudad de México y recibe las imágenes de satélite MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). Estos datos satelitales son utilizados por los sistemas operativos “Alerta temprana de incendios forestales” y “Monitoreo satelital de los mares mexica-

nos”, cuyas imágenes se publican diariamente en la página *web* de la CONABIO.⁶

El segundo sistema, denominado “Estación para la recepción de información satelital” (ERIS), se ubica en instalaciones de El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur) Unidad Chetumal, en la capital de Quintana Roo y que fue puesto en operación en 2007. Este sistema es el resultado de una colaboración de la CONABIO con la Agencia Espacial Alemana (DLR), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y Ecosur.⁷

Desde 1997 la CONABIO ha conformado una base de datos de sensores remotos integrada por imágenes de satélite y fotografías aéreas. Los datos recabados han permitido desarrollar diferentes proyectos de interés para la Comisión.

La CONABIO cuenta con más de 180 000⁸ imágenes de sensores remotos, de las cuales 32% corresponden a imágenes de satélites ópticos y 68% a fotografías aéreas. Las imágenes de satélite se han adquirido gracias a la donación y colaboración en proyectos con otras instituciones, así como la disponibilidad de sistemas de recepción localizados en México.⁹

Además de las imágenes de satélite, la CONABIO cuenta con 103 597 fotografías aéreas de manglares, tomadas en el año 2008 en colaboración con la Semar, la Semarnat y expertos en manglares, con el propósito de validar el mapa de la distribución de los manglares en México (véase p. 50, monitoreo de manglares). El 94% de las fotografías cuenta con una coordenada geográfica de referencia, lo

⁶ <<http://www.conabio.gob.mx/Incendios>>.

⁷ El sistema recibe imágenes ERS-2 de la Agencia Espacial Europea (ESA) que son procesadas en Alemania e imágenes MODIS, y también recibió imágenes Landsat TM del satélite Landsat 5. Puede también recibir imágenes TerraSAR-X y Rapideye.

⁸ Hasta junio de 2011.

⁹ “Estación de recepción México de la constelación Spot” (Ermexs), “Estación para la recepción de información satelital” (ERIS) y la estación ubicada en la CONABIO: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/imagsatelite.html>.

que permitió su publicación en la página *web* de la CONABIO.¹⁰ Por otra parte, el INEGI proporcionó 13 996 ortofotos (tomadas entre los años 1974 y 1997) que cubren casi todo el territorio nacional utilizado en la referencia geográfica de las imágenes de satélite.

Asimismo, se cuenta con 1 335 fotografías aéreas tomadas en las décadas de 1970 y 1980 que cubren las zonas costeras donde se localizan los manglares. Estas fotografías fueron proporcionadas por el INEGI en el marco de una colaboración para el proyecto de estimación de las tasas de deforestación de los manglares.

2.1.8 Herramientas y aplicaciones geomáticas del SNIB

El término *geomática* fue acuñado a finales de los años sesenta del siglo pasado y se refiere a la integración de disciplinas científicas y de tecnología para el análisis, manejo, almacenamiento y despliegue de descripciones y localizaciones de datos espaciales. La geomática utiliza una gran variedad de tecnologías, como la percepción remota, el sistema de posicionamiento global y los sistemas de información geográfica.

En la CONABIO la geomática se enfoca a proporcionar información geoespacial relevante para la biodiversidad y, para ello, se aplican las tecnologías de percepción remota en el monitoreo ambiental y los sistemas de información geográfica para captura, análisis, almacenamiento y difusión de la información geoespacial. La percepción remota en la CONABIO utiliza imágenes de satélite de diferentes fuentes para monitorear ecosistemas o para derivar información geofísica y biofísica en el ámbito regional o nacional, tanto terrestre como marino.

Muchas de las aplicaciones de la geomática en la CONABIO proporcionan información “en tiempo real” para sistemas de alerta temprana de afectaciones a la biodiversidad. Tal es el caso del sistema

¹⁰ <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>.

para monitorear incendios forestales o del sistema satelital de alerta temprana sobre eventos de blanqueamiento en los corales o, también, el del sistema para el monitoreo de cambios de la cobertura de suelo por deforestación o recuperación por sucesión secundaria. Para reducir el tiempo de respuesta de estos sistemas, la CONABIO instaló, y opera desde el año 2001, su propia estación satelital. La información y los productos derivados de estos sistemas se ponen a la disposición de las dependencias interesadas en forma rápida y gratuita en el geoportal de la Comisión.¹¹

La CONABIO ha elaborado los siguientes productos geoinformáticos:

- **Portal de información geográfica.**¹² Actualmente es uno de los portales más importantes del país (cuenta con más de 2 400 temas accesibles al público), es único en su tipo y cantidad de información y permite a los usuarios no solo la visualización de las imágenes sino también la obtención de los datos primarios. El desarrollo se realizó utilizando componentes de *software* de código abierto y ya ha sido solicitado este portal para uso de la Comisión Estatal de Biodiversidad (Coesbio) del Estado de Morelos, institución apoyada por la CONABIO y encargada de estudiar y recopilar información sobre la biodiversidad en ese estado.

- **Sistema para el monitoreo de incendios forestales.** El proceso de monitoreo de incendios se lleva a cabo cotidianamente con una frecuencia de hasta ocho veces al día: comienza en el momento en que se recibe una imagen de satélite en las antenas de la CONABIO y culmina con la publicación de los resultados en la *web* y el envío electrónico a los responsables del combate a los incendios forestales en cada entidad del país. Adicionalmente, esta información se envía a todos los países de Centroamérica de manera gratuita. El tiempo transcurrido en ese proceso es de 20 minutos. La metodología

desarrollada para este tema se ha exportado a Alemania y Colombia.

- **Mapa de cobertura del suelo en la República mexicana para 2005.** Se trata de una aplicación del algoritmo de clasificación por árboles de decisión para la clasificación “automatizada” de imágenes (en cómputo en paralelo). Actualmente se está trabajando el mapa del año 2009 (véase la sección Cobertura del suelo, p. 46).

- **Algoritmos para la producción de información relevante para el país en el marco de la REDD+.** Se están desarrollando actualmente algoritmos para la producción de información de distinta índole, como densidad de cobertura forestal, análisis de cambio de cobertura, biomasa y otros aspectos, en el marco del proyecto REDD+ surgido de la COP16 celebrada en Cancún, denominado Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+).

Además, se desarrollaron herramientas para agregar las coordenadas geográficas a registros de recolecta que carecen de datos de latitud y longitud, con base en la descripción de las localidades. En los últimos seis años se agregaron los datos de coordenadas geográficas a más de 800 000 de los registros de recolecta que ya se habían integrado al SNIB.

2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE APOYO AL SNIB

2.2.1 Biótica¹³

Como se mencionó, para facilitar el manejo y la presentación de información sobre biodiversidad, la CONABIO propuso un sistema de manejo de datos sobre ejemplares en las bases de datos que permitiera a los interesados conectar y consultar distintas bases con el mismo estándar. Así nace el Sistema de Información Biótica,¹³ diseñado para un manejo más eficiente de datos curatoriales, de

¹¹ *Idem.*

¹² *Idem.*

¹³ <<http://www.conabio.gob.mx/biotica5/>>.

nomenclatura, geográficos, bibliográficos y de parámetros ecológicos. Tiene el propósito de ayudar, de una forma confiable y sencilla, a la captura y la actualización de la información.

Biótica fue desarrollado en forma modular tanto en la estructura de la base de datos como en su sistema (programas), tomando en cuenta la gran variedad de necesidades de la comunidad biológica (taxónomos, curadores, biogeógrafos, ecólogos, etnobiólogos, entre otros). Además de otras características, como la de manejar códigos de barras para la etiquetación de ejemplares, el sistema permite ligar la información de la base de datos con información manejada por otras aplicaciones, como imágenes, sonidos, páginas *web*, hojas de cálculo, bases de datos, etc. Es posible utilizar Biótica tanto en un ambiente monousuario como en uno multiusuario (red), con bases de datos en MS Access y SQL Server.

Más de 720 personas han participado en los más de 65 cursos sobre captura y manejo de información mediante Biótica impartidos en todo el país, en Estados Unidos y en Panamá.¹⁴

2.2.2 Geoinformática (SIG)

El SIG es el marco de referencia espacial del SNIB. Sus principales funciones son actualizar y mantener la información geográfica del SNIB, asegurar la consistencia de la información cartográfica y compilar, sistematizar y analizar información geográfica útil en la toma de decisiones para la conservación de la biodiversidad. Las principales características de la información se basan en parámetros cartográficos compatibles con la infraestructura de datos espaciales del INEGI en México.

¹⁴ El curso es de cinco días en los cuales se aprende la forma de captura y de explotación de la información; el temario se puede consultar en <<http://www.conabio.gob.mx/biotica5/documents/TemarioCurso.php>>. Además, el sistema es gratuito y se puede descargar de <<http://www.conabio.gob.mx/biotica5/documents/DescargaBiotica.php>> y el sitio de internet cuenta con material de ayuda como manuales y videos tutoriales.

Actualmente el SNIB cuenta con más de 4 000 mapas, información que se recopila de proyectos financiados por la CONABIO y otras fuentes; de éstos, más de 2 400 se encuentran en el portal de Geoinformación y también se puede acceder a ellos como servicios de *web*. Los temas incluidos son biodiversidad, topografía, hidrología, edafología, geología, climatología, infraestructura, población, entre otros.

Portal de Geoinformación

Este portal tiene como principal característica la facilidad de búsqueda, visualización y obtención de información en diversos formatos, cada uno con su metadato geográfico.¹⁵ Actualmente el portal de geoinformación cuenta con cerca de 1 900 mapas: 79% corresponde a 1 448 mapas de biodiversidad: monitoreo de manglares, distribución potencial de especies, especies en riesgo y prioritarias y recursos biológicos colectivos. Los mapas están organizados en temas del medio físico, biológico y social.

Los principales productos que se pueden consultar en el portal son: metadatos geográficos y mapas en formato *shapefile* y *kml*; estos últimos, útiles en los sistemas de información geográfica y Google Earth. Se han consultado, en los dos últimos años, alrededor de 500 000 metadatos y se han descargado más de 150 000 mapas.

El portal también incorpora información proveniente o recopilada de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), del Instituto de Geografía de la UNAM, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), del Instituto Nacional de Ecología (INE), del INEGI y de la Semarnat (figura 2.6).

¹⁵ El formato de metadato utilizado en este portal es el FGDC Content Standard for Digital Geospatial Metadata (1994). Los metadatos describen la información: el contenido, la calidad, los métodos utilizados y otras características de los datos. Como un objetivo a seguir en materia de compatibilidad internacional utilizamos el estándar de metadatos cartográficos ISO19115.

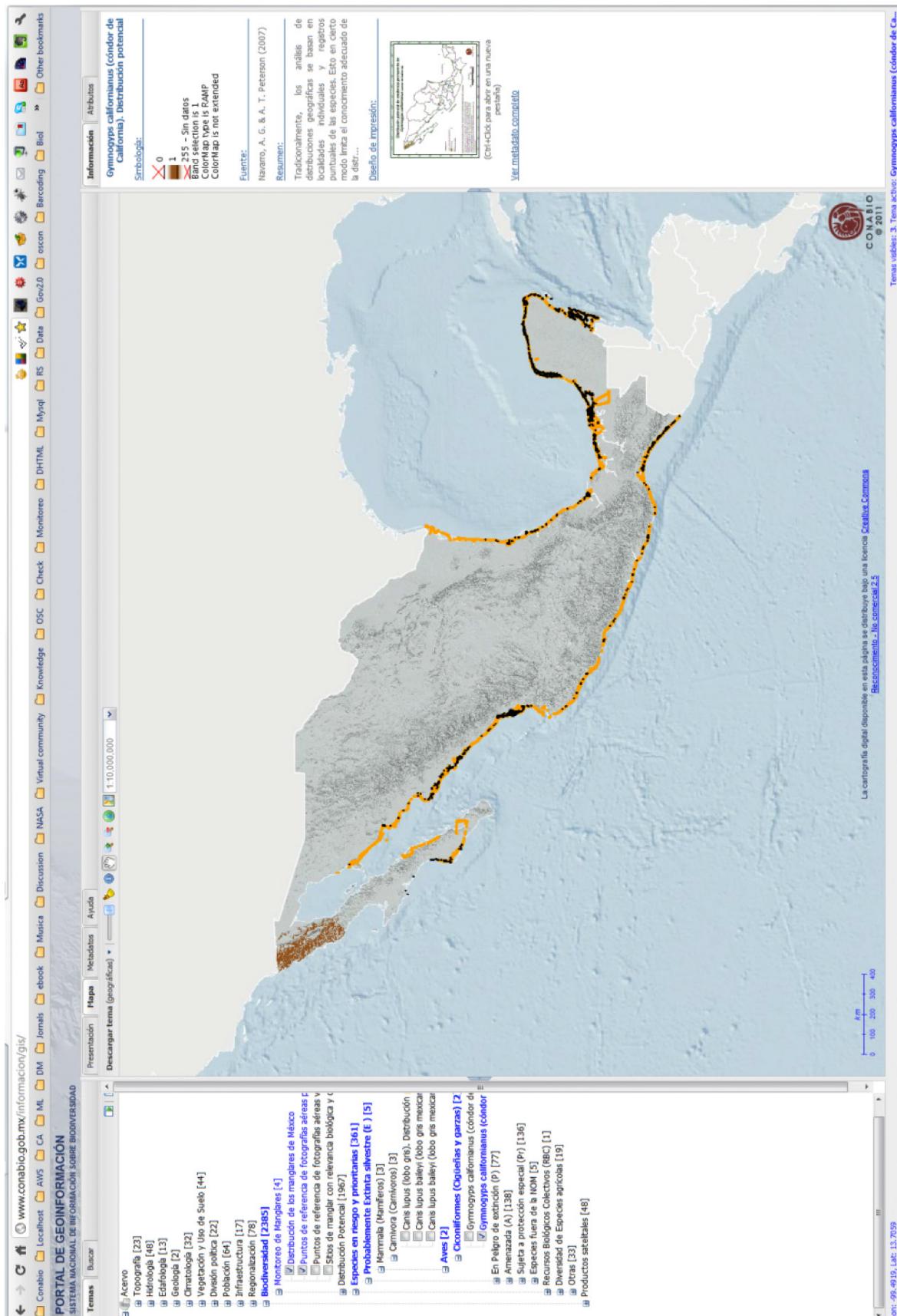


Figura 2.6 SNIB-Geoportal, <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/qiss>>.

2.2.3 Especies Prioritarias (SIEP)

El SIEP surge de la necesidad de contar con información confiable y sistematizada para fundamentar la toma de decisiones en el manejo y la conservación de especies en riesgo con valor ecológico. Se construye a partir de los datos provenientes de proyectos apoyados por la CONABIO, elaborados por especialistas que desarrollan bases de datos de fichas técnicas con información sintética, clara y accesible, sobre las especies, su distribución y hábitat, aspectos de su historia natural, los factores de riesgo que las afectan, así como información sobre su uso, conservación e importancia comercial.

A partir del año 2001, la CONABIO emitió una convocatoria y posteriormente dos más, a partir de las cuales se apoyaron 45 proyectos de investigación

RECUADRO 2.2 FORTALECIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES PRIORITARIAS CON LA CONANP

En el año 2007 la CONABIO estableció un convenio de colaboración con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) para llevar a cabo estudios que ayudaran a fortalecer y consolidar los mecanismos de conservación de especies en riesgo de extinción así como a concertar acciones de conservación en las áreas naturales protegidas y sus zonas de influencia, y en las regiones prioritarias definidas por la Conanp. Además, esos estudios promovieron la colaboración y participación de instituciones de educación superior e investigación y de las organizaciones de la sociedad civil en los programas de conservación, y contribuyeron a incrementar y actualizar de manera sistemática el conocimiento sobre las especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de riesgo. Como parte de la colaboración, en el año 2009 la CONABIO desarrolló un portal de especies prioritarias enlistadas en el Programa de Conservación de Especies en Riesgo (Procer) de la Conanp <<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/espPrioritaria.html>>, con 27 fichas técnicas de especies prioritarias, entre las que se encuentran especies como el águila real (*Aquila chrysaetos*), el lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*), el jaguar (*Panthera onca*), la vaquita marina (*Phocoena sinus*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la palma bola (*Zamia furfuracea*) y el cacto estrella (*Astrophytum asterias*), entre otras.

sobre especies mexicanas en riesgo. Estas investigaciones han obtenido información de gran utilidad para evaluar el estado actual de 1 369 especies y la permanencia o cambio de categoría en la Norma Oficial Mexicana¹⁶ referente a las especies amenazadas, de otras 266 especies.

Se ha recopilado información de 1 557 taxones y se han publicado 1 369 fichas disponibles en formato PDF en la sección de Especies de la página *web* de la CONABIO¹⁷ con más de 346 mapas. A partir del año 2011 se crea en la propia CONABIO la Coordinación de Especies Prioritarias con el fin de consolidar y fortalecer el conocimiento sobre las especies nativas más vulnerables por las amenazas que enfrentan y que requieren información más detallada para su conservación y manejo sustentable. Se busca tener un sistema de información actualizado, con información relevante, en una plataforma de colaboración en línea. Además, se está fortaleciendo el intercambio de información con otros sistemas en todo el mundo.

2.2.4 Bosques Mesófilos de Montaña (SBMM)

Desde el año 2007 la CONABIO ha desarrollado un proyecto para la integración del conocimiento florístico-faunístico del bosque mesófilo de montaña en México, con el fin de construir un sistema de información que ayude a la toma de decisiones en materia de su conservación.

Sus componentes principales son dos bases de datos: la taxonómica-biogeográfica y la de referencias bibliográficas, esta última respaldada con su biblioteca en formato físico y digital.

La base de datos taxonómica-biogeográfica integra información de plantas vasculares (6 169 especies) y

¹⁶ En el año 2001 se publicó la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL-2000, que posteriormente fue sustituida por la NOM-059-SEMARNAT-2001, que estableció una lista oficial de especies en riesgo de extinción.

¹⁷ <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/ise/fichas/doctos/introduccion.html>> y <<http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/espPrioritaria.html>>.

de vertebrados terrestres (1 193 especies); en conjunto, estos nombres están respaldados por 43 038 ejemplares ubicados en 1 540 sitios en los 21 estados donde se ha registrado bosque mesófilo de montaña. Se tiene información sobre las especies acerca de: categorías de riesgo,¹⁸ forma biológica, forma de crecimiento, forma de vida, hábitat, hábito alimentario o dieta, hábito espacial o locomotor, hábito temporal, origen y datos de migración.

Por su parte, la base de datos de referencias integra 2 776 fichas entre artículos, capítulos de libro, fascículos, floras, libros, reportes de proyectos, series y tesis, principalmente.

2.2.5 Organismos Vivos Modificados (SIOVM)

Aunque originalmente el énfasis de este programa se enfocó en los organismos vivos modificados (ovm), por razones de interés de la Semarnat y de Sagarpa en la actualidad el programa se ha denominado “Sistema de información de los recursos genéticos” (SIRG) y refleja de mejor manera su ámbito de influencia con orientación a los recursos genéticos de México.

La idea de crear un sistema con información confiable y organizada sobre organismos vivos modificados surge —a fines de los años noventa¹⁹— a partir de una serie de consultas de la CONABIO con especialistas, relativa a los efectos potenciales que sobre la biodiversidad pudiera tener la liberación en el ambiente de los ovm (también llamados organismos genéticamente modificados o transgénicos). La información sistematizada y automatizada sobre los ovm, además de ser la base para diversos análisis científicos, proporciona elementos de juicio, claros y sustentados, para que la ciudadanía tome sus decisiones sobre la introducción, propagación y uso de estos organismos.

¹⁸ CITES, NOM-059-SEMARNAT-2010 y UICN.

¹⁹ No fue sino hasta finales del año 2002 cuando se obtuvo financiamiento externo mediante el Proyecto de Bioseguridad GEF-Cibiogem Mex/01/G32 —en relación con la implementación del Protocolo de Cartagena en México.

El sistema se ha desarrollado aprovechando la plataforma del sistema Biótica con catálogos relativos a aspectos tanto administrativos —de las solicitudes de liberación al ambiente de ovm en México— y legales como moleculares —la forma en que se desarrolló un ovm en particular, quién lo hizo, con qué información genética— y de aspectos taxonómicos, biológicos y geográficos de los taxones relacionados, como las especies receptoras de las construcciones genéticas y sus parientes silvestres presentes en México. Este sistema es la base para cumplir uno de los requisitos de ley respecto a la introducción de ovm en México. Su diseño fue consultado tanto con organizaciones no gubernamentales como con el sector privado, los cuales se manifestaron satisfechos por el mismo.

2.2.6 Especies Invasoras (SIEI)

Una de las mayores amenazas para la biodiversidad de México —y del mundo— son las especies exóticas invasoras. Con el objeto de establecer un diagnóstico de la situación del país a este respecto y de sensibilizar y delinear acciones generales necesarias para prevenir y combatir las invasiones de especies, la CONABIO inició el Programa Especies Invasoras. Mediante talleres específicos se apoyaron proyectos de investigación para obtener conocimiento sobre algunas especies invasoras, sus características y las de sus poblaciones, su potencial de dispersión, sus impactos, su distribución en México, los procesos de invasión y las rutas de introducción, así como conocer las acciones realizadas en otros países para su control o erradicación. En 2007 se consolidaron estos esfuerzos dando lugar al SIEI. A la fecha, el SIEI cuenta con una lista de 1 172 especies exóticas, de las cuales 570 son invasoras. Se tienen hasta ahora 120 fichas de especies y 52 análisis de riesgo (cuadro 2.6).

El tema de las invasiones biológicas ha recibido una creciente atención y por ello se requiere mantener actualizada la información en el SIEI, además de ampliar y profundizar en datos que sean útiles para la prevención, la respuesta rápida a nuevas invasio-

Cuadro 2.6 Especies registradas en el Sistema de Información de Especies Invasoras

Grupo	Especies invasoras	Especies exóticas	Especies exóticas en revisión	Total	Ficha con información
Bacterias y virus	1		2	3	—
Hongos	11			11	
Algas	47	2	69	118	5
Plantas	266	80	455	801	62
Moluscos	18	2	3	23	7
Crustáceos	36	3	2	41	3
Insectos	35		3	38	6
Otros invertebrados	29		28	57	1
Peces	90	1	11	102	9
Anfibios	4	—	1	5	3
Reptiles	6		3	9	5
Aves	8	3		11	6
Mamíferos	19	2	—	21	13
Total	570	93	577	1 240	120

nes, el control y la erradicación. En particular, es importante apoyar el desarrollo de redes de monitoreo para las especies de mayor riesgo.

La CONABIO es el nodo mexicano de la Red Norteamericana de Información sobre Especies Invasoras, un consorcio creado en marzo de 2010 que avanza en el entendimiento del tema para dar respuestas efectivas a especies invasoras no nativas de Norteamérica,²⁰ con base en una red coordinada; actúa además como centro de información sobre estas especies en México.

2.2.7 Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB)

En el año 2001, la REMIB se transformó en una red mundial interinstitucional que comparte su sistema computarizado de información biológica de bases de datos de colecciones científicas. Los nodos de la red son las instituciones donde se localizan físicamente las colecciones biológicas —y otras fuentes de datos sobre biodiversidad—, y donde se lleva a cabo el intercambio de datos.

La REMIB está constituida por 33 nodos, uno central (en la CONABIO) y 32 institucionales. Los nodos de la REMIB reúnen 126 colecciones —más de seis millones de datos—, localizadas en cinco países de América y Europa. En México, los nodos se ubican en los estados de Baja California, Baja California Sur, Distrito Federal, México, Michoacán, Nuevo León, Quintana Roo, Sinaloa, Sonora, Veracruz y Yucatán.

La Red tiene información de los principales grupos taxonómicos de plantas, vertebrados e invertebrados—tanto terrestres como acuáticos— así como de microorganismos.

Como nodo central, la CONABIO establece las normas técnicas de instalación y uso de la red, da asesoría en aspectos técnicos y coordina la participación de los nodos institucionales. La REMIB utiliza un *software* desarrollado totalmente en la Comisión (Mallos[©] gregalis[©]).

Con el fin de que usuarios de todo el mundo compartan y hagan uso de los datos de la biodiversidad mundial, la REMIB se incorporó en el año 2006 al Mecanismo Global de Información sobre Biodiversidad (CBIF) del cual la CONABIO es institución fundadora y, desde entonces, es posible consultar los datos de colecciones de la REMIB mediante el CBIF.

²⁰ <<http://www.naisn.org/>>.



Bolsón de Mapimí, Durango

3 | Metodologías de análisis. Conocimiento y comprensión. Modelación y monitoreo

3.1 MODELOS

3.1.1 Modelación de la distribución de especies (GARP)

A pesar de contar con una herramienta tan poderosa como el SNIB, que ha permitido avanzar de manera notable en el conocimiento sobre la biodiversidad de México, los registros georreferenciados de las especies no tienen la cobertura espacial deseable y para algunos grupos taxonómicos muestran ciertos sesgos. Lo anterior ocasiona, con frecuencia, lagunas de información básica sobre alguna especie que impiden determinar su área de distribución —elemento primordial para una amplia variedad de análisis y aplicaciones, desde estrategias generales de inventarios hasta el reconocimiento de patrones de diversidad biológica y definición de prioridades de conservación.

Con el fin de disminuir los sesgos en los datos originales, reducir los costos de exploración en el campo y contar con una aproximación del nicho ecológico de las especies que permita estimar sus áreas de distribución, desde el año 2001 la CONABIO ha desarrollado modelos de distribución potencial a partir de datos puntuales de los registros georreferenciados y variables ambientales.

Modelos de Distribución Potencial

Se han elaborado Modelos de Distribución Potencial (MDP) para más de 3 400 especies; 73% de la información sobre las especies fue generada por especialistas externos durante los años 2006 y

2007, especialmente para el análisis de vacíos y omisiones en conservación (figura 3.1) al que nos referimos en la p. 43. Para el subconjunto de especies se cuenta ya con proyecciones de acuerdo con diferentes escenarios de cambio climático (figura 3.2). En general, conforme se han obtenido más registros y variables ambientales más detallados, se han incorporado y actualizado los MDP —con los metadatos correspondientes— al portal de geoinformación de la CONABIO.

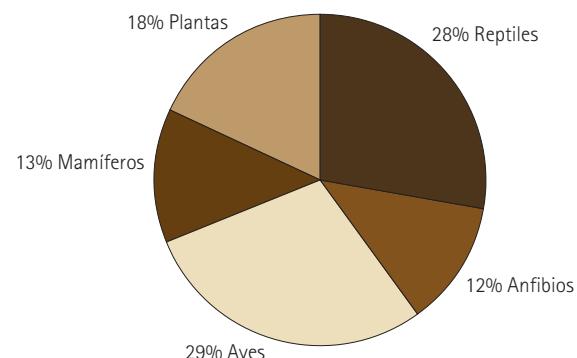


Figura 3.1 Porcentaje de modelos de distribución potencial para diferentes grupos de organismos.

Los MDP son instrumentos muy útiles para brindar opiniones técnicas en diversos ámbitos, como el análisis de riesgo de especies invasoras, la definición de áreas de distribución de especies amenazadas por el comercio ilegal, especies endémicas y especies enlistadas en riesgo de extinción, el análisis de riesgo de organismos genéticamente modificados, la definición de áreas de recolecta de especies de interés, el diseño de corredores biológicos,

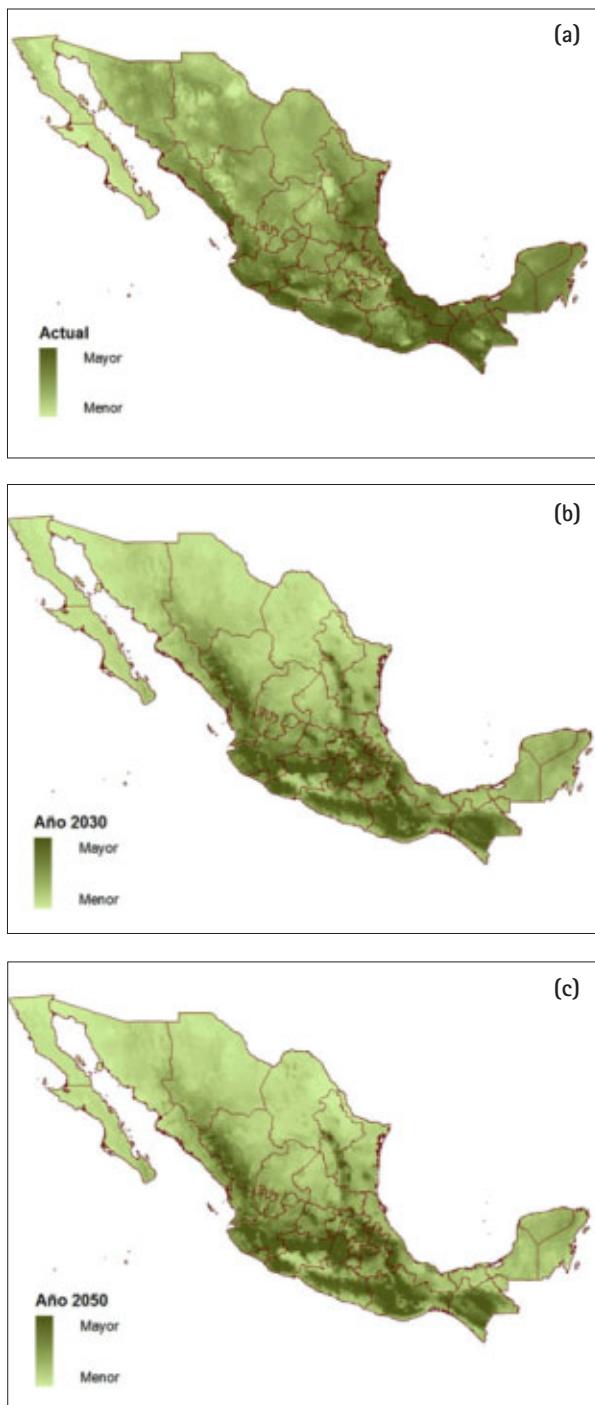


Figura 3.2 Riqueza de anfibios estimada con base en modelos de distribución potencial **(a)** en las condiciones climáticas actuales; **(b)** escenario al año 2030, y **(c)** escenario al año 2050. A pesar de que el patrón de riqueza de especies no cambia drásticamente, el cambio climático tendría un efecto en numerosas especies para las que se perderán o reducirán los hábitats.

el análisis de patrones espaciales de diversidad y la evaluación del impacto del cambio climático (figura 3.3), entre otros.

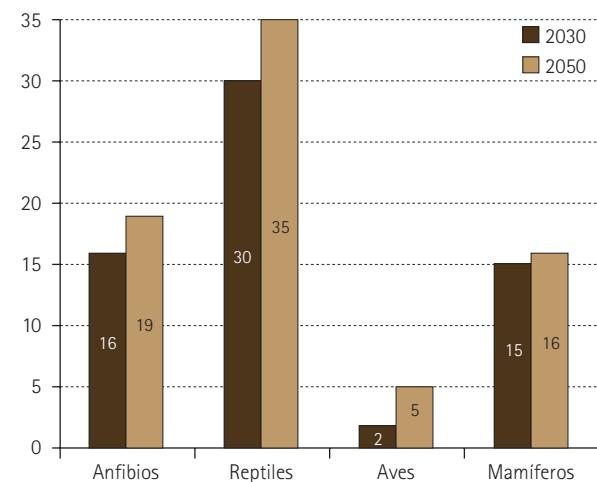


Figura 3.3 Número de especies vulnerables (para las que no habría en el país las condiciones ambientales en las cuales se distribuyen actualmente) a la extinción, por efecto del cambio climático. Se analizaron las especies seleccionadas en los análisis de vacíos y omisiones en conservación: anfibios $n = 125$; reptiles $n = 304$; aves $n = 266$; mamíferos $n = 200$.

Sin embargo, hasta ahora la evaluación de la incertidumbre en los MDP ha sido ocasional y casuística, para responder principalmente a necesidades académicas. Un siguiente paso fundamental para utilizar estos modelos es evaluar su confiabilidad de manera extensiva y por ello se está apoyando la generación de conocimiento en este campo mediante una convocatoria de estudios especiales, en los que se espera la participación de equipos multidisciplinarios con especialistas de diversas áreas del conocimiento que permitan avanzar en los aspectos de comprensión de esta herramienta fundamental.

3.1.2 Definición de ecorregiones

La forma más evidente en que se expresa la diversidad biológica del país es la gran variedad de paisajes y ecosistemas existentes en el territorio nacional.

Las ecorregiones se pueden definir como unidades geográficas que contienen un conjunto característico de comunidades naturales. Mediante las clasificaciones ecorregionales se caracterizan los ecosistemas y se orientan las acciones de conservación y manejo de los recursos naturales.

Con el propósito de elaborar un mapa regional de estas ecorregiones en Norteamérica, la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) coordinó el desarrollo de mapas de las regiones terrestres ecológicas en distintas escalas anidadas (niveles I a III). En México, en el año 2005, la CONABIO promovió un proceso participativo para la actualización y la delimitación de las ecorregiones terrestres de nivel IV —la escala más desagregada (1: 1 000 000), útil para los análisis a escala regional— que permite informar, monitorear y evaluar políticas en áreas específicas.

Como punto de partida se consideraron dos mapas de ecorregiones: el de la CCA (de nivel III) y el propuesto por el World Wildlife Fund (WWF), la CONABIO y la CCA. Para la delimitación de ecorregiones se utilizó principalmente la carta de vegetación primaria del INEGI, aunque los expertos también se apoyaron en cartografía de climas, edafología, geología y topografía. En total, se delimitaron 99 ecorregiones en el nivel IV: tres exclusivas de islas y 96 en el territorio continental. El nuevo mapa incluye un análisis minucioso de las asociaciones y formaciones vegetales como una medida de la unicidad de los ambientes representados en cada ecorregión.

El mapa de las ecorregiones en su nivel más desagregado (hasta hoy exclusivo de México) es el producto de dos talleres nacionales de expertos más una reunión bilateral. Los talleres, en los que participaron 34 especialistas de diversas instituciones académicas y de gobierno, fueron convocados por la CONABIO, el INEGI y el INE. El objetivo fue llegar a un consenso entre los expertos en la definición y delimitación de ecorregiones y producir un mapa único a escala 1:1 000 000 que sirviera como base para elaborar el estudio *Capital natural de México*. En el año

2008 se publicó una versión actualizada de dicho mapa con varias correcciones.

La cartografía de las ecorregiones de nivel IV fue un elemento clave para el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre que se publicó en *Capital natural de México*. Asimismo la cartografía anidada de ecorregiones (niveles I a IV) fue utilizada como un insumo en los capítulos intitulados *Los ecosistemas terrestres* (del vol. I) y *Factores de cambio y estado de la biodiversidad y Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico* (del volumen II).

Sin embargo, aún existen vacíos en el conocimiento detallado de la biota y los procesos funcionales que ocurren en las ecorregiones y por ello se realizan análisis más detallados sobre la composición biótica así como verificaciones con mayor resolución basadas en percepción remota y verificaciones de campo.

3.1.3 Identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad

En el año 1996 la CONABIO inició el Programa de Regiones Prioritarias de los ambientes terrestre (RTP; Arriaga *et al.* 2000), marino (RMP; Arriaga *et al.* 1998a) y de aguas epicontinentales (RHP; Arriaga *et al.* 1998b), con el fin de identificar aquellos ecosistemas relevantes por su biodiversidad para ser considerados por los diferentes sectores en el desarrollo de planes de investigación, conservación, restauración y manejo sustentable.

La identificación de las regiones prioritarias permitió determinar varios atributos de la diversidad biológica así como analizar la información en los contextos social y económico para determinar los impactos negativos sobre la biodiversidad como consecuencia de las actividades humanas —de uso actual y potenciales—, así como las oportunidades reales de conservación. El proceso se llevó a cabo mediante talleres interdisciplinarios de expertos de los sectores gubernamental, académico y organiza-

ciones sociales, en los que participaron más de 70 especialistas de 37 instituciones. Posteriormente, para cerrar el ciclo, se llevó a cabo una actualización.

Como producto final se obtuvo la cartografía temática (escala 1:1 000 000, con las regiones prioritarias terrestres, marinas e hidrológicas) (figura 3.4), la elaboración de fichas técnicas para cada una de las regiones así como las publicaciones correspondientes (Arriaga *et al.* 1998a,b; 2000). Para las regiones prioritarias marinas e hidrológicas se establecieron, además, las prioridades en función de su alta biodiversidad, amenazas, uso por diversos sectores y falta de información.

Para los ambientes terrestres se identificaron 152 regiones que cubren una superficie de 515 558 km², correspondiente a más de la cuarta parte del territorio nacional. Para las regiones marinas se identificaron, delimitaron y caracterizaron 70 áreas: 55 costeras y 15 oceánicas, clasificadas por su alta biodiversidad, tipos de amenazas para la biodiversidad y uso por algún sector. También se identificaron ocho áreas cuya importancia biológica se pre-

sumía pero de las que no había información sobre su biodiversidad.

Con relación a las cuencas hidrológicas se identificaron 110 regiones, categorizadas por su uso, su alta riqueza biológica con potencial para conservación y sus amenazas. Para este tipo de ecosistemas se identificaron 29 áreas de importancia biológica que no cuentan con información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Una regionalización complementaria, desarrollada por la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México, A.C. (Cipamex) y BirdLife International, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El mapa (escala 1:250 000) y el listado completo incluyen un total de 230 áreas que comprenden 96.3% de las especies registradas para México (90.2% de las especies enlistadas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y 100% de las especies endémicas). La CONABIO participó en la digitalización y edición de los mapas.¹

¹ <<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicasmapa.html>>.

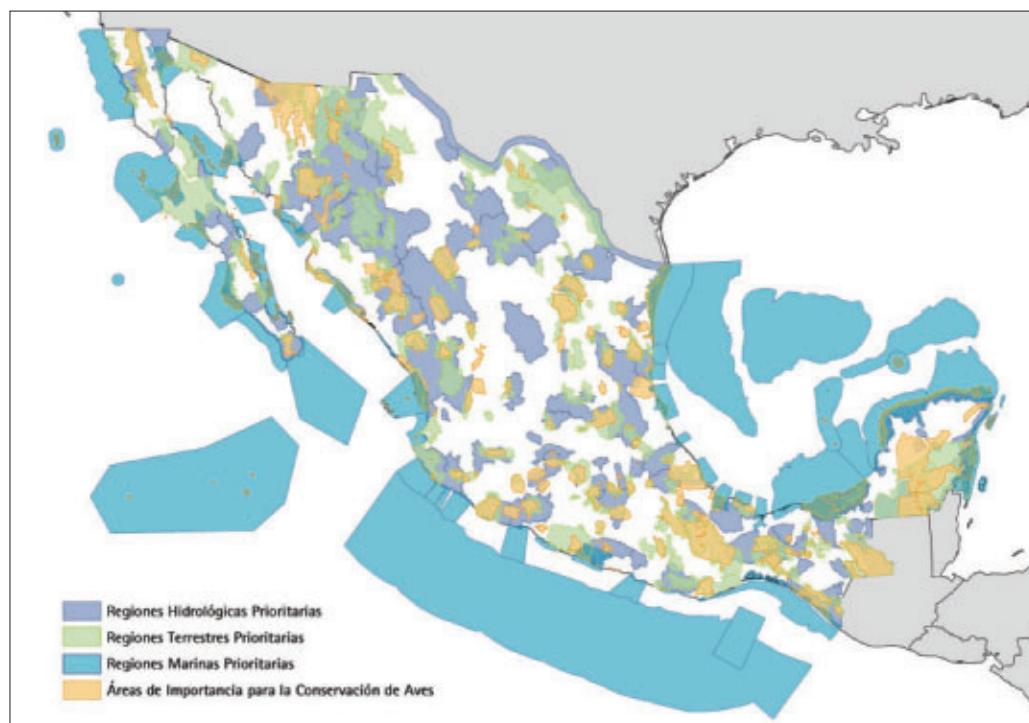


Figura 3.4 Regiones prioritarias para la biodiversidad.

Las regiones prioritarias han sido un insumo importante para: *a*] la planificación y gestión de la diversidad biológica del país; *b*] la elaboración e implementación de aspectos de regulación; *c*] los ordenamientos ecológicos y normas; *d*] la formulación de opiniones técnicas de impacto ambiental y problemáticas de manejo; *e*] la conservación de áreas protegidas; *f*] la elaboración de los programas de pago por servicios ambientales, y *g*] la elaboración de los proyectos de rehabilitación y restauración, así como para orientar esfuerzos de investigación y sistematización de inventarios biológicos.

3.1.4 Vacíos y omisiones de conservación de la biodiversidad

En el año 2004 México adoptó —en el marco del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)— el compromiso de evaluar y fortalecer su sistema de áreas protegidas con el fin de contribuir a la meta mundial de reducir significativamente el ritmo actual de pérdida de biodiversidad. Para llevar a cabo los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad se conformó un grupo de trabajo que coordinaron la CONABIO y la Conanp, al que se sumaron en diferentes etapas del proceso cerca de 260 especialistas de numerosas instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil —nacionales e internacionales— y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. A partir del año 2005 se llevaron a cabo diversas reuniones en las que el grupo de trabajo decidió ampliar el contexto de esta evaluación con el fin de identificar los sitios prioritarios para la conservación² de la biodiversidad terrestre, marina y

acuática epicontinental.³ Por primera vez los datos que se generaron y recopilaron, principalmente del SNIB, permitieron realizar análisis multiescalares detallados a escala nacional.⁴

Los análisis a escala ecorregional mostraron que 11 ecorregiones terrestres —de 96, cuya extensión equivale aproximadamente a 10% de la superficie continental del país— son vacíos en cuanto a conservación; es decir, no están representadas en la red de áreas protegidas federales, estatales y municipales, mientras que 50 ecorregiones (68.7% del territorio nacional) son omisiones de conservación (con áreas protegidas que las cubren en una superficie de hasta 12%, que es el valor promedio de la cobertura de las áreas protegidas en el mundo), con diferente nivel de representatividad que varía de 0.003 a 10.85 por ciento.

La identificación de sitios prioritarios terrestres y acuáticos epicontinentales se llevó a cabo con base en los conceptos y herramientas de planeación sistemática, lo que permitió integrar diversos criterios biológicos e incorporar información de las principales amenazas. Por medio de estos análisis se identificó que 16.6% del territorio es de la más alta prioridad (en las categorías de extrema y alta prioridad) para la conservación de la biodiversidad terrestre (figura 3.5), y que 14.5% del territorio es de la más alta prioridad para la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental (figura 3.6). Desafortunadamente, sólo un pequeño porcentaje de la superficie de la más alta prioridad coincide con la red de áreas protegidas: 15.9% en el caso de los sitios prioritarios terrestres y 18.2% en el caso de los sitios prioritarios acuáticos epicontinentales.

Debido a que la información sobre la diversidad biológica y los ecosistemas de ambientes marinos es insuficiente para utilizar los métodos de planeación sistemática, la identificación y delimitación se apoyó, principalmente, en la amplia experiencia de cer-

² Debido a que estos análisis se realizaron a una escala más fina, se identifican áreas de menor superficie que en las Regiones Prioritarias (véase sección 3.1.3), por lo que el grupo de trabajo decidió denominar las áreas identificadas como prioritarias para la conservación con la palabra “sitios”.

³ <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom1.html>>.

⁴ CONABIO *et al.* 2007a,b,c,d; 2011 (en prep.); véanse detalles metodológicos en Koleff *et al.* 2009; Urquiza *et al.* 2009.

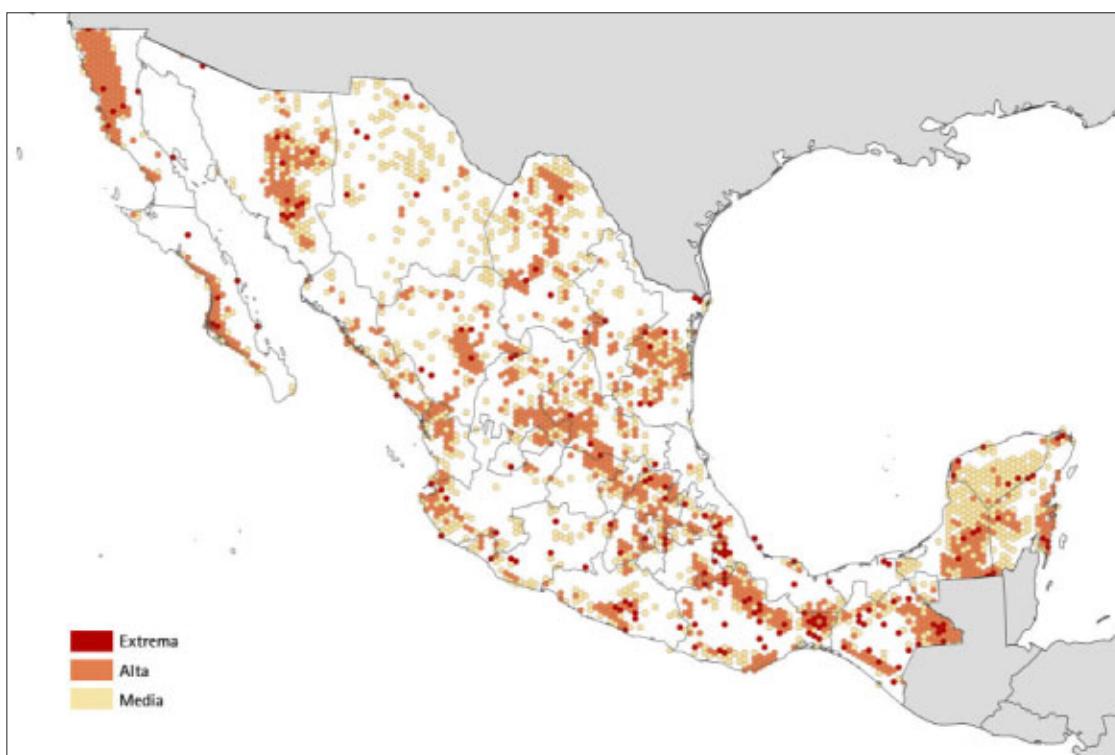


Figura 3.5 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

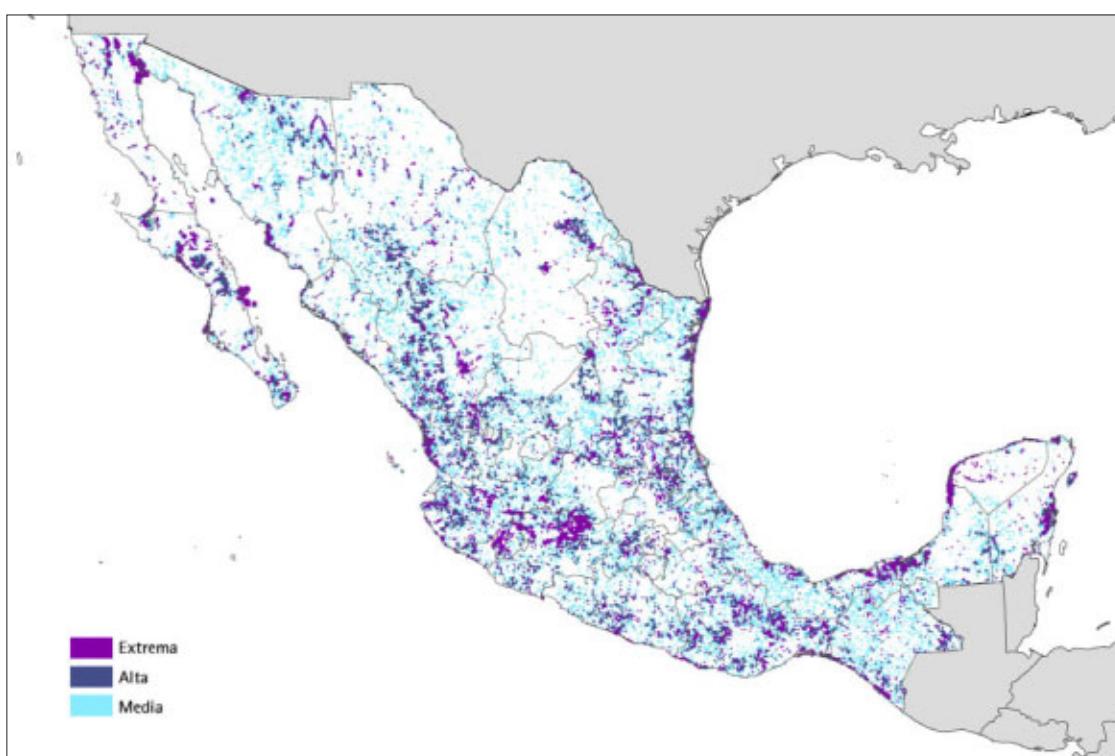


Figura 3.6 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad acuática epicontinental.

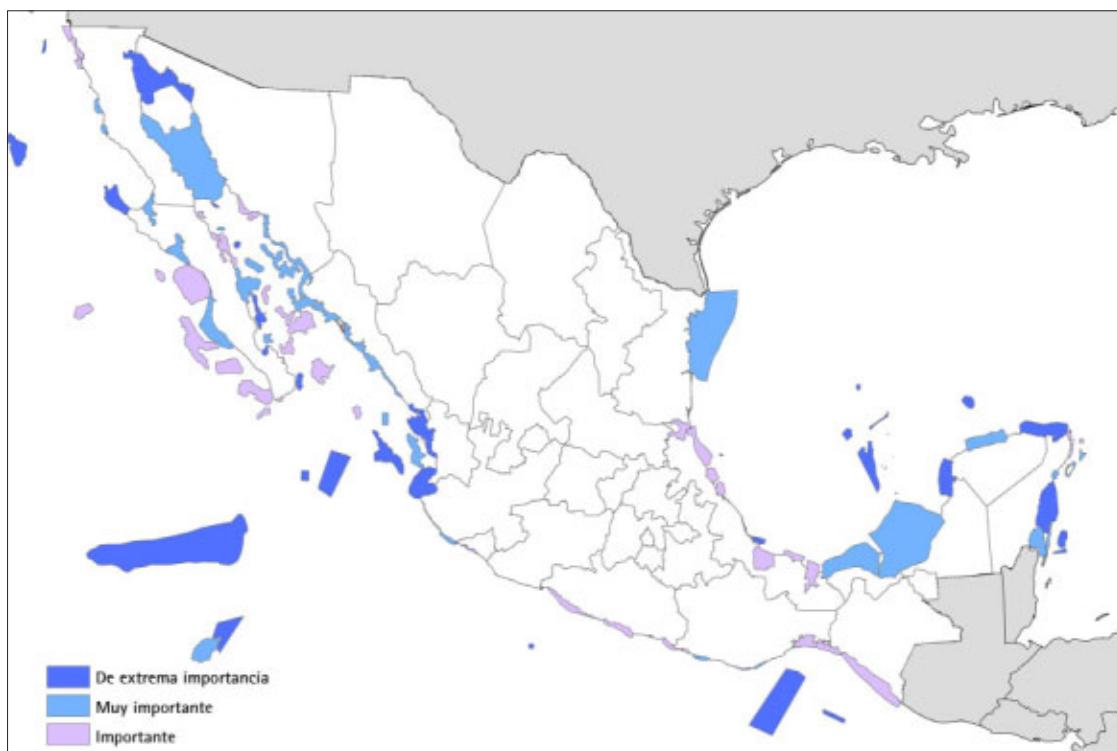


Figura 3.7 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina.

ca de 80 participantes y revisores. Se identificaron 105 sitios marinos prioritarios (costas, océanos y elementos insulares (figura 3.7) y, por primera vez, gracias a la investigación científica realizada en el país, fue posible delimitar sitios de mar profundo. Más de la mitad (55%) de los sitios prioritarios marinos coincide en alguna proporción con áreas protegidas (AP); sin embargo, solo 18.33% de la superficie de estos sitios está decretada como tal. Será fundamental expandir algunas de las AP para incluir a los ecosistemas costeros y marinos adyacentes con la finalidad de asegurar la conectividad entre los diferentes ambientes y la protección de la biodiversidad de una manera integral.

La conclusión principal de estos análisis es que la cobertura de áreas protegidas es aún insuficiente para representar adecuadamente la diversidad biológica del país y dar cuenta de la complejidad y los retos que enfrenta la conservación.

Los resultados del análisis de vacíos y omisiones en conservación sirven de guía general para

incrementar la superficie de áreas protegidas, aunque es evidente la necesidad de considerar un abanico de herramientas de conservación complementarias *in situ*, entre la que destacaría el establecimiento de corredores biológicos como espacios integradores de los instrumentos de política ambiental y de fomento de la transversalidad ambiental.

Los análisis de vacíos y omisiones deben actualizarse periódicamente conforme se incremente el cúmulo de información disponible para ello; por ejemplo, en la Comisión se han modelado recientemente impactos antropogénicos para México a partir de un modelo global del estado de la biodiversidad. Sin embargo, más importante aún es que los análisis deben culminar en la definición de una serie de estrategias que contribuyan a la conservación de una porción viable y representativa de la biodiversidad nacional. Asimismo será necesario llevar a cabo evaluaciones periódicas con el fin de identificar factores de éxito y fracaso en diferentes

instrumentos de conservación *in situ* considerando factores socioeconómicos, así como lograr una mayor participación de la sociedad en la conservación del capital natural de México.⁵

3.2 MONITOREO

El monitoreo es una herramienta básica para la toma de decisiones tendientes a la conservación efectiva de las especies silvestres y su hábitat. La información sobre el estado de conservación de una especie (demografía, tendencias poblacionales, distribución geográfica, patrones de migración y requerimientos de hábitat) es esencial para el diseño y aplicación de acciones efectivas de manejo y protección a largo plazo. La información proveniente del monitoreo sistemático puede ser utilizada para estimar el tamaño y conocer el estado y las tendencias de las poblaciones de especies de interés; también es útil para desarrollar indicadores que permitan evaluar la eficacia de medidas de conservación específicas a diferentes escalas.

3.2.1 Cobertura del suelo

La CONABIO tiene como uno de sus objetivos contar con un sistema de monitoreo de cambios de cobertura del suelo mediante el uso de la percepción remota y el análisis de sistemas de información geográfica. En el año 2005 se desarrolló un método para generar, en forma automática, el mapa de la cobertura del suelo que corresponde a la cobertura física de la superficie terrestre: vegetación forestal, cultivos agrícolas, espacios urbanos, entre otros. El mapa se derivó de imágenes de satélite MODIS con una resolución espacial de 250 metros, considerando la fenología de la vege-

⁵ Los mapas sobre el tema de vacíos y omisiones están disponibles en la mapoteca digital de la CONABIO. Para el año 2012 se habrán publicado cuatro libros, tres de ellos contienen un mapa-póster con información sintética y adicional sobre el tema. <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom1.html>>.

tación. El mapa, disponible en la página *web* de la CONABIO,⁶ distingue 19 tipos de cobertura del suelo para Norteamérica, 15 de las cuales existen en México.

El método usa un sistema de clasificación supervisada de las imágenes de satélite con la técnica denominada “árboles de decisión”, que utilizó aproximadamente 121 000 puntos con la descripción del tipo de la cobertura (obtenidos en su mayoría en campo), además de otros derivados de imágenes de alta resolución.

La Comisión ha puesto este método a disposición del proyecto Red Latinoamericana de Seguimiento y Estudios de los Recursos Naturales (Serena) con el propósito de generar un mapa de cobertura del suelo para Centro y Sudamérica, con estándares semejantes al de América del Norte.

Ahora se pretende desarrollar el método para la detección de cambios con imágenes MODIS. El resultado del método define los píxeles que han cambiado de tipo de cobertura entre 2005 y 2010. Una vez detectados los sitios que han sufrido cambios, se estudiarán utilizando imágenes de satélite de alta resolución espacial. El método se aplicará en años consecutivos. Este trabajo se realiza en el marco del proyecto Sistema de Monitoreo del Cambio en la Cobertura del Suelo de América del Norte (NALCMS), iniciativa conjunta entre Canadá, Estados Unidos y México. Por la parte mexicana participan tres instituciones: la Comisión Nacional Forestal (Conafor), el INEGI y la CONABIO.

3.2.2 Mares mexicanos

Las zonas marinas y costeras del planeta están amenazadas tanto por el efecto del cambio climático como por eventos geofísicos, contaminación, sobreexplotación, destrucción de hábitats y degradación de sus ecosistemas. Para contender con esta problemática es de suma importancia contar con

⁶ <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/otras/nalcmstmx05gw>.

un sistema de monitoreo que permita conocerla mejor y así estar en condiciones de hacer un manejo adecuado.

Para estudiar el comportamiento de la productividad marina, los florecimientos algales nocivos y el estrés térmico a los que están sujetos los ecosistemas marinos (por ejemplo, los arrecifes de coral), se requiere estudiar diversos parámetros ópticos y biofísicos marinos, como la temperatura superficial del mar y el color del océano, la concentración de clorofila α , el coeficiente de attenuación difusa, la concentración de material total suspendido y la fluorescencia de la clorofila.

Para proporcionar en tiempo casi real y de manera automática un seguimiento continuo de las variables antes mencionadas en los ecosistemas marino-costeros del Golfo de México, el Océano Pacífico nororiental y el Mar Caribe occidental, a un kilómetro de resolución, la CONABIO ha desarrollado un “Sistema Satelital de Monitoreo Oceánico” que permite detectar anomalías. Los productos se obtienen a partir de imágenes del sensor MODIS recibidos en la estación de recepción satelital de la propia Comisión.

Se cuenta con productos oceánicos de temperatura y color del mar con frecuencias diaria, semanal y mensual, desde el mes de julio de 2002. A partir del estudio de estos parámetros se calculan los promedios semanales y mensuales de cada producto, y las anomalías semanales y mensuales para la concentración de clorofila α y la temperatura superficial del mar mediante el análisis estadístico de los últimos siete años.

Se trabaja, además, en la implementación de un sistema satelital de alerta temprana sobre posibles eventos de blanqueamiento en los corales. El sistema está basado en el análisis del estrés térmico medido con la temperatura superficial de la mar nocturna. Este tipo de productos también es generado por el programa Coral Reef Watch (CRW) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para todo el planeta a 50 km de resolución, a partir de datos térmicos del sensor AVHRR.

La CONABIO se propone utilizar imágenes MODIS a mayor resolución (1 km) basadas en el análisis estadístico de siete años.

Mediante observaciones del color del océano ya se han realizado estudios sobre las mareas rojas. La CONABIO, junto con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), el programa Earth Observation and Mapping (EOMAP) y la Universidad de South Florida (USF), impulsa el estudio de eventos históricos de florecimientos algales nocivos relacionando datos de campo con datos satelitales. Los nuevos eventos de marea roja serán, además, estudiados con sensores colocados en boyas oceanográficas permitiendo sentar las bases para la creación de un sistema de alerta de amenazas a la salud humana, a la economía de las comunidades costeras y a los ecosistemas marinos mexicanos.

Después del accidente en la plataforma *Deepwater Horizon*, en abril del año 2010 —que causó un derrame de petróleo en aguas del Golfo de México—, la CONABIO llevó a cabo un análisis sobre diversas imágenes satelitales (MODIS, Landsat e IRS-P6) que permitió monitorear las manchas superficiales e informar los resultados a diversas dependencias gubernamentales del país. Uno de los productos satelitales utilizados en este monitoreo fue generado por la CONABIO con imágenes diarias de resolución de 500 m, que sirvió para que cada semana se emitieran reportes para la Semarnat en torno a la situación prevaleciente.

3.2.3 Arrecifes y hábitats bentónicos

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) es un ecosistema de aproximadamente 1 000 kilómetros de longitud que comprende cuatro países. Es considerado el sistema arrecifal de barrera más grande del Mar Caribe y el segundo sistema arrecifal del mundo, después de la Gran Barrera Arrecifal australiana. El estudio de dicho sistema constituye a la vez un compromiso y un reto. La Comisión, apoyada por la Conanp, UNAM, Cinvestav-Mérida, EOMAP GmbH& Co. KG, Amigos de Sian Ka'an, A.C., Simbiosis X y

otras instituciones, se dio a la tarea de desarrollar métodos para obtener la distribución espacial de los hábitats bentónicos utilizando tanto técnicas de percepción remota con imágenes satelitales de muy alta resolución espacial (2 m) como trabajo *in situ*.

Se seleccionó al Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, en Quintana Roo, como área piloto.⁷ Esta región, incluida en el año 2009 como Sitio Ramsar núm. 1343, provee hábitats críticos para la alimentación, anidación y crianza de una flora y fauna excepcionales, de alta biodiversidad, con especies de importancia comercial, amenazadas o en peligro de extinción.

Como parte de los métodos implementados se llevó a cabo una clasificación de imágenes de satélite de alta resolución espacial. Previamente se aplicaron correcciones atmosféricas y se llevó a cabo una verificación de campo con base en 132 sitios de muestreos. Se obtuvieron 1 492 fotografías georreferenciadas submarinas y de superficie, así como transectos del arrecife grabados en video que por proporcionan información cualitativa del hábitat bentónico.

Con el propósito de caracterizar el sistema arrecifal espacialmente y zonificar la región, se evaluó la calidad del agua superficial a fin de identificar las zonas de aportes de agua dulce, así como las fuentes terrestres y marinas de contaminación.

Este estudio, aún en proceso, permitirá establecer la línea base para implementar un monitoreo futuro, apoyando así a la conservación y el manejo sustentable del Sistema Arrecifal Mesoamericano. La información recabada en el área protegida forma ya parte del SNIB.

3.2.4 Aves en reproducción y participación ciudadana

El programa de Monitoreo de Aves en Reproducción (Breeding Bird Survey, BBS) es un proyecto

⁷ Localizada dentro de la región marina prioritaria “Punta Maroma-Nizuc” y dentro del sitio marino prioritario para la conservación de la biodiversidad “Humedales Costeros y Arrecife de Puerto Morelos” (desde el año 2007).

internacional de largo plazo y de gran escala geográfica, creado a mediados de los años sesenta en Estados Unidos con el fin de conocer el estado de conservación y las tendencias poblacionales de muchas especies de aves que no son de interés cinegético. Con el tiempo, el programa se expandió a Canadá y, desde 2007, a México con el liderazgo de la CONABIO que alberga a la sección mexicana de la North American Bird Conservation Initiative (NABCI) y comprende a diversas instituciones mexicanas. Actualmente la base de datos del BBS⁸ es pública y cuenta con información de más de 40 años de trabajo de campo y de participación ciudadana en la ciencia, en más de 4 100 rutas que son recorridas anualmente por muchos grupos de voluntarios en Canadá y Estados Unidos.

Desde el año 2007, la coordinación de la NABCI en el norte en México trabaja en la expansión de este programa a los estados fronterizos del norte del país con el apoyo de diversas instituciones, organizaciones y personas. En la primera fase del proyecto se estableció una red de colaboradores locales y se llevaron a cabo talleres de capacitación teórico-prácticos sobre las metodologías del BBS a ornitólogos y aficionados a las aves; también se trazaron las rutas para establecer los sitios de muestreo y se preparó y adaptó el portal de internet del BBS para apoyar a los usuarios. En el año 2011 se ha consolidado esta red de voluntarios mexicanos, gracias al trabajo de cinco coordinadores estatales (también voluntarios) apoyados por dos coordinadores regionales (contratados), en colaboración con el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

La siguiente fase del proyecto incluye, entre otras actividades: *a*] continuar ampliando la red de voluntarios; *b*] fortalecer las capacidades locales en observación e identificación de aves, mediante la impartición de talleres básicos de capacitación para voluntarios y la utilización de la página *web* “Dendroica”⁹ —portal interactivo para ayudar a

⁸ <<http://ebird.org/content/averaves>>; <<http://137.227.245.162/BBS/>>.

⁹ <<http://www.natureinstruct.org/dendroica/>>.

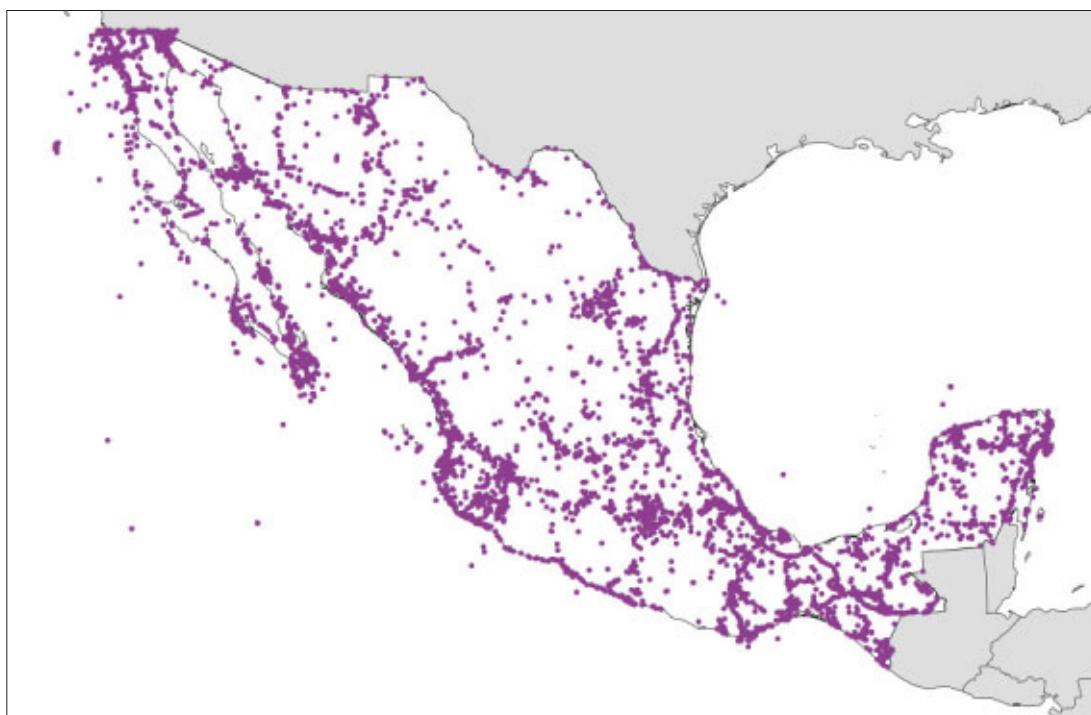


Figura 3.8 Localidades de las observaciones en el sitio aVerAves.

estudiantes, voluntarios y profesionales a mejorar sus habilidades para la identificación de aves silvestres por medio de la observación y el oído—, y c] aumentar el número de rutas asignadas y recorri-

das para ampliar la cobertura del BBS en México hasta completar toda la región norte del país. Los datos del BBS formarán parte del acervo de información del SNIB ampliando así el conocimiento de un gran número de especies de aves y ayudando a la planificación y la toma de decisiones de manejo y conservación de las aves y de la biodiversidad de México.

En colaboración con la Universidad de Cornell se construyó el sitio aVerAves,¹⁰ pionero en México, que permite ligar de manera supervisada los reportes que miles de aficionados a la observación de aves realizan en México. El número de observaciones disponibles por este sistema crece a una velocidad espectacular (figuras 3.8 y 3.9) y constituye un canal ideal para que la sociedad civil se organice y participe de manera educada en la esencial tarea de monitorear los componentes de la diversidad biológica de México. El potencial de esta actividad se puede aquilar si consideramos que el sistema correspon-

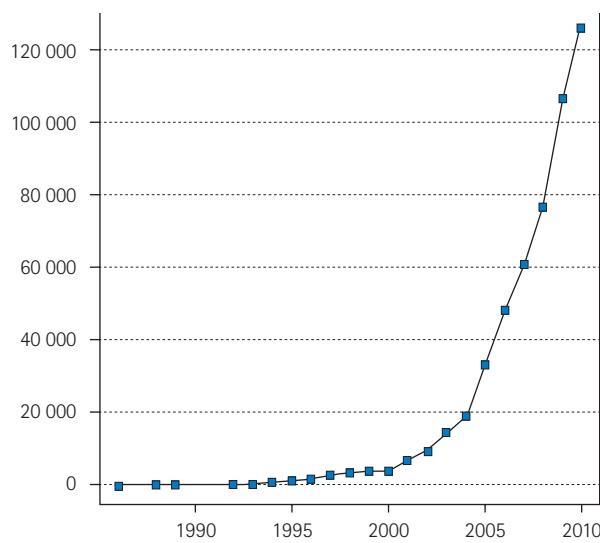


Figura 3.9 Número de observaciones en el sitio aVerAves de la CONABIO.

¹⁰ <www.conabio.gob.mx/averaves/>.

diente en Estados Unidos cuenta, en 2011, con aproximadamente 40 millones de observaciones.

3.2.5 Ecosistemas: manglares de México

Los manglares, presentes en los 17 estados costeros de la República mexicana, representan ecosistemas altamente productivos —son resumideros del carbono atmosférico—, ricos desde el punto de vista biológico y de gran importancia económica y ecológica.

Mediante técnicas de percepción remota y trabajo en campo, la CONABIO ha trabajado en los últimos cinco años en un programa de monitoreo sistematizado de largo plazo mediante indicadores ambientales para determinar las condiciones de la vegetación y los principales agentes de transformación de los manglares de México.

Uno de los principales resultados del programa ha sido el mapa de extensión y distribución de los manglares de México a escala 1:50 000 obtenido mediante imágenes de satélite SPOT del año 2005 (figura 3.10). La extensión estimada de los manglares en México es de 770 057 hectáreas. El análisis mostró que la Península de Yucatán posee 55% de los manglares del país y la región de Pacífico Centro tiene la menor extensión, con 0.9% del total. Entre los estados, el de Campeche posee la mayor superficie de manglar del país, con 194 190 hectáreas, y Baja California la menor, con 28. El mapa fue evaluado por expertos en manglares de cada región mediante un muestreo sistemático con 5 744 fotografías aéreas tomadas en helicópteros de la Secretaría de Marina; el mapa tiene una exactitud de 90.5% (CONABIO 2009b).

En dos talleres realizados en septiembre de 2007 y 2008, más de 35 especialistas en manglares identificaron 81 sitios de importancia biológica y de rehabilitación ecológica en el ámbito nacional. Actualmente está en proceso la identificación de los principales agentes de transformación del manglar de toda la República mexicana para un periodo de poco más de 30 años (1970-2005), así como los procesos de fragmentación que afectan a este eco-

sistema. Se encuentra también en elaboración el mapa de manglares para el año 2010; la información será utilizada para realizar la evaluación de cambios y el análisis de fragmentación ocurridos en los últimos cinco años en los manglares del país. Como un elemento adicional se diseña, con técnicas de percepción remota, un método para estimar la biomasa presente en los manglares, que permitirá el monitoreo de largo plazo para estimar su efecto en la captura de carbono.

RECUADRO 3.1 MANGLAres EN GOOGLE EARTH

En el año 2008, mediante el Programa de Restauración y Compensación Ambiental de la Conabio, se apoyó la ejecución de cinco proyectos de monitoreo de manglar en los estados de Campeche, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Yucatán y Quintana Roo, en donde se encuentran 518 825 hectáreas de las 770 057, de la extensión total nacional de manglar.

El objetivo central de estos proyectos es determinar la estructura y composición de los bosques de manglar enmarcados en una estrategia de escalas temporales y espaciales que permita hacer comparaciones de sus cambios estructurales y funcionales de acuerdo con el grado de conservación o deterioro, ya sea por impactos antrópicos o naturales. Esta estrategia permitirá definir y establecer variables críticas para el diagnóstico y la evaluación de los manglares en varias regiones del país, con miras a contar, finalmente, con modelos predictivos para una mejor comprensión acerca del funcionamiento de estos ecosistemas.

Se trata de un primer esfuerzo en la organización de una red de monitoreo nacional de bosques de manglar dentro del marco conceptual de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red Mex-LTER)

En colaboración con *Google*, la CONABIO produjo un video que muestra en forma sencilla la distribución del ecosistema de manglares en México, que hace énfasis sobre su importancia e incluye imágenes en 3D de algunas especies arbóreas de los manglares. Este video puede ser visto en la página web de la CONABIO.¹¹

¹¹ <<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/manglaresGE.html>>.



Figura 3.10 Extensión y distribución de los manglares en México en 2005.

3.2.6 Detección temprana de incendios

El fuego desempeña un papel muy importante en la dinámica de los ecosistemas, con efectos positivos o negativos, dependiendo de las características de los ecosistemas y las condiciones del fuego. Puede contribuir a mantener algunos ecosistemas como un proceso natural y, por otro lado, es capaz de ocasionar daños de gran magnitud en poco tiempo.

La CONABIO desarrolló y opera un sistema de alerta temprana de incendios forestales, mediante información satelital y geográfica, con la finalidad de contribuir a su prevención y combate. El sistema comenzó, de manera emergente, en 1998 y, desde 1999, suministra información diaria automatizada sobre la ubicación de incendios forestales detectados con imágenes de satélite. Esta información se envía a las instancias estatales de la Conafor, responsables del combate a los incendios forestales, a la Conanp y a Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, entre otras instituciones involucradas en el combate del fuego forestal. Además, la información

es enviada a cada uno de los países centroamericanos, en cumplimiento de convenios de cooperación.

Junto con esta información se generan dos productos más: el primero corresponde a un índice de anomalía de la vegetación que mide la diferencia entre el verdor actual de la vegetación y un verdor esperado basado en la estimación de datos de vegetación de los últimos nueve años. El verdor de la vegetación se obtiene a partir del cálculo del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de imágenes de satélite. Si el verdor actual de la vegetación se encuentra por debajo del verdor estimado se considera en peligro de propagarse un incendio una vez que se presente el fuego. Este resultado se muestra en un mapa que contiene cinco categorías de anomalía: muy alta, alta, moderada, baja y sin anomalía. El mapa se genera cada diez días y se publica en la página web de la CONABIO.¹²

El segundo producto corresponde a un modelo que estima el porcentaje de humedad en la vegeta-

¹² <<http://www.conabio.gob.mx/incendios/>>.

RECUADRO 3.2 DOCE AÑOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

La CONABIO realizó el estudio *Los incendios en México: un análisis de su amenaza a la biodiversidad* como una contribución para evaluar los efectos de los incendios ocurridos en el año 1998, una de las mayores emergencias de incendios forestales en México y en el mundo. Este estudio fue el antecedente para establecer, al año siguiente, el programa para la detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota que, a partir de 2011, se convirtió en el Sistema de Alerta Temprana de Incendios Forestales.

Desde el año 2000 la página web de la CONABIO es de acceso a todo el público y en ella se proporciona información de los incendios detectados en México y sur de Estados Unidos; la sección se denomina: alerta temprana de incendios forestales. Asimismo, como resultado de una colaboración con Centroamérica, a partir de abril del año 2004 se publica información de los siete países de la región.

El sistema se encuentra totalmente automatizado, desde la recepción de la imagen de satélite hasta la publicación de la información en la página web, y está sustentado en programas de código abierto, lo que ha permitido la transferencia de tecnología a otros países como Alemania, Argentina y Chile. Después de diez años de trabajo, hasta el año 2011, se han procesado más de 19 000 imágenes satelitales. Con base en estas imágenes se han detectado más de 500 000 puntos de calor sobre todo el territorio mexicano. La vegetación más afectada por presencia de puntos de calor son los bosques de encino y de pino, y las selvas baja y mediana.

A lo largo de los años de operación de este sistema, y gracias a la participación de los usuarios y al avance tecnológico, se han podido realizar mejoras significativas como la visualización de la información en el sistema de Google Earth.

ción depositada en el suelo en función de las variables de duración de la precipitación, la humedad relativa y la temperatura, obtenidas a partir de datos satelitales. El resultado se genera diariamente y se presenta en un mapa que exhibe el porcentaje de humedad.¹³

Con el propósito de iniciar una evaluación de las áreas afectadas por incendios forestales se implementan métodos para la identificación del área quemada utilizando diferentes tipos de imágenes

de satélite. Se espera generar mapas mensuales de áreas quemadas que ayuden a estimar las áreas dañadas después de la ocurrencia de los incendios forestales (figura 3.11).

3.3 ANÁLISIS

3.3.1 Análisis de riesgo de especies invasoras

La prevención es la estrategia más efectiva y menos costosa, en términos económicos y de pérdida de la biodiversidad, para combatir a las especies invasoras nocivas. El análisis de riesgo es una de las herramientas predictivas más eficaces y utilizadas para evaluar el riesgo de introducir especies exóticas y para desarrollar estrategias de manejo adecuadas para mitigar los efectos ante una situación *de facto*.

Para contender con esta problemática en el país, la CONABIO colaboró con las instituciones responsables en Estados Unidos y Canadá en la definición de los Lineamientos trinacionales de análisis de riesgo de especies invasoras acuáticas (con el auspicio de la CCA). Se trata de una guía para que la región tenga lineamientos de evaluación armónicos, considerando que los ambientes más amenazados son los ecosistemas dulceacuícolas, como lo muestran los estudios de caso que se presentan en dicha publicación.

Asimismo, en colaboración con la Sagarpa, la CONABIO participa en el panel de especies invasoras de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO), en la elaboración de lineamientos trilaterales enfocados a prevenir la introducción de plantas y sus plagas en Norteamérica. Al momento, se han producido dos documentos de lineamientos trinacionales: *Evaluación del riesgo de plantas potencialmente invasoras* (NRMF 32), ya aprobado por los tres países, y *La evaluación para rutas de introducción* que se presentará ante el Comité Ejecutivo de la NAPPO.¹⁴

¹³ *Idem.*

¹⁴ <<http://www.nppo.org/>>.



Figura 3.11 Diariamente, mediante sus antenas, la CONABIO captura información satelital, la procesa y la pone a disposición del público.

La CONABIO cuenta con 52 análisis de riesgo terminados y 51 en curso para especies invasoras. Para difundir los análisis de riesgo útiles a distintos sectores se apoyó la publicación sobre el género *Cheirax*, langostas australianas introducidas en México como alternativa de producción en acuacultura.

En los planes a futuro se contempla continuar con el apoyo a los análisis de riesgo para las especies potencialmente nocivas —tanto a la biodiversidad como a la economía y a la salud pública— con el fin de ayudar a la toma de decisiones para prevenir la entrada de especies invasoras, así como el apoyo al desarrollo de sistemas de alerta y respuesta tempranas. También se analiza si el cambio climático es un factor a considerar en los análisis de riesgo.

3.3.2 Análisis de riesgo de organismos vivos modificados

A solicitud de la Sagarpa, autoridad competente en el tema de liberaciones al ambiente de ovm, la Co-

NABIO inició en 1998 un proceso de auscultación al respecto. A partir de 2005, cuando se publica y entra en vigor la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), los resultados de los análisis de riesgo son solicitados directamente por la Semarnat, como opinión vinculante de la CONABIO.

Se desarrolló una metodología de análisis de riesgo *ad hoc* a las condiciones de México,¹⁵ enfocada a evitar flujo genético entre el ovm en cuestión y los parientes silvestres de la especie existentes en el territorio mexicano, al menos mientras las consecuencias de que exista flujo genético (vía polen y semilla) entre el ovm y los parientes silvestres no se comprendan a cabalidad. Los análisis realizados están dirigidos a identificar riesgos potenciales y a proponer acciones encaminadas a prevenirlos.¹⁶

¹⁵ <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/analisis.html>>.

¹⁶ <<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/analisis.html>>.

RECUADRO 3.3 LA RESPUESTA TEMPRANA: ERRADICACIÓN DE LA PALOMILLA DEL NOPAL

La palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg.), de origen sudamericano, fue ampliamente utilizada como control biológico de especies de nopal (*Opuntia* sp.), consideradas plantas exóticas invasoras en Australia, Sudáfrica y el Caribe. En 1989 se encontró en la península de Florida y en varias islas del Caribe, por lo que se convirtió en una amenaza para los desiertos de Norteamérica. A partir del año 2000 diversas dependencias gubernamentales, en conjunto con organizaciones civiles, plantearon la importancia de este hecho debido a los daños sociales, económicos y ecológicos que causaría a las nopaleras en México. En respuesta, se publicó la norma oficial NOM-EM-040-FITO-2003 que previene la introducción, diseminación y establecimiento de la palomilla del nopal en México.

Aunada a este esfuerzo, en vinculación con organismos internacionales, se echó a andar una campaña de educación técnica dirigida al monitoreo de nopaleras con el fin de tener un sistema de detección temprana en todo el país.

En agosto de 2006 se detectó la presencia de la palomilla del nopal en Isla Mujeres, Quintana Roo. Afortunadamente, una respuesta oportuna dio como resultado la erradicación exitosa de *C. cactorum* en Isla Mujeres y posteriormente en Isla Contoy. La campaña se llevó a cabo con la colaboración de organismos nacionales (Sagarpa y Conafor) e internacionales (OIEA, USDA y NAPPO), que elaboraron trampas de feromonas y llevaron a cabo la capacitación técnica para la erradicación. Desde el 20 de febrero de 2007 no se ha recolectado ningún ejemplar adulto macho en Isla Mujeres y desde el 5 de marzo del mismo año no se ha recolectado ni un bastón de huevecillos en las nopaleras centinelas ni en las trampas.

La extinción del brote de palomilla del nopal en México es un hecho sin precedente que destaca la importancia de la prevención y la respuesta temprana para la erradicación con la colaboración interinstitucional e internacional. La erradicación de la plaga representa para México salvaguardar una riqueza biológica, cultural y económica.

Fuente: Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010. Autores del recuadro: J. Golubov y A. Elizalde.

La metodología de análisis ha ido cambiando y hoy incluye aspectos biológicos, geográficos, moleculares y fenotípicos; recientemente se ha incluido una propuesta de “clasificación de OVM en niveles de bioseguridad”, dependiendo de si la especie en la cual se desarrolló el OVM es originaria de México, si fue domesticada aquí o se diversificó en el territorio nacional. Esta clasificación ayuda a orientar respecto a temas de gestión y manejo del riesgo y las capacidades nacionales y locales con las que se debiera contar para llevar a cabo dichas liberaciones.

Se han llevado a cabo más de 2 500 análisis de riesgo de OVM de acuerdo con el principio de “caso por caso”; es decir, cada caso se enmarca en el trinomio “sitio de liberación-construcción genética-organismo receptor”. A partir de los análisis de riesgo se han elaborado recomendaciones a las autoridades competentes y opiniones útiles para la toma de decisiones.

3.3.3 Centros de origen y de diversidad genética

La LBOGM indica en su artículo 86 que la CONABIO, además de otras instituciones, debe suministrar información a la Sagarpa y a la Semarnat, secretarías encargadas de determinar las especies y las áreas para las que México es centro de origen y centro de diversidad genética de acuerdo con lo publicado en el *DOF* el 18 de marzo de 2005. La Ley estipula que, en las áreas y para las especies que así se determine, no se podrán liberar organismos genéticamente modificados de esa especie (ni de sus parientes silvestres relacionados); esto implica la existencia de “áreas de exclusión” para el uso de OGM específicos en aquellos lugares en donde estén presentes las especies relacionadas, a fin de que no se vean afectadas.

Existe información recopilada en el SNIB por los expertos que colaboran con la CONABIO referente a las especies en las que México es centro de origen y centro de diversidad genética¹⁷ y, en particular, de la información que se ha ido estructurando en el Sistema de Información de Recursos Genéticos.

¹⁷ <<http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/genes.html>>.

RECUADRO 3.4 PROYECTO GLOBAL DE MAÍCES NATIVOS DE MÉXICO

Dentro del tema de "centros de origen y centros de diversidad genética" que aborda el artículo 86 de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, la CONABIO respondió, en el año 2006, a la consulta hecha por la Sagarpa respecto a la información que contenían sus bases de datos y archivos sobre el género *Zea*. El resultado de esta consulta se sintetizó en el documento "Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética en general y el caso específico de la liberación experimental de maíz transgénico al medio ambiente en México". Este documento sirvió de base para que la Sagarpa, la Semarnat y la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem) financiaran un proyecto de maíces nativos y sus parientes silvestres con el fin de atender una recomendación particular de la Comisión: "Integrar toda la información existente en el país y actualizarla para reducir la incertidumbre en la tarea de definición de las áreas..."

Desde finales del año 2006, la CONABIO, en coordinación con el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), diseñó e implementó el proyecto Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México, que a su vez ha financiado diversos proyectos para la revisión de literatura publicada sobre el centro de origen del maíz, la computarización de colecciones existentes y la obtención en campo de nuevos registros de maíces nativos y sus parientes silvestres –los teocintles–, así como también del género *Tripsacum*.

El proyecto global aún no concluye; sin embargo, ha superado el estimado de información que se programó recopilar y generar. Dicha información ya fue entregada a las entidades financieras y se ha hecho pública en la página web de la CONABIO.

Los principales productos son:

1] Una publicación sobre el centro de origen del maíz (Kato *et al.* 2009).

A la fecha, con el apoyo de financiamiento externo y de la propia Comisión, se ha apoyado una serie de estudios de gabinete y de campo relacionados con varias especies originarias de México, de importancia económica, con el fin de contar con suficientes elementos que aportar a la Sagarpa y a la Semarnat en la toma de decisiones respecto al tema.

2] Una base de datos de los maíces nativos y sus parientes silvestres que incluye la información recabada en las recolectas llevadas a cabo en los últimos 80 años en México y que contaba a octubre de 2010 con un total de 24 000 registros.

3] Diversos mapas que resumen los resultados principales del proyecto.

4] Un documento publicado en la página de la CONABIO: *Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética para el caso de los maíces nativos de México a partir de los resultados del proyecto Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México (2006-2011)*.*

La información generada servirá para apoyar a la Sagarpa y a la Semarnat en el cumplimiento del artículo 86 de la LBOGM. En este sentido, la CONABIO está elaborando propuestas de áreas de diversidad de acuerdo con los nuevos datos con que cuenta, como un aporte adicional a las dos secretarías. Es necesario que el acuerdo que se publique en el *Diario Oficial de la Federación* incluya "medidas de protección de las áreas", para lo cual ya se han comenzado a elaborar algunas recomendaciones específicas.

Dentro de las medidas que se consideren, una de las acciones fundamentales es impulsar un programa nacional de conservación y monitoreo de las poblaciones de los teocintles, los parientes silvestres más cercanos a los maíces nativos que reúnen la mayor fuente de diversidad genética conocida del género *Zea*. Igualmente importante será asegurar que el proceso mediante el cual los agricultores cultivan los maíces nativos sea mantenido vivo, ya que éste es uno de los factores más relevantes en la relación con la continua evolución y formación de diversidad.

* <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Elementos_2011_2.pdf>.

La meta de estos esfuerzos es contar con suficiente información y conocimiento que permita a la CONABIO proponer estrategias de conservación de los recursos genéticos de México, en especial los de importancia agronómica y económica, para asegurar que la diversidad genética existente se conserve para las necesidades actuales y futuras del país.



Isla Contoy, Quintana Roo

4 | Conocimiento para el uso sostenible de la biodiversidad. Creación de inteligencia y políticas públicas

4.1 ESTRATEGIAS

4.1.1 Estrategia global: Convenio sobre la Diversidad Biológica

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un acuerdo multilateral global que reconoce que la conservación de la diversidad biológica es del interés de la humanidad y parte fundamental en el proceso de desarrollo de las naciones, y define tres objetivos principales: la conservación, el uso sostenible y el reparto justo y equitativo de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El Convenio fue adoptado por más de 150 países en 1992; a fines de 1993 entró en vigor y desde entonces la CONABIO fue la institución designada para darle seguimiento y asesorar y representar al gobierno de México en la materia. Esta tarea exige la integración de información, la coordinación intersectorial, la búsqueda de consensos, la participación y negociación en los foros y, finalmente, la difusión y seguimiento de los compromisos adquiridos por el país en el tema del medio ambiente.

La CONABIO es el enlace de México ante su Órgano Asesor Técnico, Científico y Tecnológico (SBSTTA) y para temas tales como la Iniciativa Global Taxonómica (GTI), el Mecanismo Facilitador de Información (CHM), la Estrategia Global para la Conservación Vegetal (GSPC), Especies Exóticas Invasoras (IAS) y el Acceso a Recursos Genéticos y Reparto Equitativo de Beneficios (ABS). Además, la Comisión asesora al gobierno mexicano en temas relativos al conocimiento tradicional, áreas protegidas y bio-

seguridad, entre otros. La Comisión ha venido cumpliendo con esta amplia lista de funciones y además ha realizado diversos estudios y desarrollado estrategias derivadas de compromisos internacionales.

La CONABIO coordinó la elaboración y publicación del *Estudio de país* (1998), la *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México* (2000), la *Estrategia mexicana para la conservación vegetal* (2008), El segundo estudio de país, *Capital natural de México* (2008-2009) y la *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México* (2010); asimismo, creó un programa para la elaboración de estudios y estrategias estatales para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, implementado hasta ahora en 20 entidades federativas y que funciona como herramienta para la toma de decisiones y la elaboración de políticas públicas que ayuden a la implementación del CDB en nuestro país.

Vale la pena destacar el liderazgo de México en las negociaciones para desarrollar el Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. En ese entorno, México ha sobresalido por la crítica constructiva a su órgano asesor científico y técnico, por las propuestas creativas de reformas, por la reducción sustancial de temas nuevos en el programa de trabajo multianual y por el énfasis en las acciones para la implementación nacional. Durante años la CONABIO ha mantenido una participación en forma regular, presidiendo en muchas ocasiones las delegaciones mexicanas, así como varias reuniones y grupos de trabajo en el marco del CDB. Esto ha per-

mitido mantener la memoria histórica de la postura del país, estableciendo un liderazgo en el Convenio.

4.1.2 *Capital natural de México*

Como se mencionó, la CONABIO coordinó en 1998 el primer estudio de país: *La diversidad biológica de México: Estudio de País*,¹ cuyo objetivo principal fue dar a conocer una síntesis descriptiva de la biodiversidad de México.

A casi diez años de la publicación del primer estudio de país, y contando con un cuerpo de información mucho más rico, con avances conceptuales y de desarrollo de nuevas tecnologías de percepción remota, métodos de análisis y el estímulo de la publicación *Millennium Ecosystem Assessment*, MA 2005 (*Evaluación de los ecosistemas del milenio*), la CONABIO realizó un segundo estudio de la biodiversidad de México que presenta un avance conceptual importante reflejado, incluso, en el título del trabajo: *Capital natural de México*.² Esta obra es un esfuerzo para captar el valor de la biodiversidad desde una perspectiva social, con énfasis especial en la descripción y el análisis de los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas y su efecto sobre el bienestar comunitario (figura 4.1).

La obra, que comenzó a elaborarse en 2005, buscó integrar la fuente más completa de información primaria, descriptiva, analizada y sintetizada sobre el estado del conocimiento y la conservación de la biodiversidad, así como una evaluación de las políticas públicas necesarias para lograr la sustentabilidad. Evalúa lo que conocemos de la biodiversidad, desde el nivel genético hasta el de los ecosistemas, así como los factores que han influido en los cambios y las tendencias de dichos cambios en las últimas cinco décadas. También señala las capacidades nacionales que han permitido o limitado dicho conocimiento, el uso racional y la conservación de la biodiversidad, así como los escenarios

¹ CONABIO 1998.

² CONABIO 2008a,b; 2009c; Sarukhán *et al.* 2009; <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex.html>>.

futuros posibles de continuar las tendencias actuales, y la propuesta de líneas de acción para lograr una situación más deseable para el país.

Capital natural de México consta de tres volúmenes:³ I. *Conocimiento actual de la biodiversidad* (2008); II. *Estado de conservación y tendencias de cambio* (2009), y III. *Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad* (2008), y habrá dos volúmenes más que están en proceso de elaboración: IV. *Capacidades humanas, institucionales y financieras*, y V. *Escenarios futuros*. Además, se publicó una síntesis sobre los tres primeros volúmenes dirigida a quienes toman decisiones desde el ámbito gubernamental: *Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad* (2009).

La obra es de una magnitud sin precedentes en el país: participaron 648 autores y 96 revisores editoriales externos, y fue realizada con la orientación de un coordinador general encargado de fijar la visión del estudio. Cada volumen ha tenido un grupo de compiladores y los capítulos cuentan con uno o varios autores responsables que coordinaron a sus coautores y a los autores de los recuadros.

Se busca en ella promover una cultura de aprecio a la diversidad y al enorme valor de los servicios ambientales que nos proporciona la biota mexicana, y pone a disposición de los diferentes órganos de gobierno un importante sustento de información como ayuda para definir políticas públicas, con un adecuado balance entre los ejes clave para lograr la sustentabilidad, el bienestar social y las mejores prácticas de manejo y conservación de la diversidad biológica, todo ello para transitar de la fase de definición de problemas a la de planteamiento y de diseño de soluciones.

4.1.3 *Capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*

La grave crisis ambiental que hoy vivimos compromete seriamente el bienestar humano y la equidad

³ El año de publicación se indica entre paréntesis.



Figura 4.1 Presentación de la obra *Capital natural de México*.

social. En las dos últimas décadas del siglo pasado los problemas ambientales se hicieron palpables, y como respuesta surgió una política ambiental basada en estrategias de protección y conservación. Por ello, la evaluación de las capacidades nacionales, entendidas como todos los elementos con los que cuenta México —en especial el gobierno— para el cumplimiento de las funciones y actividades para atender los temas ambientales en general, y en particular los de la biodiversidad, es un paso fundamental no sólo para apreciar lo que se ha logrado hasta ahora y lo que falta por hacer, sino también para conocer a fondo las acciones que impulsaron los avances y los obstáculos que impidieron mayores logros. Éste fue el propósito del proyecto *México: evaluación de capacidades e identificación de prioridades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*, financiado por el Fondo Fiduciario para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Fund, GEF) mediante el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El proyecto fue coordinado por la CONABIO y el PNUD; se inició en abril de 2008 mediante talleres, entrevistas y encuestas, y tuvo la participación de 150 expertos y miembros de los sectores social, académico y gubernamental. Concluyó en 2010 con las publicaciones en español e inglés del libro *México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*.⁴

En el documento se concluye que, a pesar del encomiable esfuerzo del SNIB para compilar, organizar y distribuir la información sobre la enorme diversidad biológica de México, es necesario incrementar la inversión y la participación coordinada de numerosas instituciones y especialistas. También destaca que en México se han realizado iniciativas novedosas que representan opciones viables, más allá de las áreas naturales protegidas (el instrumento de conservación más consolidado), como las Unidades de Manejo de la Vida Silvestre (UMA),

las exitosas empresas forestales comunitarias y el pago por servicios ambientales. Se presenta, además, una propuesta de indicadores para evaluar de manera sólida la contribución de estos instrumentos a la conservación.

Finalmente, se señala que el reconocimiento de la importancia de la biodiversidad y de los servicios ambientales aún no se ha arraigado en la sociedad ni en todos los sectores públicos: existen, concluye, grandes contradicciones entre las políticas ambientales y las económicas, agropecuarias, turísticas, de salud y de educación; el mayor reto será, entonces, que los temas ambientales se integren como criterios transversales en las actividades sociales y gubernamentales y, de esta forma, se logre el bienestar económico y social en armonía con la conservación y el uso sustentable del capital natural de nuestro país.

4.1.4 Estrategias nacionales

Biodiversidad de México (ENBM)

Bajo la coordinación de la CONABIO, en 1997 se iniciaron los trabajos de elaboración de la *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*, publicada en el año 2000. La *Estrategia nacional* contiene una serie de objetivos, líneas estratégicas y acciones requeridas para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en México propuestas por los representantes de los sectores social, académico, privado y gubernamental, y recogidas en una serie de talleres de consulta participativa. Establece una visión a 50 años en la que México habrá detenido y revertido los procesos de deterioro ambiental que amenazan su vasta diversidad y tendrá un conocimiento amplio y suficiente de sus recursos naturales que facilitará la correcta toma de decisiones para promover un desarrollo económico armonioso con la conservación de la biodiversidad. Tal visión se logrará mediante la implementación de las cuatro líneas estratégicas propuestas en la ENBM: 1] Protección y conservación; 2] Valoración de la biodi-

⁴ CONABIO-PNUD 2009, en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/MexCapacidades.html>>.

versidad; 3] Conocimiento y manejo de la información, y 4] Diversificación del uso.

Una de las acciones derivadas de la ENBM ha sido la promoción de estudios y estrategias estatales de biodiversidad, coordinadas por la CONABIO desde 2002, como un esfuerzo de implementación de la *Estrategia* a escala local. Con base en los resultados publicados en *Capital natural de México* se tiene ahora en proyecto una actualización de la ENBM y el nuevo Plan estratégico 2011-2020, adoptado por el CDB en su décima Conferencia de las Partes en Nagoya, Japón (2010).

Especies invasoras (ENEI)

En el año 2007 la CONABIO inició la coordinación de la *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación*, con el establecimiento de un Comité Nacional Asesor, conformado por 46 colaboradores, académicos expertos en el tema, funcionarios de diferentes dependencias y representantes de organizaciones civiles.⁵ El proceso incluyó desde un diagnóstico de las principales instituciones y sus atribuciones para atender esta seria amenaza hasta la consulta pública sobre el documento. Los numerosos comentarios recibidos en la consulta fueron revisados y analizados por el Comité para determinar su pertinencia. La estrategia resultante, plasmada en un documento adicional,⁶ se presentó al público en septiembre de 2010.

La ENEI tiene una ambiciosa misión sustentada en tres objetivos: 1] prevenir, detectar y reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras; 2] establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies exóticas invasoras destinados a minimizar o eliminar sus impactos negativos y favorecer la restauración y conservación de los ecosistemas, y 3] informar oportuna y eficazmente a la sociedad y desarrollar acciones estratégicas transversales.

⁵ <http://www.conabio.gob.mx/invasoras/images/9/90/Especies_invasoras_Mexico_dic2010.pdf>.

⁶ Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras 2010.

Para lograr los objetivos se definieron cinco acciones estratégicas transversales: 1] revisar, adecuar y desarrollar el marco normativo; 2] desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales; 3] establecer la coordinación intergubernamental e interinstitucional y con la sociedad; 4] impulsar la divulgación, la educación y la concientización de la sociedad en general, y 5] generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.

Se establecieron 15 metas y se espera que los resultados conduzcan a que, en el año 2020, México cuente con sistemas eficaces de prevención, alerta y respuesta temprana, así como con los instrumentos respectivos, dentro de un marco legal congruente y conforme con las necesidades de prevención, mitigación, control y erradicación de dichas especies.

En el documento se ejemplifican avances importantes en diferentes aspectos relacionados con las invasiones biológicas pero se advierte que la implementación cabal de la estrategia requiere la colaboración coordinada y decidida de todos los sectores involucrados. Se sugiere, además, establecer un sistema de indicadores que permita medir el progreso en las diferentes actividades, establecer medidas correctivas y responder con transparencia.

Conservación Vegetal (EMCV)

En el año 2002, en el marco del CDB, la CONABIO participó activamente en la formulación de la Estrategia mundial para la conservación vegetal (Global Strategy for Plant Conservation, GSPC) y en su posterior actualización durante la Conferencia de las Partes (COP10), en Nagoya, en 2010. La Estrategia mundial plantea metas y objetivos orientados a detener la pérdida de la diversidad vegetal en el mundo. Entre sus recomendaciones, propone la adopción de medidas regionales, nacionales y subnacionales, e incorporar los preceptos de esta Estrategia mundial en los planes, programas e iniciativas pertinentes. Actualmente México, representado por la CONABIO, es co-

presidente del grupo de enlace para orientar la GSPC.

Para el seguimiento y la implementación de la GSPC a escala nacional, la CONABIO fungió como punto focal y ha sido líder de las actividades para la elaboración de la Estrategia mundial para la conservación vegetal. Para la construcción de este esfuerzo, se conformó un Comité Coordinador Intersectorial constituido por expertos de 16 instituciones académicas, gubernamentales y civiles.

Como un primer acercamiento a la conformación de una estrategia nacional, dicho Comité elaboró el documento *Estrategia mexicana para la conservación vegetal: objetivos y metas* (EMCV),⁷ presentado en el año 2008, durante la 9^a Conferencia de las Partes del CBD, en Bonn, Alemania.

Actualmente se ha emprendido un proceso de revisión de la EMCV con la finalidad de alinearla con las nuevas metas adoptadas tanto para la GSPC, actualizada en 2010, como del Plan Estratégico del CBD (2011-2020), y desarrollar el detalle de las acciones necesarias para su adopción e implementación en nuestro país, con la participación de los distintos sectores de la sociedad.

La estrategia mexicana contempla, entre otros puntos, la generación y la transmisión de conocimiento básico para la conservación de plantas, tanto *in situ* como *ex situ*; esfuerzos para la restauración de zonas degradadas, desarrollo de políticas públicas para la protección de la diversidad vegetal, y la promoción de su uso sustentable y económicamente benéfico a la población, con el establecimiento de metas cuantificables.

La Estrategia mexicana para la conservación vegetal entra ahora en una nueva y determinante etapa, la de la implementación, y para ello la Comisión encabezará al Grupo Coordinador, responsable de aplicar las acciones establecidas en la estrategia, dar el seguimiento y llevar a cabo evaluaciones pertinentes para alcanzar las metas acordadas.

⁷ CONABIO-Conanp-Semarnat 2008, en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/EMCV.pdf>>.

4.1.5 Estudios y estrategias estatales de biodiversidad

La diversidad biológica y cultural de México hace que, en la práctica, la ENBM deba adecuarse a distintas escalas y realidades. En el año 2002, la CONABIO estableció como programa especial las “Estrategias Estatales de Biodiversidad” (EEB), proceso ampliamente participativo, que tiene como finalidad el establecimiento de políticas públicas locales y transversales en materia de conservación y uso sustentable de la biodiversidad. La iniciativa comprende la elaboración de documentos homólogos a los nacionales: 1] Estudio de estado, diagnóstico base del estado de conocimiento, conservación y uso de la biodiversidad de la entidad en sus diferentes niveles, y 2] Estrategia estatal sobre biodiversidad y plan de acción, herramienta de planificación que establece objetivos, metas, acciones y recursos que cada entidad necesita para mejorar la gestión de la biodiversidad y asegurar su uso sustentable y conservación.

Estudios estatales de biodiversidad

Uno de los elementos básicos en el desarrollo de las estrategias estatales es el diagnóstico del conocimiento de la diversidad biológica de cada entidad; varios estados han realizado este estudio o están en el proceso de hacerlo.

El primer estado en publicar su estudio fue Michoacán, en el año 2005, y a partir de entonces otros nueve estados: Morelos, Aguascalientes, México, Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Puebla, Veracruz y Chiapas han publicado sus estudios diagnósticos, mientras que otros siete: Colima, Chihuahua, Distrito Federal, Jalisco, San Luis Potosí, Tabasco y Zacatecas están en la fase de formulación. En muchos casos, los estudios son esfuerzos que, en términos del número de participantes, no tienen precedente en ninguna otra área del conocimiento. La contribución de universidades estatales, institutos y centros de investigación ha sido

muy importante; dependiendo del estado, han participado entre 60 y 250 autores, de entre 20 y 50 instituciones. En total, de los 16 estados que realizan o han realizado estos estudios, han participado más de 1 300 expertos de 293 instituciones, tanto del país como del extranjero. Esta amplia participación de expertos ha dado como resultado listados estatales de especies más completos.

Para el año 2012 prácticamente la mitad de las entidades federativas del país contarán con una primera generación de estudios de biodiversidad; en el largo plazo se espera que éstos sean actualizados con base en nuevos conocimientos y utilizando enfoques metodológicos de diagnóstico más novedosos, como los empleados para la elaboración del *Millennium Ecosystem Assessment* (MA 2005) y *Capital natural de México* (CONABIO 2008a,b; 2009c), que constituyen el segundo estudio de país.

Estrategias estatales de biodiversidad

Varios estados han desarrollado sus estrategias estatales de biodiversidad. El primero fue Morelos en 2003, con una revisión y actualización en 2010. Michoacán fue el segundo estado en publicar su estrategia y actualmente instrumenta actividades en el marco de esta herramienta para hacerla de cumplimiento obligatorio. Aguascalientes, por su parte, publicó su estrategia en el año 2010 y ha actualizado su Ley de Protección Ambiental integrando la Estrategia estatal de conservación y uso sustentable de la biodiversidad (ECUSBEA) como el marco orientador para asegurar la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad en el estado. Por su parte, Jalisco, Puebla, Chiapas y Campeche están elaborando sus respectivas estrategias.

El proceso de la elaboración y publicación de estrategias estatales ha sido apoyado por instituciones locales, nacionales e internacionales. La participación de instituciones del sector ambiental (Semarnat, Conanp, Profepa, Conafor) y de otros sectores (Sagarpa, SEP, organizaciones de la sociedad civil, entre otras) ha enriquecido los estudios tanto me-

RECUADRO 4.1 PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE EEB

En el marco de las celebraciones del Año Internacional de la Biodiversidad en 2010, la CONABIO y el Gobierno del Estado de Jalisco, organizaron el Primer Encuentro Nacional sobre Estrategias Estatales de Biodiversidad,* creando un foro de intercambio de experiencias y aprendizajes entre los actores clave de las 17 entidades federativas que hasta ese momento se encontraban elaborando estudios y estrategias estatales de biodiversidad.

En ese marco se realizó la firma de la "Declaración de Ajijic sobre Acciones Locales para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad Mexicana",** en la que las autoridades ambientales estatales ratificaron su interés y voluntad por contribuir con los compromisos que México tiene ante el CDB mediante su participación en las EEB.

Se compartieron experiencias y se analizaron los temas:
 1] creación de dependencias que atiendan los asuntos relacionados con la biodiversidad;
 2] sistemas estatales de información sobre biodiversidad, y
 3] oportunidades de financiamiento.

Participaron 120 personas de 22 estados del país, 12 autoridades ambientales estatales y procuradores ambientales de cinco estados. Este encuentro incentivó la incorporación de más gobiernos estatales a este esfuerzo.

* <<http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/primerEncuentro.html>>.

** <<http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/Ajijic2010/AcuerdosAjijic.pdf>>.

diente contribuciones concretas como por medio de la identificación de acciones prioritarias en el marco de sus atribuciones. En todo momento se busca la participación transversal de todos los sectores involucrados. Las instituciones internacionales que han participado con apoyo al desarrollo de las estrategias han sido el PNUD, la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo y The Nature Conservancy.

Las EEB son importantes instrumentos que permiten a los estados identificar las amenazas a su biodiversidad así como los factores y acciones necesarios que en el largo plazo puedan asegurar su uso sustentable y su conservación. No obstante, esta iniciativa tiene aún retos que superar para su consolidación como, por ejemplo, que los procesos

sean internalizados en la estructura gubernamental y asumidos por la sociedad y las instituciones académicas para que los actores locales puedan actuar de manera independiente sin la necesidad de la intervención federal.

La culminación de estos esfuerzos de desarrollo en las entidades del país es el establecimiento de organismos propios de cada estado, que llenen la función que la CONABIO cumple para todo el país. Es decir, se trata de que organismos de los gobiernos estatales generen, con la participación de las instituciones académicas locales y la sociedad, el conocimiento necesario para influir en el desarrollo de políticas estatales orientadas a la conservación y el manejo racional de los ecosistemas de la entidad y que promuevan la concientización de la sociedad sobre la importancia del buen estado de salud de los ecosistemas y de los servicios ambientales que influyen en su bienestar. Además, esto estimulará la formación de capital humano local cada vez mejor preparado en lo que se refiere a las ciencias de la biodiversidad y sus implicaciones sociales y económicas.

El primer estado en iniciar las gestiones necesarias para establecer su Comisión Estatal de Biodiversidad, con el apoyo de la CONABIO en la capacitación de su personal entre otros elementos, ha sido Morelos, en el seno de su Comisión Estatal de Medio Ambiente y Aguas, que a partir de 2011 es

Cuadro 4.1 Estados que han publicado su Estudio Estatal de Biodiversidad

	Año de publicación	Autores	Instituciones participantes
Michoacán	2005	75	14
Morelos	2006	40	10
Aguascalientes	2008	83	20
Estado de México	2009	87	17
Yucatán	2010	250	47
Campeche	2010	128	28
Quintana Roo	2011	120	27
Veracruz	2011	220	40
Puebla	2011	130	22
Chiapas	2011	188	45

ya operativa. Aguascalientes ha dispuesto la creación de una Comisión Estatal de Biodiversidad como un órgano auxiliar del Instituto del Medio Ambiente del Estado de Aguascalientes (IMAE), cuadro 4.1.

4.1.6 Restauración y compensación ambiental

El Programa de Restauración y Compensación Ambiental (PRCA) de la CONABIO es un cambio novedoso y positivo en el financiamiento de acciones para la restauración ecológica y conservación de ecosistemas en México, que ha permitido, desde su instauración en el año 2003, canalizar recursos de manera directa para acciones concretas relacionadas con la recuperación y conservación de recursos naturales de nuestro país.

El órgano asesor del programa está integrado por los titulares de la CONABIO, del INE, de la Conafor, de la Conanp, además de un representante de la UNAM, designado por su rector. Su función es definir y vigilar la canalización de los recursos financieros.

4.1.7 Corredor Biológico Mesoamericano-México

El aprovechamiento sustentable, eje de la conservación en corredores biológicos

Los corredores biológicos son macizos de vegetación que actúan como puentes que permiten el movimiento de genes y especies en ecosistemas que han quedado fragmentados y contribuyen a garantizar la continuidad de los ciclos de vida. Hace tres millones de años emergió en el continente americano una conexión terrestre que unió dos grandes regiones ecogeográficas: la neártica y la neotropical, y que dio lugar a una gran riqueza biológica. La megabiodiversidad de especies de México es, en parte, una expresión de esta riqueza. Plantas y animales de Norte y Sudamérica que habían evolucionado en aislamiento empezaron a hacer contacto, dando lugar a nuevas formas de vida.



Figura 4.2 Los corredores permiten el mantenimiento de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos.

Hace menos de un siglo, en esta región, desde el Darién panameño hasta los estados del sureste mexicano, había una sola extensión de bosque tropical limitada sólo por los cuerpos interiores de agua. Hoy, por desgracia, esta riqueza está en riesgo, como puede observarse en fotografías aéreas y satelitales. La cobertura forestal que queda está formada por fragmentos de selvas y bosques cuya estabilidad en términos ecosistémicos está amenazada; no obstante, este angosto territorio sigue siendo el lugar en donde habita entre 7 y 10% de las especies conocidas en el planeta. Ante la urgente necesidad de contrarrestar esa pérdida, el concepto de corredor biológico se ha convertido en el eje de una estrategia para conservar, y en su caso, restablecer la cubierta vegetal que hace posible la conectividad entre áreas protegidas. Este proyecto se conoce como Corredor Biológico Mesoamericano.

El Corredor Biológico Mesoamericano es una iniciativa regional en la que participan México, Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, en un esfuerzo por proteger los ecosistemas naturales que aún existen. El

eje de atención es mantener la conectividad mediante corredores que a la vez que permitan el movimiento de animales y la dispersión de plantas, contribuyan a mejorar la calidad del bienestar vida de los pobladores locales (figura 4.2).

En México este proyecto recibió durante nueve años el apoyo del GEF, mediante recursos administrados por la CONABIO. En 2011, la Comisión creó la Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos con la función de consolidar la experiencia desarrollada hasta este momento en el establecimiento de corredores en el sureste de México, así como la conducción del Programa de Recursos Biológicos Colectivos.

El proyecto opera en ocho corredores ubicados en los estados de Chiapas, Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Tabasco⁸ y se tienen arreglos de colaboración con Oaxaca (figura 4.3).

⁸ Selva Maya Zoque (norte de Chiapas), Sierra Madre del Sur (sur de Chiapas), Calakmul-Sian Ka'an (Campeche), Sian Ka'an-Calakmul (Quintana Roo), Costa norte de Yucatán (Yucatán) y Sierra de Tacotalpa-microcuenca Huitiupán, Cañón y humedales del Usumacinta y Humedales de la Chontalpa (Tabasco).



Figura 4.3 Ubicación de los componentes mexicanos del CBM.

En cada uno de estos corredores se realizan esfuerzos por estabilizar la cobertura de los ecosistemas que aún existen, aumentar su superficie, restaurar las áreas críticas deterioradas y reconvertir las prácticas productivas de sus habitantes en otras que aseguren bienestar a las futuras generaciones. El Corredor se inspira en la convicción de que la conservación a largo plazo de los ecosistemas y su biodiversidad no podrá alcanzarse sin trabajar al mismo tiempo en mejorar las condiciones de vida de las poblaciones rurales que son dueñas de los bosques. La estrategia contempla dos componentes íntimamente relacionados entre sí: enfoque territorial y confluencia de políticas públicas.

A diferencia de la perspectiva sectorial, en la que el patrón operativo dominante es que cada instancia

del estado haga su parte, el esfuerzo del CBM-M está centrado en la atención del territorio en función de sus propias características. Con esta óptica se promueve el diseño de políticas y programas integrados a distintas escalas, con objetivos basados en las necesidades y potencialidades locales y con respeto a las particularidades geográficas en cada corredor. El marco de trabajo son los procesos económicos y sociales que tienen lugar en el territorio, en particular los que son factor de deterioro y cambio de uso del suelo. El desafío no es de orden menor, si se consideran los vacíos heredados en la construcción de una visión territorial en las políticas de desarrollo en México y la debilidad de las instituciones en el nivel de las instancias más cercanas a la gestión del territorio, particularmente de los municipios.

Algunas de las experiencias desarrolladas en corredores biológicos muestran que es posible conciliar el cuidado de la naturaleza con un beneficio económico para sus pobladores. Después de diez años de operación, los efectos del CBM-M comienzan a vislumbrarse en algunos de los ecosistemas de las áreas que cubre y sus preceptos y objetivos centrales han ido permeando algunos de los lineamientos de política pública dentro y fuera del sector ambiental.

En estos años de gestión el CBM-M trabajó con un total de 628 comunidades, con una población beneficiada de 85 283 personas. Se estima que de ese total, una tercera parte corresponde a población indígena.

Impacto en la reorientación de las políticas públicas

Un resultado importante de los esfuerzos del CBM-M ha sido lograr que se incluyan criterios ambientales en los lineamientos y requisitos de los programas públicos de inversión federal en el trópico húmedo. Éste ha sido un paso significativo en un contexto institucional en el que proyectos de conservación contravienen los principios de programas públicos de índole económica, provocando una dualidad de criterios que terminan por afectar seriamente a la biodiversidad.

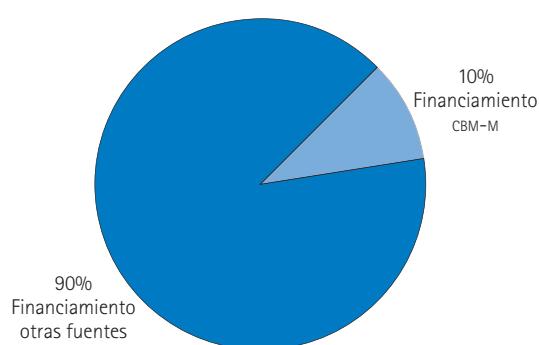


Figura 4.4 Los fondos propios del Corredor han propiciado la inversión de nueve veces más recursos económicos de diversas fuentes en sus programas.

Actualmente el CBM-M se coordina con la Sagarpa y la Conafor para el desarrollo de proyectos en el estado de Chiapas. A partir de ello ya se limita, en numerosos ejidos, el crecimiento de la frontera agropecuaria en conectores biológicos en esa zona del trópico húmedo mexicano. El corredor abarca los municipios de Marqués de Comillas, Benemérito de las Américas, Maravilla Tenejapa y una pequeña parte de Ocosingo, con una superficie total de 250 000 hectáreas y una población de 23 751 habitantes distribuida en 115 localidades.

El CBM-M ha documentado que, además, otras instituciones gubernamentales han reorientado casi 440 millones de pesos en inversiones públicas hacia los estados de Campeche, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo (figura 4.4).

Mejoramiento de la conectividad

Para mejorar la conectividad se ha puesto énfasis en la planeación participativa. Ejemplo de ello han sido los trabajos asociados al ordenamiento territorial en la Península de Yucatán: *a*] Propuesta e implementación de planes piloto de buen manejo apícola en Quintana Roo; *b*] Convenio (con Cinvestav) para la realización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán; *c*] Ordenamiento ecológico territorial e identificación de proyectos de manejo sustentable en las comunidades de X-Hazil y Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, y *d*] Creación de bases para el ordenamiento ecológico regional participativo en el área focal de La Montaña, Campeche.

Impacto en la reversión de la tasa de deforestación

Un propósito básico en la estrategia del CBM-M es revertir, o al menos frenar, la tasa de deforestación. La acción central ha sido la promoción de procesos productivos distintos a la agricultura como

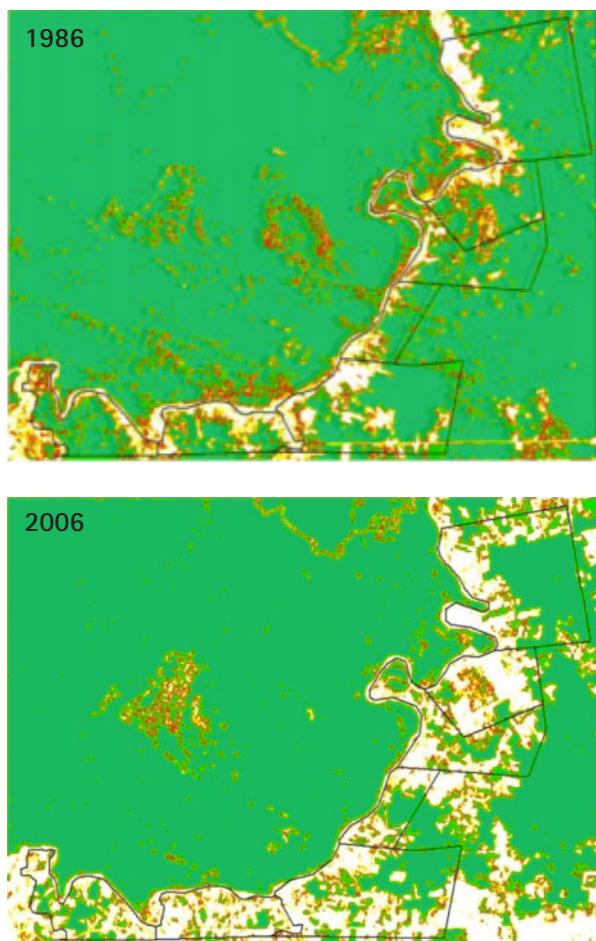


Figura 4.5 Fragmentación de la cubierta forestal por cambio de uso de suelo en municipios de la zona de Marqués de Comillas, frente a la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas, por el establecimiento de potreros bajo esquemas de ganadería extensiva y otros usos agrícolas.

única alternativa de desarrollo económico local; éstos incluyen principalmente la apicultura, el ecoturismo y el cultivo de café de sombra. Con ello se atenúa la presión sobre los recursos forestales y se fortalecen incentivos para su conservación (figura 4.5). Esta serie de herramientas, sumadas a la elaboración de la *Guía de campo de buenas prácticas forestales* y una serie de criterios y tipologías de productores, ha permitido orientar la gestión de los apoyos del CBM-M en regiones forestales y evitar que éstos tuvieran resultados negativos sobre la biodiversidad.

Aunque todavía de forma focalizada y en plan experimental, como se puede observar en el apartado de evaluación y monitoreo, el impacto de estas acciones se expresa en algunas localidades de la Selva Lacandona, en las que la preservación de la cobertura forestal es ya observable mediante fotografías aéreas y satelitales, aunadas al desarrollo de actividades económicas alternativas y el desarrollo del Programa de Pagos por Servicios Ambientales.

Mercados verdes

La producción sustentable va de la mano con un consumo ambientalmente responsable. De ahí que uno de los principales empeños del CBM-M sea favorecer el desarrollo de mercados que alienen la producción en condiciones de sustentabilidad. El Corredor apoya a las comunidades para que puedan comercializar a mejores precios los productos que obtienen de su trabajo. Un producto útil en este esfuerzo es el establecimiento de un Sello Corredor.

Entre las acciones que se promueven para el desarrollo de mercados verdes se firmó un convenio con el Latin American Food Show (LAFS), “Abriendo mercados”, para estimular la comercialización de productos sustentables ofrecidos por organizaciones de productores rurales tanto en el marco de los esfuerzos del CBM-M como del Programa de Recursos Biológicos Colectivos.

Mejoramiento en el nivel de vida de la población local

Como parte de la estrategia de evaluación y monitoreo está en desarrollo un mecanismo que permita medir los impactos económicos y sociales entre los grupos de población que son atendidos. Aunque es un esfuerzo en construcción, se cuenta con indicadores alentadores. Uno de ellos es el resultado del estudio de percepción realizado en torno al impacto de 233 proyectos del CBM-M en

cinco corredores biológicos. El 80% de los entrevistados opina que mejoró la calidad de vida de los miembros de la comunidad. A la pregunta específica sobre la manera en que se dio dicha mejoría, 64% considera que ahora se cuenta con mayores ingresos.

Fortalecimiento de capacidades de las comunidades locales

El fortalecimiento de las capacidades locales ha sido uno de los principales propósitos del Corredor desde su creación, de acuerdo con el principio de que a mejores capacidades las organizaciones comunitarias podrán insertarse mejor en la mecánica del mercado y, en consecuencia, mejorar sus productos e ingresos.

El objetivo fundamental es que los productores obtengan fondos directamente para invertir en temas o proyectos que no tengan acceso al crédito o financiamiento por parte de otras instituciones, como son la adquisición de activos productivos en cafetalera y en apicultura, el establecimiento de Unidades de Manejo Ambiental, la producción de hortalizas orgánicas en invernadero y la reconversión productiva en zonas de producción ganadera. Como parte de la estrategia se contempla el financiamiento de proyectos en los que se debe justificar que existe una contraparte, de manera tal que otras instituciones que no financiaban planes de este tipo reorienten sus inversiones hacia proyectos productivos sustentables.

Evaluación y monitoreo

Uno de los cuatro ejes estratégicos del CBM-M es la evaluación y el monitoreo. El propósito es contar con un sistema eficiente para medir el impacto en la gestión territorial y el desarrollo rural en zonas prioritarias por su riqueza biológica. A partir de la experiencia desarrollada en la Selva Lacandona, en coordinación con la organización civil Natura

y Ecosistemas Mexicanos, se construye un modelo de evaluación y monitoreo para el conjunto de los corredores. En atención a la perspectiva territorial con la que se trabaja, el modelo en desarrollo contempla instrumentar mecanismos de evaluación a distintas escalas, entre las que se puede destacar la valoración de lo que sucede en cada unidad de predio.

Como es de suponerse, uno de los aspectos clave a considerar es el estado de la cubierta arbórea. A manera de ejemplo de las herramientas que se utilizan para efectos de monitoreo de la cubierta forestal, incluimos a continuación algunas gráficas y aplicaciones cartográficas que muestran las tendencias del proceso de deforestación en la zona de Marqués de Comillas (figuras 4.6 y 4.7 y cuadro 4.2), desde el nivel municipal hasta las unidades de predio. Hay que señalar que la incidencia del CBM-M en esta zona ha tenido lugar a partir del año 2008.

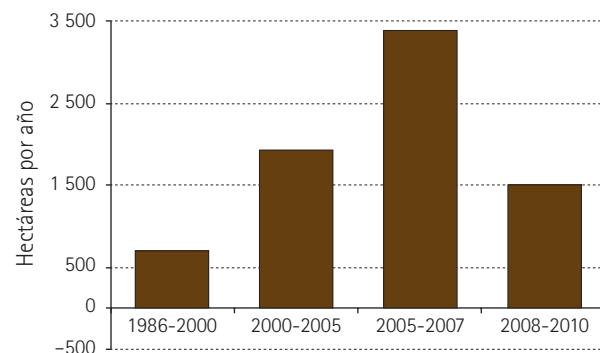


Figura 4.6 Decremento de la cubierta arbórea en el municipio de Marqués de Comillas, Chiapas.

La figura 4.7 permite identificar, a la escala de los ejidos, el estado de su cubierta arbórea. Si utilizamos como referencia los procesos de deforestación en distintos lapsos, la barra correspondiente a 2010 indica la capacidad de intervención del conjunto de actores que trabajan en los corredores. En el cuadro 4.2 se muestra el grado de incidencia en el cambio de uso de suelo en forma de incremento o decremento de las tasas de deforestación.

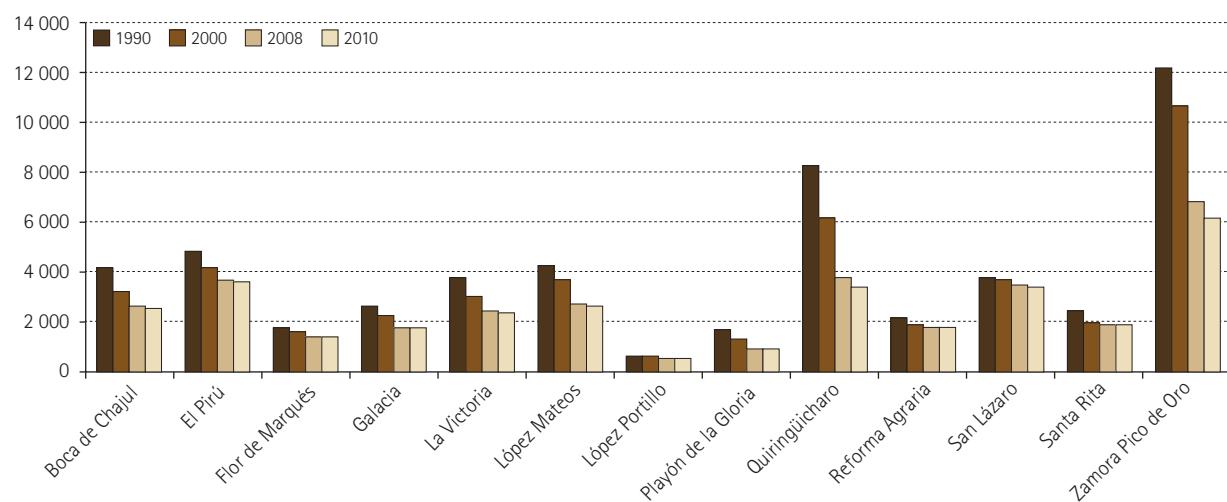


Figura 4.7 Cubierta arbórea en ejidos de trabajo del municipio de Marqués de Comillas.

Cuadro 4.2 Tasa de deforestación en el municipio de Marqués de Comillas, Chiapas, 1990-2010

	1990-2000	2000-2008	2008-2010
Boca de Chajul	2.68	2.63	0.52
El Pirú	1.52	1.70	1.82
Flor de Marqués	0.87	1.65	1.30
Galacia	1.36	3.30	0.36
La Victoria	2.31	2.40	1.91
López Mateos	1.44	3.85	0.23
López Portillo	0.17	1.51	0.44
Playón de la Gloria	2.49	4.05	0.91
Quiringüicharo	2.93	5.91	4.88
Reforma Agraria	1.07	0.97	—
San Lázaro	0.23	0.74	0.66
Santa Rita	2.28	0.47	1.63
Zamora Pico de Oro	1.34	5.38	5.22

Proyecto de Cadenas Productivas

Ante la importancia que tiene dentro de la estrategia del Corredor la dimensión comercial, durante el año 2011 la Coordinación General de Corredores y Recursos Biológicos elaboró el proyecto Fomento de sistemas productivos sostenibles y competitivos consistentes con la conservación de la biodiversidad, también identificado como Proyecto de Cadenas Productivas, que se desarrolla con financiamiento del GEF a partir del mismo año y hasta 2015.

El objetivo de ese proyecto es fomentar cadenas productivas sostenibles de bienes y servicios basados en la biodiversidad para apuntalar en la región del sureste de México una estrategia de desarrollo que haga compatibles la conservación de los ecosistemas y la mejora de las condiciones de vida de sus habitantes.

El proyecto tiene cuatro componentes: *a*] cadenas productivas sostenibles y transversalidad en la conservación de la biodiversidad; *b*] producción verde y mercados; *c*] fortalecimiento institucional y estándares para la producción verde, y *d*] administración y monitoreo.

La selección de las cadenas que serán objeto de fomento se fundamenta en la consideración del potencial que éstas tengan para garantizar la producción, manteniendo como centro la conservación de la biodiversidad. Los recursos se aplicarán tanto para apoyar proyectos locales como en la construcción de capacidades regionales. Un referente fundamental serán las posibilidades que ofrece el contexto en territorios específicos para operar de acuerdo con criterios de transversalidad.

4.1.8 Recursos biológicos colectivos

Con el apoyo de la Fundación Ford y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza,

la CONABIO inició en 2001 el Programa Recursos Biológicos Colectivos (PRBC) para promover patrimonios colectivos basados en recursos biológicos aprovechados de manera sustentable. El Programa ha trabajado con organizaciones sociales, académicas y gubernamentales de varios estados de la República mexicana.

Como antecedente es importante mencionar que en las últimas décadas muchas organizaciones de productores del sector rural comenzaron a aprovechar sus recursos biológicos para desarrollar productos comerciales. Este programa surge como resultado de las discusiones sobre el acceso a recursos genéticos y el papel que desempeñan los conocimientos tradicionales, así como el dilema sobre la conservación *in situ* de los recursos. Buscar la conservación de las poblaciones nativas es un reto porque implica no solo la conservación de las especies, sino también de los ecosistemas.

El objetivo general del Programa es apoyar modelos innovadores de apropiación colectiva y sustentable de RBC para promover una valoración del espacio rural, la conservación *in situ* de la diversidad biológica y el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales y los consumidores urbanos. Para ello se requiere diseñar y apoyar proyectos de investigación que estimulen procesos de apropiación social y manejo sustentable de los recursos, así como la apropiación colectiva de conocimientos y prácticas tradicionales e innovadoras y sustentables para la conservación *in situ* de la diversidad biológica.

El Programa trabaja con colectividades (actores sociales interesados o involucrados en algún recurso biológico) que cuenten con las capacidades y la organización necesaria para aprovechar el recurso de manera sustentable, privilegiando las regiones de distribución natural de las especies. Cada especie tiene una forma de manejo y aprovechamiento elaborada a partir de la interacción de los humanos con ese recurso. Es ahí en donde se conforman los conocimientos y el saber local para el uso de los recursos biológicos.

Algunos de los recursos con los que se ha trabajado en la CONABIO son los siguientes:

Pita de la selva

La pita es una fibra que se obtiene de una bromelia terrestre (*Aechmea magdalena*) de las selvas tropicales de Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Es un producto forestal no maderable que obtiene un alto valor en la artesanía de “piteado” en el centro y norte del país. El piteado es un tipo de bordado a mano en materiales de cuero o piel. Los márgenes de ganancia de la fibra sola son bajos dependiendo de la calidad final del producto, porque es la actividad de piteado la que obtiene mayor valor en el mercado y no la materia prima; por ello se ha buscado la diversificación mediante la innovación como una estrategia para darle más valor a la fibra. Con ese propósito se realizaron talleres para la fabricación de hilo, de artesanía de pita y de teñido con tintes naturales.

Un aprendizaje clave fue el comprobar que los campesinos no son artesanos; cuando se comenzaron los procesos de innovación para la fabricación de hilo y de artesanías, la mayoría de los extractores de la fibra no se interesaron en estas alternativas. Fue necesario encontrar nuevos actores sociales: mujeres y jóvenes que estuvieran dispuestos a utilizar estas innovaciones. Existe sólo un caso de un extractor de fibra de pita que se convirtió en artesano

Mezcales y diversidad

El programa comenzó apoyando la obtención de información sobre especies y conocimientos sobre los magueyes. Integró y difundió, mediante un mapa llamado *Agaves y diversidad*, la información sobre los diferentes agaves mezcaleros en México y, al mismo tiempo, conocimientos que ayudarán a la diferenciación de los mezcales. Este mapa contiene información sobre distribución natural de las especies, historia del mezcal, aspectos biológicos y culturales del mismo. Es una contribución en defensa de recursos genéticos vivos en el país con una gran tradición en su uso.

En particular, el programa colaboró con el Grupo de Estudios Ambientales, A.C.,⁹ y la organización campesina SSS Sanzkan Tinemi en la constitución de la Asociación de Mezcaleros y Magueyeros del Chilapán (Ammchi), corporación que tendría entre sus funciones ser un consejo regulador campesino, organizado por ellos mismos, con sus propias reglas. Mediante la realización de talleres de análisis y discusión entre los participantes de cómo se elabora el mezcal en la región y cuáles son sus principales problemas se estableció una estrategia para formar un frente común para la comercialización de los mezcales. Un elemento muy importante en esta experiencia fue mantener la identidad de cada maestro mezcalero. De esta manera se da certidumbre al consumidor en cuanto al origen del producto y quién lo fabrica. Se ha realizado trabajo con productores y consumidores para la conservación de mezcales artesanales mediante degustaciones y difusión del mapa.

Copales aromáticos

En cuanto a los copales aromáticos hay una notable diversidad biológica y una amplia gama de cristales y olores. Tienen una gran importancia cultural y su distribución coincide con áreas con degradación ambiental.

En este caso también se hizo un mapa elaborado con base en el catálogo de taxonomía y sistemática del género *Bursera* sect. *Bullockia*. El mapa de copales aromáticos y diversidad integra y difunde información y conocimiento biológico, ecológico, geográfico y cultural para contribuir a la conservación y el desarrollo patrimonial de los copales de México.

El PRBC apoyó el Programa Actores Sociales de la Flora Medicinal de México del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) en la búsqueda de mejores métodos para la extracción de aceites esenciales de lináloe (*Bursera aloexylon*).

⁹ Por medio de su programa Manejo Campesino de Recursos Naturales.

Comúnmente se realiza con árboles, pero en este caso se realizó con las semillas del árbol. Se evaluaron técnicas de destilación y se elaboró una propuesta de aprovechamiento sustentable. Al mismo tiempo se generaron materiales para la capacitación de las comunidades que trabajan con estas especies de árboles.

Mieles peninsulares y diversidad

El PRBC, junto con el CBM-M, ha realizado encuentros estatales sobre mieles y diversidad en Campeche, Quintana Roo y Yucatán. Se han realizado publicaciones conjuntas y una recolecta de muestras de miel. Con el Instituto de Geología de la UNAM se han llevado a cabo estudios para caracterizar las mieles de esta región y, de esta manera, profundizar en la diferenciación. En la actualidad se cuenta con un proyecto financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo para analizar esquemas de valoración de las mieles mediante denominaciones de origen, marcas colectivas y otros sistemas de certificación.

Langosta de Banco Chinchorro y Sian Ka'an

Con este recurso biológico, la langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*), se logró la primera marca colectiva registrada ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: Chakay, de las reservas de la biosfera de Sian Ka'an y Banco Chinchorro, en Quintana Roo. Las cooperativas de pescadores que conformaron la Empresa Integradora de Pescadores de Quintana Roo, la Conanp y Razonatura, A.C., en trabajo conjunto, lograron establecer la marca colectiva. Las seis cooperativas que forman parte de esta iniciativa son: Vigía Chico, Pescadores de Cozumel, José María Azcorra, Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo y Pescadores de Banco Chinchorro.¹⁰ Es importante mencionar

¹⁰ Las áreas naturales protegidas son zonas exclusivas de aprovechamiento reguladas por un Plan de Manejo Interno y las cooperativas de pescadores deben cumplir con las normativas, además de contar con un número fijo de pescadores que no puede aumentar.

que la implementación del uso de contraetiquetas foliadas con la marca es una herramienta eficiente que ayuda al monitoreo biológico, además de amparar de manera jurídica y comercial este producto y beneficiar económicamente a los pescadores.

4.2 ALIANZAS ESTRATÉGICAS

La CONABIO ha establecido en diferentes momentos de su vida alianzas y colaboraciones, tanto nacionales como internacionales, con el propósito de ampliar sus experiencias y campo de acción. Muchas de ellas ya se han cumplido y otras continúan vigentes. A continuación se describen varias de estas alianzas estratégicas:

4.2.1 Mecanismo Global de Información sobre Biodiversidad

En 1996, el Foro de Megaciencia de los países de la OCDE propuso que se estableciera un mecanismo internacional para facilitar el acceso público de datos primarios sobre biodiversidad, contenidos en instituciones de todo el mundo, principalmente en los países desarrollados.

A partir de esta iniciativa se constituye en 2001 el Global Biodiversity Information Facility (GBIF), con un secretariado en Copenhague, Dinamarca, tomando como modelo el trabajo realizado por la CONABIO (Edwards *et al.* 2000).

México ha formado parte del órgano de gobierno del GBIF desde su creación, representado por la CONABIO, que ha desempeñado un papel determinante en su desarrollo, en su orientación y en su línea de trabajo, participando activamente en la creación de su actual protocolo de transferencia de datos. Esta presencia es de suma importancia ya que permite al país continuar impulsando la digitalización y distribución de datos primarios.¹¹

¹¹ Existen varios museos europeos y norteamericanos con cantidades muy significativas (cientos de miles) de datos mexicanos que no han computarizado aún sus colecciones.

El GBIF ha logrado convencer a un número importante y creciente de países e instituciones de que sus datos primarios sean accesibles vía internet, siguiendo el ejemplo de la Comisión. A la fecha, el GBIF ha puesto a disposición pública más de 300 millones de registros sobre biodiversidad (aproximadamente 10% del total existente estimado). México ha contribuido con 2.5 millones de registros de especies mexicanas al GBIF. Además, mediante el GBIF se pueden consultar aproximadamente 1 300 000 registros de especies mexicanas adicionales que no están en la REMIB, aunque la calidad de esta información no se apegue a los estándares del SNIB en la CONABIO.

La CONABIO llevó a cabo dos proyectos con financiamiento del GBIF: Control de calidad y georreferenciación de ejemplares de Mesoamérica en el Missouri Botanical Garden (CONABIO 2005a) y Species Population Loss Meter (CONABIO 2007). También ha participado en talleres de modelado de distribución de especies organizados por este organismo internacional (CONABIO 2005b).

Uno de los usos con gran potencial de la información proporcionada por el GBIF es la atención a los problemas, cada vez más agudos, causados por especies invasoras y por especies que son vectores de enfermedades. Ésta es una de las fuentes de datos consultadas sobre el registro de especies no nativas que pueden ser invasoras para México.

4.2.2 Apoyo a la creación de una iniciativa global: IPBES

Ante la necesidad de contar con información actualizada e independiente sobre el estado de la biodiversidad mundial y sobre los servicios ecosistémicos para apoyar la toma de decisiones por parte de gobiernos y convenios multilaterales asociados con la biodiversidad, surge la idea de crear la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES). Inspirado en la evaluación de los ecosistemas del

milenio (MA), así como en la iniciativa International Mechanism of Scientific Expertise on Biodiversity (IMOSEB) —promovida por el gobierno de Francia—, el PNUMA propone crear un organismo que (a semejanza del Panel Intergubernamental para Cambio Climático, IPCC) practique periódicamente evaluaciones globales y regionales y brinde apoyo para la creación de capacidades en el manejo de la información asociada a la biodiversidad.

Como representante del gobierno de México, la CONABIO ha participado activamente apoyando la iniciativa en las tres reuniones intergubernamentales de consultas oficiales (Malasia, 2008; Kenia, 2009 y Corea, 2010).

4.2.3 *Encyclopedia of life*

La *Encyclopedia of life* (*Encyclopedia of Life*, EOL) es una iniciativa internacional que busca reunir y compartir el conocimiento científico más completo sobre cada una de las especies conocidas del planeta para ponerlo a disposición gratuita de la sociedad, por medio de internet. La EOL tiene el firme compromiso de promover el intercambio de información fortaleciendo los lazos que existen entre las instituciones educativas y las comunidades de ciencia ciudadana, desarrollando nuevos entornos para el aprendizaje. Es un esfuerzo mundial sin precedentes que ofrece la oportunidad de que científicos, estudiantes y ciudadanos, por igual, tengan acceso en línea a la información, imágenes y otros recursos sobre todas las especies vivas conocidas.

Desde noviembre de 2008 la CONABIO ha participado en el desarrollo de esta iniciativa como parte del Consejo Asesor y del Consejo Institucional de la EOL, que incluyen representantes distinguidos de la comunidad científica internacional de numerosas instituciones y programas clave para implementar la estrategia. En el año 2010 la Comisión firmó un acuerdo de entendimiento con la EOL para colaborar como socio y contribuir con apoyo económico y contenidos sobre las especies de Mé-

xico y, desde agosto de 2011, hay información de 712 especies mexicanas disponible en el portal de la CONABIO.

Al poner esta información a disposición de todos, la EOL y la CONABIO esperan inspirar a las nuevas generaciones a estudiar, proteger y conservar la existencia de la biodiversidad del planeta.

4.3 ACTIVIDADES DE ASESORÍA Y CAPACITACIÓN

4.3.1 CONABIO, autoridad científica CITES en México

La Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) tiene como misión asegurar que la fauna y la flora sujetas a comercio internacional se aprovechen de manera sostenible. En nuestro país la CITES entró en vigor en 1991 designando a la ahora Dirección General de Vida Silvestre (DGVS-Semarnat) como Autoridad Administrativa, a la Profepla como Autoridad de Observancia y Aplicación de la Ley y, desde 2001, a la CONABIO como Autoridad Científica.

Entre las principales funciones de la CONABIO como Autoridad Científica destacan: elaborar dictámenes de extracción no perjudicial; hacer recomendaciones a la Autoridad Administrativa sobre manejo, cupos de exportación y demás medidas enfocadas a la conservación y comercio de estas especies; promover y coordinar estudios de campo para conocer el estado de conservación, manejo y comercio de especies; elaborar guías de identificación; organizar talleres y reuniones con especialistas para definir estrategias de conservación y manejo; preparar informes técnicos; elaborar y revisar propuestas de enmienda a sus Apéndices —listados de especies sujetas a la regulación de su comercio internacional—, y preparar documentos sobre temas de interés para ser presentados durante las reuniones de los comités técnicos (Flora, Fauna), el Comité Permanente y la Conferencia de las Partes.

RECUADRO 4.2 COP10, TALLER INTERNACIONAL DE EXPERTOS EN DICTÁMENES DE EXTRACCIÓN NO PERJUDICIAL (DENP)

Los DENP constituyen uno de los pilares de la CITES pues, en principio, sólo cuando una Autoridad Científica ha dictaminado que la exportación de determinados ejemplares de origen silvestre no repercutirá negativamente sobre la supervivencia de la especie en cuestión podrá emitirse el permiso de exportación correspondiente. Sin embargo, a más de 30 años de la entrada en vigor de la Convención, no existen lineamientos claros para orientar a las autoridades científicas en la formulación de los DENP.

En México, la formulación de DENP es fundamental para la operación adecuada de las UMA que aprovechan especies incluidas en la CITES. Por iniciativa de México, en noviembre de 2008 se celebró en Cancún el Taller Internacional de Expertos sobre Dictámenes de Extracción no Perjudicial. Al taller asistieron 103 expertos provenientes de 33 países de las seis regiones CITES, sentando así un precedente en la historia de la Convención.

El taller tuvo la finalidad de analizar y resumir los diferentes enfoques seguidos por las Autoridades Científicas durante el proceso de formulación de DENP para nueve grupos taxonómicos, proporcionar a las partes elementos para mejorar su conocimiento en materia de DENP —así como sobre su formulación— y someter los resultados a consideración de los Comités Científicos para evaluar su aplicabilidad, posible ratificación y la factibilidad de presentarlos ante la COP.

El taller fue coordinado por un Comité Organizador Internacional, presidido por la CONABIO y, antes de su realización, un subcomité académico coordinó la elaboración de 60 estudios de caso (30 para plantas y 30 para animales), que se asignaron a nueve grupos de trabajo sobre los temas: 1] árboles; 2] plantas perennes; 3] plantas suculentas y cíadas; 4] geófitas y plantas epífitas; 5] mamíferos; 6] aves; 7] reptiles; 8] peces, y 9] invertebrados acuáticos.

México es el país que ha presentado más revisiones periódicas para evaluar su estatus en los Apéndices de la CITES y así asegurar que las especies mexicanas incluidas en la CITES se encuentren en el Apéndice apropiado. De estas revisiones han resultado propuestas de enmienda a los Apéndices ante la Conferencia de las Partes, o estrategias nacionales o regionales de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable.

Actualmente la CONABIO coordina proyectos de evaluación para especies mexicanas prioritarias como el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), actualiza la *Guía de identificación de aves y mamíferos CITES de mayor comercio en México* y, junto con la Conafor, coordina el *Inventario Nacional de Candelilla* (*Euphorbia antisyphilitica*) que permitirá conocer de manera precisa la distribución, abundancia y estado de conservación de la especie, así como estimar su potencial de aprovechamiento en esquemas de manejo sustentable.

4.3.2 Evaluación nacional de las UMA

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) son un mecanismo creado en 1997 con la finalidad de proteger ecosistemas de los cuales se pueden extraer componentes biológicos de manera sustentable y con un beneficio económico para los propietarios de los terrenos involucrados. Tales componentes pueden ser desde especies de valor cinegético (borrego cimarrón, berrendo, palomas de diversas especies) hasta productos forestales no maderables, como el follaje de palmas para fines de la floristería, orquídeas ornamentales, entre otras, e incluso actividades de ecoturismo controlado. En la actualidad existen más de 10 000 UMA que cubren más de 35 millones de hectáreas, equivalentes a 18% del territorio mexicano. Las derramas económicas para las comunidades dueñas de esos terrenos son importantes; no obstante, no han sido adecuadamente evaluadas hasta ahora. Para ello, y junto con la DGVS de la Semarnat, la CONABIO coordina actualmente una evaluación de este sistema que presenta un potencial muy importante de manejo productivo sustentable y de beneficio económico y social.

4.3.3 Opiniones técnicas sobre manifestaciones de impacto ambiental

Como parte de sus funciones, la CONABIO suministra información para ser aplicada en la toma de

decisiones y para el desarrollo de políticas públicas y uso sustentable de los ecosistemas de México. Con esta perspectiva, y desde hace diez años, a solicitud de la autoridad competente (Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental) se revisan y emiten opiniones técnicas sobre las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIA), así como los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) requeridos para la aprobación de proyectos de desarrollo industrial, turístico y comercial.

La información que la CONABIO presenta está sustentada en datos primarios sobre biodiversidad del SNIB y en cartografía digital, incluyendo mapas de distribución potencial de especies. Se analiza en particular si en la zona existen especies enlistadas en alguna categoría de riesgo (en la NOM-059-SEMARNAT-2010) que requieran ser monitoreadas para estimar posibles afectaciones a la biodiversidad y se contempla la problemática ambiental del área, su estado de conservación e integridad ecológica. Dependiendo del tipo de opinión, se usan datos relacionados para hacer recomendaciones a la autoridad competente que emita un dictamen (figura 4.8).

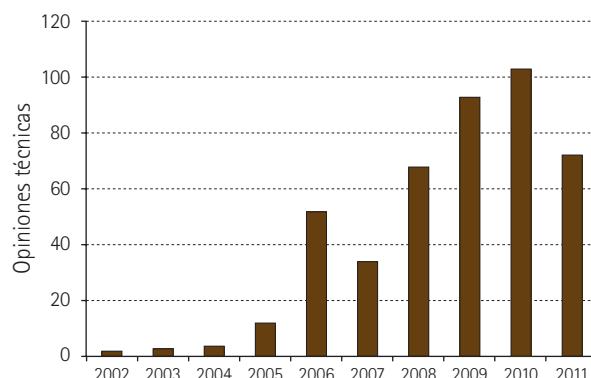


Figura 4.8 Opiniones técnicas emitidas, a junio de 2011.

4.3.4 Adiestramiento internacional

De manera constante, la CONABIO recibe invitaciones para participar en foros internacionales de referencia y es visitada por los más distinguidos científicos y personajes relacionados con la biodi-

versidad. Ha establecido un estrecho intercambio de experiencias con varios países y ha colaborado en numerosos cursos internacionales.

El área de Percepción Remota de la CONABIO ha contribuido en la creación de capacidades de personal de diversas instituciones tanto del país como del extranjero. Un ejemplo de ello es el curso de Capacitación para el manejo de la información del programa de detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota, que se impartió en los años 2005 y 2009 para la región centroamericana.¹²

En abril de 2005, la CONABIO fue la sede de un curso internacional sobre modelos de nicho ecológico de la distribución de especies: GBIF Modelling Biodiversity Data Workshop, con la participación de la Universidad de Kansas y de la UNAM y financiado por el GBIF, al que asistieron 30 participantes de 28 países.

En cuanto a temas de bioseguridad, la CONABIO ha dado capacitación sobre la metodología de análisis de riesgo respecto a la liberación de OGM al ambiente.¹³

En 2008, a raíz del trabajo de los análisis de vacíos y omisiones en conservación, el secretariado del CDB invitó a la CONABIO¹⁴ a ser parte de los ponentes en dos talleres: uno internacional en la Segunda Reunión del grupo de trabajo del Programa de Áreas Protegidas (en Roma, Italia), y uno regional, Latinoamérica en áreas protegidas (Santa

¹² <<http://www.conabio.gob.mx/Incendios/>>.

¹³ En Colombia se capacitó en 2006 y 2007 a personal del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, así como del Instituto Colombiano Agropecuario. Estas capacitaciones se llevaron a cabo de manera presencial en México. En 2009 se capacitó a personal del Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú, dirigido a trasmitir los conocimientos y procedimientos ya implementados para fortalecer las capacidades del INIA en aspectos de prevención, manejo y control de los riesgos asociados a la liberación al ambiente de OGM. Finalmente, en el mismo año, 2009, se realizó una capacitación en Cali, Colombia, para personal de diversas instituciones de Brasil, Colombia, Costa Rica y Perú participantes del proyecto LAC-Biosafety (Proyecto GEF-Banco Mundial-CIAT multipaís).

¹⁴ <<http://www.cbd.int/wgpa2/training/>>.

Elena, Ecuador). Asimismo, la CONABIO ha sido invitada por la GBIF a impartir talleres de capacitación a sus nodos.¹⁵

En el año 2007 se acordó realizar en México una serie de cinco cursos organizados por el CBM-M, uno por año, entre 2008 y 2012. La convocatoria lleva por título *Curso internacional sobre conectividad y gestión de áreas protegidas en el Corredor Biológico Mesoamericano*. El curso se imparte en México a lo largo de dos semanas de jornadas intensivas, en estaciones y con visitas de

¹⁵ Por ejemplo en Arusha, Tanzania, en 2008, <<http://www.gbif.org/participation/training/events/training-event-details/?eventid=23>>.

campo, con el propósito de fortalecer las capacidades humanas e institucionales en los países de Mesoamérica para el diseño, la gestión y la evaluación de los corredores biológicos locales. Los participantes del curso provienen de 11 distintos países.

Además, en la CONABIO se ha recibido a personal de otras instituciones que ha enriquecido su quehacer y el intercambio de experiencias. Entre ellas, podemos mencionar visitantes del Instituto Alexander von Humboldt de Colombia, del Museo de la Plata y del nodo del GBIF de Argentina, así como una delegación de Kenia (en marzo de 2011).



Xcalak, Quintana Roo

5| Comunicación y difusión

5.1 APORTE DE INFORMACIÓN A LA SOCIEDAD

5.1.1 Solicitud de información

La función de otorgar servicios externos al público, y en particular al sector ambiental, comienza con la propia creación de la Comisión en 1992, aunque es en el año de 1996 cuando se inicia el proceso de contabilizar las respuestas a las consultas solicitadas por diferentes grupos de la sociedad. De entonces a la fecha se han atendido alrededor de 10 200 solicitudes de información (figura 5.1).

El mayor número de solicitudes ha sido en relación con datos e información que se ha compilado en el SNIB (25%). El Centro de Documentación atendió 21% de las solicitudes externas y el banco de imágenes 20%. Los análisis de riesgo de OVM tuvieron 15% de las consultas, y las opiniones técnicas 11%, que incluye principalmente opiniones sobre manifestaciones de impacto ambiental. El 6% se relacionó con solicitudes de la Autoridad Científica CITES (314 solicitudes) y temas más no-

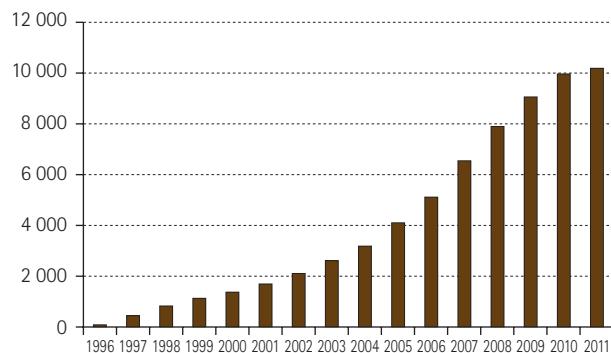


Figura 5.1 Número acumulado de solicitudes externas de información atendidas hasta junio de 2011.

vedosos, como especies invasoras (61 solicitudes) y estrategias estatales (24) (figura 5.2).

En el transcurso de los últimos años el perfil de los usuarios se ha diversificado: la Comisión atiende una amplia gama de demandas de información, desde las de numerosos usuarios pertenecientes a la academia y a la sociedad civil (figura 5.3) hasta las del sector público (principalmente de la Semarnat).

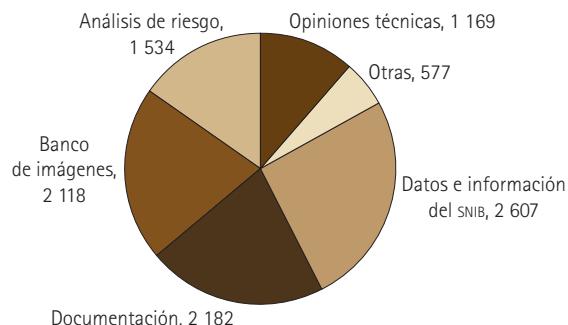


Figura 5.2 Servicios externos atendidos por la CONABIO, de mayo de 1996 a junio de 2011.

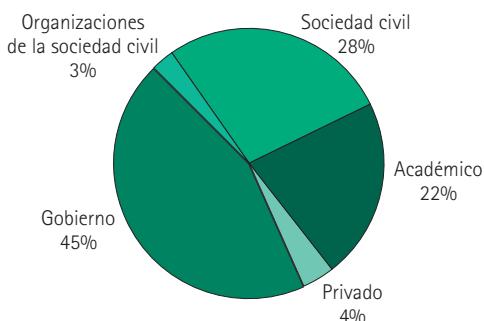


Figura 5.3 Proporción de los servicios externos atendidos por sector.

Además de las solicitudes de información mencionadas, a partir del año 2004, por la entrada en vigor de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, la CONABIO recibe en promedio 28 solicitudes anuales relacionadas con el proceso de transparencia de manejo de la información y de su operación, vía el portal de transparencia y acceso a la información de Semarnat.

El número de solicitudes a la CONABIO se realiza cada vez más de manera directa por medio de la página de la Comisión. No obstante, a pesar de esta reducción en las consultas directas, se decidió

enviar un informe anual a los responsables de los proyectos, relativo a las solicitudes de información proporcionada por ellos.

Dado que la atención de servicios externos implica el compromiso de proporcionar información validada —responsabilidad que sigue vigente y fortalecida tras 20 años de operación—, en la CONABIO se realiza, de manera cotidiana, sistemática y constante, el desarrollo de herramientas que permitan que la información que se incorpora a los acervos electrónicos por diferentes vías sea confiable y accesible para su consulta en el sitio *web* de la Comisión.



Figura 5.4 Ejemplos de la variedad de contenidos en el portal Biodiversidad mexicana.

5.1.2 Portal *web*

A mediados de los años noventa la CONABIO desarrolló un portal *web* que transitó por varias etapas de desarrollo y cuyas aplicaciones permitieron a investigadores y estudiosos realizar consultas y manejo de datos de la REMIB, entre otros sistemas. Casi diez años después, el crecimiento de los alcances de internet y la necesidad de involucrar a un mayor número de comunidades en la conservación de la riqueza natural de México provocó la inquietud de crear un nuevo sitio *web* que atendiera a un perfil de usuarios más amplio. Así, a finales de marzo de 2009 se presentó un nuevo sitio *web*: Biodiversidad mexicana,¹ desarrollado con el propósito de despertar el interés de los usuarios en el tema de la biodiversidad además de estimular un aprendizaje que pudiera transmitirse y con ello suscitar un impacto social y cultural a gran escala, reflejado en el conocimiento y la conservación de la biodiversidad de México.

El sitio Biodiversidad mexicana está compuesto por nueve temas definidos de manera jerárquica: biodiversidad, ecosistemas, especies, genes, corredor, región, país, planeta y usos, que permite al usuario elevar o disminuir el nivel de complejidad de la información a la cual quiere acceder. Contiene una gran diversidad de información para diversos niveles educativos (educación básica, secundaria, media superior y superior), así como para especialistas (figura 5.4), y cuenta con una serie de textos y audiovisuales que acercan al usuario a conceptos concretos sobre la riqueza biológica y le permiten contextualizar los diversos temas con el objeto de propiciar la reflexión y el conocimiento. Además, cuenta con acceso a información dirigida y aplicada en el ámbito científico que permite la interacción y el intercambio de información con y entre investigadores. Toda la información que la CONABIO ha producido desde hace 20 años está disponible y organizada en esta página. La infor-

mación en el “sitio” es de uso público y gratuito, por lo que el usuario puede ingresar y reproducir su contenido sólo con la condición de citar la fuente. El sitio está traducido, casi en su totalidad, al idioma inglés.

Uso del portal

A partir de 1996 comenzó el registro de estadísticas de usuarios en el sitio de la CONABIO y desde su publicación, en 2009, en el sitio *web* Biodiversidad mexicana. El número de accesos a las páginas se incrementó con gran rapidez hasta 2006 y se mantuvo fluctuando hasta 2009 (figura 5.5). A partir de 2011 ha habido otro incremento sustancial. El promedio mensual de visitantes únicos al sitio de la CONABIO de 2009 a la fecha es de 19 000 provenientes de 62 países, y el de Biodiversidad mexicana es de 51 000 usuarios de 73 países, con un total de 70 000 visitantes únicos mensuales.

El acceso al sitio de la CONABIO se ha mantenido constante mientras que el sitio Biodiversidad mexicana aumentó sustancialmente de 2009 a la fecha, lo que indica la participación de nuevos usuarios.

Los patrones de acceso a los sitios son distintos; el acceso al sitio Biodiversidad mexicana se lleva a cabo principalmente (entre 55 y 80%) por motores de

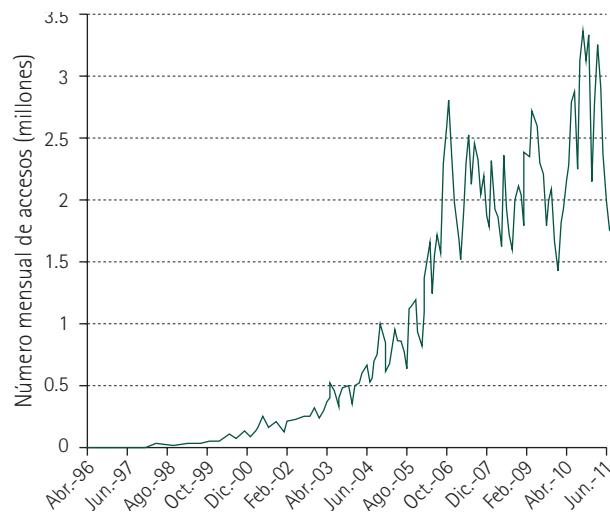


Figura 5.5 Estadísticas de accesos mensuales a los portales de internet de 1996 a junio de 2011.

¹ <www.biodiversidad.gob.mx>.

búsqueda, lo que indica que los visitantes son nuevos y que generalmente no conocen el trabajo de la CONABIO, mientras que al sitio de la CONABIO, el porcentaje se reduce (entre 45 y 55%) y aumenta el tráfico directo, ya que es un sitio conocido por los especialistas (figura 5.6). A partir de 2010, en el sitio CONABIO se ha ido acomodando la información institucional, mientras que los contenidos temáticos se han pasado al sitio Biodiversidad mexicana.

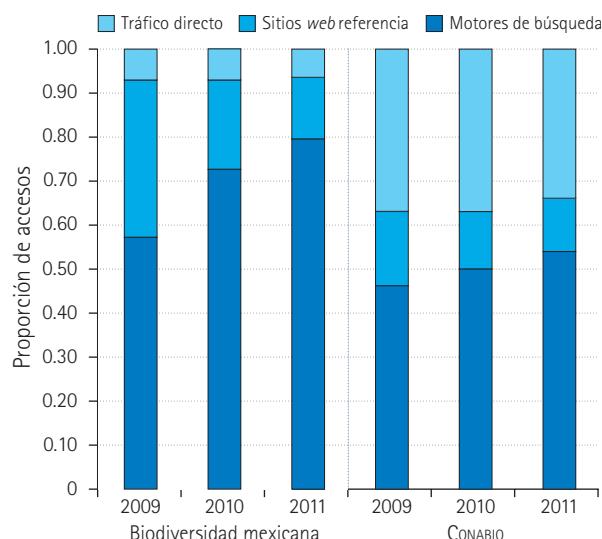


Figura 5.6 Proporción de accesos al sitio Biodiversidad mexicana y al sitio CONABIO, a junio de 2011.

El 20% de nuestras visitas proviene de 3 551 enlaces externos, tanto nacionales como internacionales, que incluyen sitios del gobierno federal, organizaciones de la sociedad civil, del sector académico y redes sociales, entre otras.

Esta información, más el registro de correos electrónicos que se reciben cotidianamente, refleja el acceso creciente al sitio *web* no sólo de especialistas sino de maestros, estudiantes y público en general.

En octubre del mismo año la página *web* Biodiversidad mexicana fue seleccionada como uno de los 10 proyectos ganadores en el ámbito nacional en la categoría Mente Imagen de la iniciativa Mentes Quo+Discovery, de la revista *Quo* y del canal de televisión *Discovery Channel*, compitiendo con otros sitios *web*, video, cine y televisión.

5.1.3 Portal *web* para niños

Los niños necesitan conocer la naturaleza para amarla y conservarla. Uno de los principales objetivos de la CONABIO es promover el conocimiento de la riqueza natural de México en el público infantil y estimular su curiosidad para crear una cultura de respeto y cuidado.

En febrero de 2010, en el marco del Año Internacional de la Diversidad Biológica, se puso a disposición del público infantil el sitio *El país de las maravillas*, página *web* interactiva para acercarlos al conocimiento de la riqueza natural del país.

El principal objetivo de este nuevo espacio es mostrar la diversidad biológica mexicana de una manera didáctica y entretenida. Los niños pueden “viajar”, guiados por un pintoresco personaje—Tito Curioso—, a través de escenarios virtuales por los principales ecosistemas de la República mexicana. Cada ecosistema es ilustrado con especies de flora y fauna representativas y prioritarias para su conservación que, con voz propia, narran de forma amena y divertida aspectos interesantes de su vida. El propósito es transmitir el conocimiento a los niños pero, sobre todo, estimular su curiosidad mediante caricaturas, fotografías, videos, juegos y sonidos.

Los textos de la página se muestran tanto en español como en inglés y bien pueden ser utilizados por niños de habla inglesa o incluso para la enseñanza del



inglés en las escuelas de México. La página continúa creciendo con diversos temas y sus materiales pueden descargarse para utilizarse de manera impresa.

Para apoyar la difusión de este sitio se crearon un total de 93 cápsulas radiofónicas que se han distribuido a estaciones de radio de todo el país.

5.1.4 Banco de Imágenes

La creación del Banco de Imágenes de la CONABIO cristalizó en un proyecto concreto en el año 2003; comenzó con un acervo de 1 390 ilustraciones y 1 373 diapositivas digitalizadas. Al crearse la página *web* de la CONABIO (1996) se pusieron a disposición del público 3 000 fotografías e ilustraciones digitales de baja resolución para que pudieran ser utilizadas en trabajos escolares, presentaciones y otros, para difundir la biodiversidad de México. En la actualidad también se proporcionan imágenes en alta resolución para propósitos específicos, como exposiciones, revistas, libros de texto y páginas *web*, entre otros. El acervo, de casi 77 000 imágenes, de las cuales ya se han incorporado 47 000 en internet, se ha consolidado, año con año, como resultado de los proyectos apoyados por la CONABIO. Las imágenes que conforman el acervo incluyen información taxonómica y geográfica, así como el nombre común y científico de las especies. Esta información es proporcionada por los autores y validada por la CONABIO (figura 5.7).

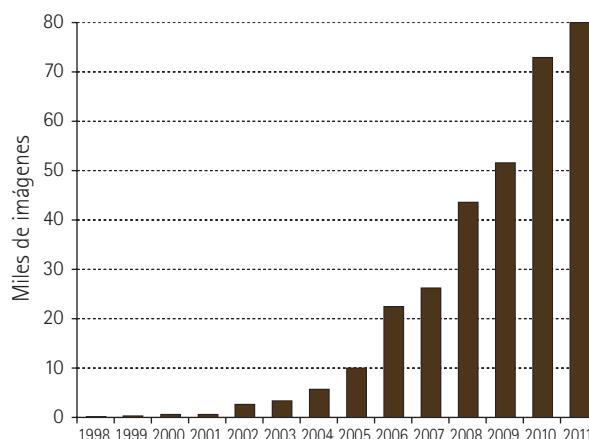


Figura 5.7 Aumento anual en el número de imágenes disponibles en el acervo a junio de 2011.

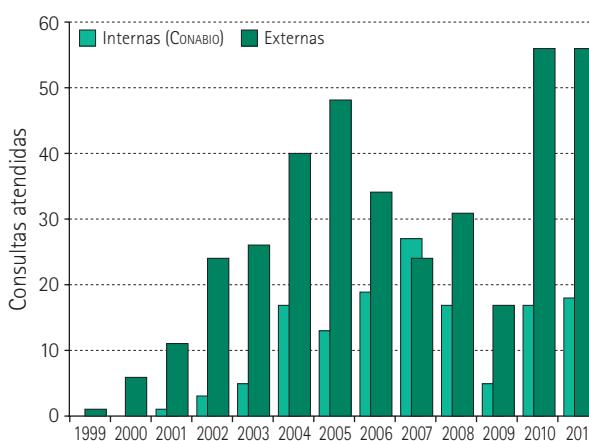


Figura 5.8 Número anual de consultas atendidas de solicitudes internas y externas a junio de 2011.

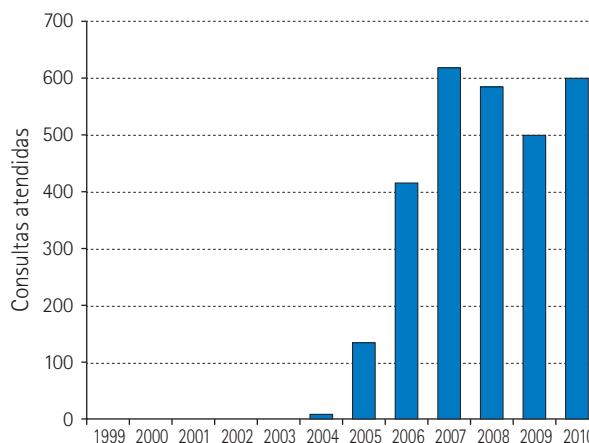


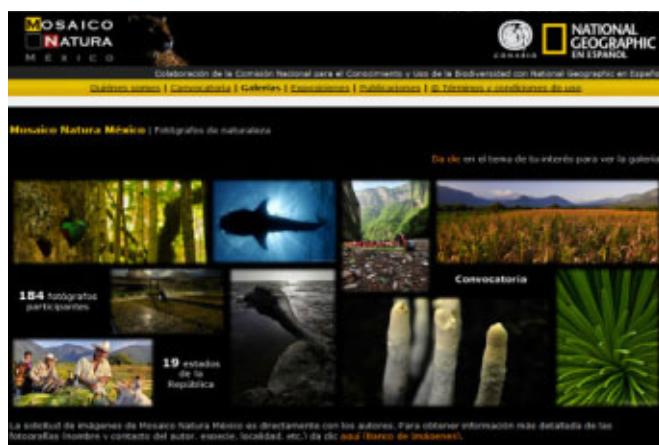
Figura 5.9 Número anual de consultas atendidas por internet a 2010.

En 2010 se adquirió el *software* “Fotoware” para que los usuarios de internet pudieran trabajar de manera más dinámica proporcionándoles diferentes formas de búsqueda: por nombre común, nombre científico, categoría de riesgo o localización. Actualmente se incluye la posibilidad, por medio de Google Maps, de ver la localidad donde se tomó la imagen.

El Banco de Imágenes es utilizado por una gran variedad de organizaciones y personas de todo el mundo, incluyendo profesores universitarios, estudiantes e investigadores, organizaciones ambientales, parques, museos y zoológicos, editores y público interesado en la naturaleza (figuras 5.8 y 5.9). Desde 2010, el Banco de Imágenes tiene un promedio de 1 400 visitantes únicos al mes, procedentes de más de 30 países.

5.1.5 Mosaico Natura México (colaboración NatGeo)

En noviembre de 2010 se crea la página Mosaico Natura México, colaboración de la CONABIO con la revista *National Geographic en Español*. Su objetivo es acercar al público a la naturaleza de México mediante imágenes de alta calidad artística, así como promover a los fotógrafos de la naturaleza mexicana. En la actualidad participan en esta colaboración 184 fotógrafos de 19 estados de la República. Las fotografías de Mosaico Natura México han sido parte de exposiciones en zoológicos



del Distrito Federal y se han publicado en *National Geographic en Español*, en *Biodiversitas* y en la revista *Mexicanísimo*.

5.1.6 Biodiversidad México You Tube

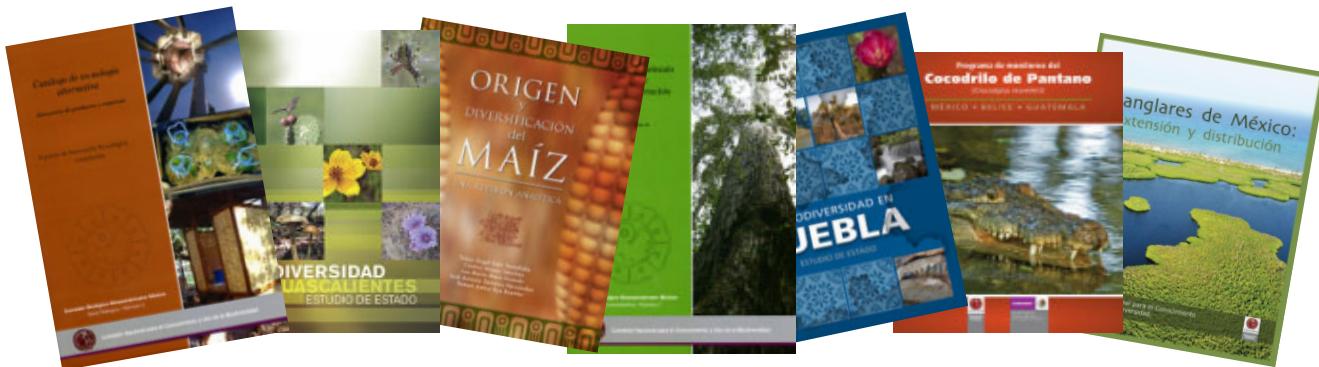
El sitio de la CONABIO en *You Tube*, creado en mayo de 2009, incluye entrevistas a personal de la CONABIO, videos sobre eventos, inauguración de exposiciones y presentaciones de libros y documentales. La Comisión ha iniciado el levantamiento y adquisición de videos sobre flora, fauna, ecosistemas, paisajes y usos. A la fecha se han publicado 96 videos que se han reproducido 47 496 veces.

5.2 PUBLICACIONES

5.2.1 Ediciones

Para la difusión de la información se han apoyado publicaciones tanto de propuestas que provienen de instituciones externas como de los programas y proyectos coordinados por las propias áreas que conforman la Comisión. A partir de 1992 se comenzó a otorgar apoyo a publicaciones mediante convocatorias específicas. Con este mecanismo se han publicado aproximadamente 500 títulos que ofrecen datos, análisis, descripciones, planteamientos, propuestas y reflexiones en diferentes temáticas de la biodiversidad. La Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos también ha producido un buen número de publicaciones, carteles, agendas y polípticos que se han distribuido principalmente en el sureste del país. Un Consejo Editorial *ad hoc* hace una selección de los textos que son enviados a evaluadores externos para su opinión respecto a la pertinencia y la calidad de los escritos.

En el ámbito de la educación básica, la CONABIO colaboró en el año 2004 en la creación de la serie de mapas *Gozá tu estado*, distribuidos a 850 000 salones de preescolar, primaria y secundaria del país, como parte del programa “Vestir el



salón de clase” de la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos de la SEP. En 2005 y 2006, la Comisión colaboró con Editorial Planeta en la elaboración del libro *Gran atlas de México: una visión desde el espacio*, con 10 000 ejemplares publicados y 70 000 por cada fascículo en la versión colecciónable por estado. Desde 2010, colabora con la SEP para producir y distribuir en escuelas de educación indígena 500 000 carteles de seis grupos de plantas de importancia ecológica y cultural: cactus, pinos, magueyes, orquídeas, bromelias y quelites. Los carteles fueron traducidos a las lenguas indígenas tének, mixteco, tepehuano, náhuatl, maya y rarámuri. También se produjo el cartel de los ecosistemas de México: “El país de las maravillas”, del que a la fecha el Consejo Nacional de Fomento Educativo ha distribuido 120 000 ejemplares en las aulas escolares de comunidades marginadas del país; a su vez, el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable ha repartido 3 000 en el Parque Bicentenario del Distrito Federal.

En este recuento de logros editoriales, la CONABIO reconoce la alianza y colaboración de muchas personas e instituciones mexicanas que han aportado su trabajo y han compartido el interés de proveer fuentes de consulta confiables para que autoridades, docentes, investigadores, estudiantes y quienes se preocupan por la conservación hagan uso de ellas.

Ante los distintos públicos que hoy muestran necesidad de actuar en favor de la biodiversidad y que demandan diversos productos informativos, la CONABIO ha iniciado un análisis de su política editorial.

5.2.2 *Biodiversitas*

En 1995 empezó la publicación bimestral del boletín *Biodiversitas*, un espacio editorial donde los autores dan a conocer, en un lenguaje sencillo para un público amplio, temas diversos relacionados con la riqueza biológica del país. En 1996, *Biodiversitas* recibió mención honorífica del Consejo de Diseñadores de México y, en 1997, recibió el premio Quorum² a la mejor gaceta. Se han publicado 99 números que comprenden 277 artículos escritos por 370 autores. El tiraje actual es de 3 000 ejemplares, de los cuales 1 700 se distribuyen a usuarios suscritos y el resto en actos en los que la CONABIO participa. Todos los números están disponibles gratuitamente en internet.³



² Quórum, Consejo de Diseñadores de México, A.C.

³ <<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/biodiversitas.php>>.

5.2.3 Distribución de publicaciones

Desde 1997 se han distribuido 36 000 ejemplares de aproximadamente 500 títulos, casi 18 000 mediante distribuidores y el resto de manera directa en las instalaciones de la CONABIO o bien en congresos, exposiciones o ferias del libro.

Las obras apoyadas por la CONABIO pueden ser adquiridas ya sea en sus instalaciones o mediante el catálogo en línea⁴ de alcance internacional. Otra vía de adquisición son los más de 65 puntos de distribución de las publicaciones en el ámbito nacional.

5.2.4 *Patrimonio natural de México: cien casos de éxito*

Para celebrar el bicentenario de la Independencia y el centenario de la Revolución mexicana la CONABIO produjo el libro *Patrimonio natural de México: cien casos de éxito* (Carabias *et al.* 2010). El documento da testimonio de experiencias exitosas de conservación, manejo y restauración del patrimonio natural de México. El documento destaca la colaboración en estos casos de 51 instituciones, entre ellas Semarnat, Conafor, Conagua, Conanp, Instituto Nacional de Pesca, INE, Profepa, universidades, organizaciones de la sociedad civil y CONABIO. El ámbito de actuación estatal comprende 21 entidades del país y el desarrollo de los trabajos es relatado por 140 autores.⁵

5.3 DIFUSIÓN

5.3.1 Medios

La difusión de las actividades de la CONABIO en los medios de comunicación masiva fue limitada en su inicio. Esta presencia se redujo a atender entrevis-

tas surgidas a petición de reporteros que asistían a la presentación de alguna publicación o conferencia, o bien a ocupar algunos espacios en la prensa. Lo anterior se explica por lo exiguo, hace 20 años, de los espacios en los medios dedicados a temas ambientales, por la falta de reporteros especializados (situación que aún prevalece aunque en menor medida) y por la falta de recursos financieros y humanos en la propia CONABIO.

En el año 2008 se creó un área de medios con el propósito de establecer una relación directa y constante con televisión, radio y prensa para procurar mayores y mejores espacios en los que se difundiera el conocimiento de la riqueza natural de México. Este objetivo ha sido alcanzado en varios aspectos, aunque falta camino por andar. A partir de 2008 se incrementó sustancialmente el número de entrevisas coordinadas con los medios, ascendiendo a un total de 335. Todas las áreas de la CONABIO están representadas en los temas solicitados por los medios a los que se les apoya con información, contenidos, fotografías y demás material que facilite su labor periodística.

Actividad de menor frecuencia, pero no por ello menos importante, ha sido la colaboración con revistas como *Ciencia y Desarrollo* del Conacyt, *Mexicanísimo*, *Revista del Festival Internacional de la Imagen*, *Los Ambientalistas*, *National Geographic*, entre otras.

En el marco de los actos organizados en torno a la COP16 realizados en Cancún en diciembre de 2010, la CONABIO organizó, junto con la Red Mexicana de Periodistas Ambientales (Rempa) y el Centro de Investigación Forestal Internacional, el taller Cambio Climático y Biodiversidad impartido a los periodistas de la Rempa.

5.3.2 Divulgación

La CONABIO comenzó en el año 2008 a incrementar su participación en eventos de divulgación, algunos de ellos organizados en colaboración con otras instancias. Estos eventos han tenido alcance en va-

⁴ <<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/publicaciones.php>>.

⁵ La obra puede consultarse en el portal web, utilizando un buscador por temas, ecosistemas, estados, autores e instituciones. <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/cien_casos/cien_casos.php>.

rios sectores de la sociedad y constituyen una oportunidad para difundir los materiales que la Comisión produce: libros, sitios en internet, carteles, informes, exposiciones fotográficas, entre otros. Desde 2003 se han organizado exposiciones fotográficas en diversos espacios públicos como el Antiguo Colegio de San Ildefonso y el Bosque de Chapultepec, en el Distrito Federal, además de otros organizados por la Coordinación de Corredores y Recursos Biológicos en el sureste de la República.

La CONABIO también participa en congresos, seminarios, reuniones y dictando conferencias, a muy diversos públicos, sobre la biodiversidad de México y sobre las funciones, programas y proyectos que se llevan a cabo en la institución.

Destaca la colaboración con museos, como el Museo de Historia Natural y Cultura Ambiental de Chapultepec, Papalote, Museo del Niño, Museo Interactivo de Economía, Universum, Museo de las Ciencias de la UNAM, la Fonoteca Nacional, el Sistema de Transporte Colectivo Metro y las embajadas de Alemania, Francia y España, entre otros. La celebración del Año Internacional de la Diversidad Biológica en 2010 fue la ocasión para organizar un mayor número de actividades sobre la biodiversidad. Se presentó la exposición fotográfica México, naturaleza viva, además de 15 exposiciones fotográficas en varios museos y zoológicos de la Ciudad de México.

La exposición *¿Conoces tu naturaleza mexicana?*, montada a lo largo de un kilómetro del Túnel de la Ciencia del Sistema de Transporte Colectivo Metro,

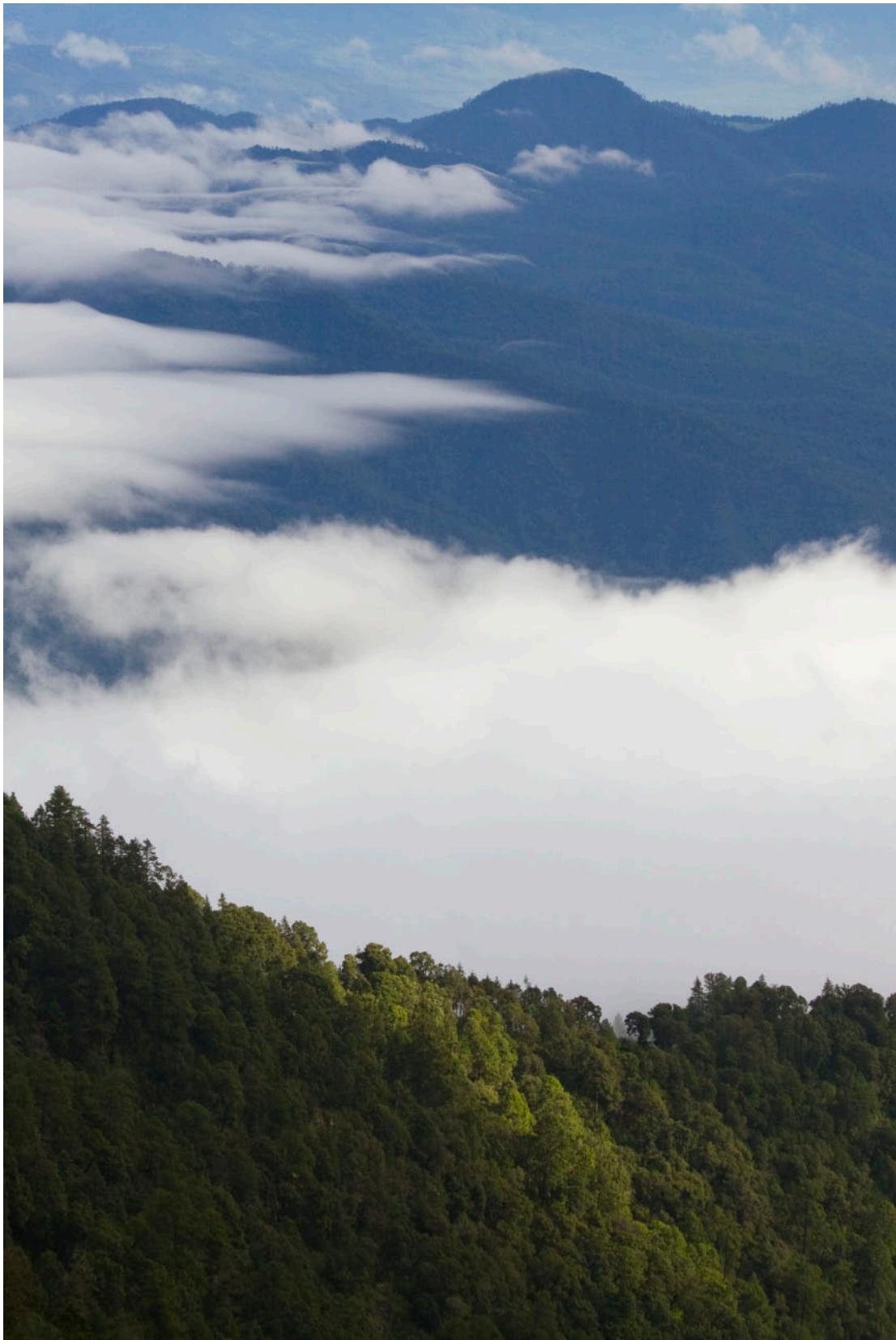
constó de 62 fotografías sobre ecosistemas, especies y usos, y fue vista por miles de personas.

La Década de la Biodiversidad 2011-2020, declarada por el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, fue inaugurada por la CONABIO con la organización de la Semana de la Diversidad Biológica que se llevó a cabo en la Librería Rosario Castellanos del Fondo de Cultura Económica en la Ciudad de México. La semana incluyó la exposición fotográfica: 25 miradas al bosque —para celebrar el Año Internacional de los Bosques—, conferencias, exposición de esculturas, documentales de naturaleza, catas de mieles y mezcales, así como diversas actividades para niños.

5.3.3 Comunicación interna

En el año 2008 se inició la organización sistemática de seminarios internos con la intención de conocer y difundir el quehacer de investigadores e instituciones del sector ambiental. Han participado en estos seminarios investigadores del sector ambiental gubernamental, del sector académico, investigadores extranjeros, estudiantes que han presentado sus trabajos de tesis, así como personal de la propia Comisión.

El número de seminarios ha ido en aumento, sumando a la fecha 77 conferencias. A lo anterior se suma la iniciativa, que por cinco años consecutivos ha realizado la CONABIO, del Día de la Puerta Abierta, en la que se invita a estudiantes, académicos, familiares y público en general a conocer directamente algunas de las actividades que realiza la Comisión.



Nevado de Colima, Jalisco

6| Hacia el futuro en la CONABIO

En los años 2006 y 2007 el personal directivo de la CONABIO llevó a cabo un ejercicio de prospectiva sobre las necesidades de información y de inteligencia para la toma de decisiones que el país tendría que asumir en los 15 o 20 años venideros, en lo que respecta al conocimiento, al manejo sustentable y a la conservación de la biodiversidad. Como resultado de este análisis se definieron las áreas de conocimiento y tecnologías de información a las que la CONABIO debería orientar sus esfuerzos técnicos, metodológicos y de formación de recursos humanos.

Resultó evidente que la definición del desarrollo futuro tenía que sustentarse en la experiencia, la información recabada y las metodologías construidas durante los 20 años de actividades de la Comisión. A partir de estas bases fue posible establecer las áreas prioritarias a las que se dedicará, durante los próximos años, la mayor parte de los recursos humanos y económicos disponibles (desde luego, sin dejar de lado otros temas que se trabajan en la CONABIO y para los cuales las áreas prioritarias constituyen un soporte metodológico y conceptual). En consecuencia, los temas principales de desarrollo acordados fueron los siguientes:

1] La depuración integral del SNIB para consolidarlo como la columna vertebral, confiable, actualizada y accesible de la información nacional sobre biodiversidad. En particular, lograr la expansión y consolidación del sistema de información sobre especies de importancia directa para la salud o la economía, como vectores de enfermedades, especies invasoras, plagas agrícolas y forestales, así como especies utilizadas por la sociedad.

2] El desarrollo de las capacidades existentes de percepción remota y análisis geomático para estar en posibilidad de detectar y medir diariamente, a escala nacional y con resolución de mediana a alta, componentes y procesos ecosistémicos como cubierta vegetal, fotosíntesis, producción primaria neta y otras similares.

3] El énfasis en el aspecto de las relaciones que México debe atender como firmante de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres para la protección de especies ubicadas en la NOM-059, por el impacto económico que las decisiones de esa Convención tienen sobre comunidades que comercializan especies que pueden estar enlistadas como amenazadas y de las cuales hay que obtener información actualizada y confiable acerca del estatus de sus poblaciones.

4] La ampliación del universo de usuarios y proveedores de datos mediante herramientas de la *web* y redes sociales, con especial atención a la difusión de la información producida por la CONABIO (con el propósito de hacerla interesante y asequible a toda la gama de usuarios de su sitio *web*); lo anterior incluye hacer la página cada vez más “amigable”, así como ampliar los programas de “ciencia ciudadana” que existen en el país relativos al registro y monitoreo de grupos selectos de organismos.

5] El trabajo conjunto con un mayor número de comunidades y asociaciones del sector primario para alinear diversas políticas gubernamentales dentro de un concepto ecológico del desarrollo. Se pondrá especial atención al Corredor Biológico Mesoamericano, área piloto para el mejor aprove-

chamiento de experiencias relativas a la interacción con las comunidades rurales, a la aplicación de diversos aspectos del conocimiento y las capacidades de análisis adquiridas por la CONABIO.

En los años que han transcurrido a partir de este análisis sobre el futuro y de fijar el rumbo de la CONABIO para los próximos quinquenios se han puesto en marcha ambiciosos programas para la digitalización de las principales colecciones científicas que se encuentran depositadas en instituciones mexicanas. Como resultado de estos programas —que se mantendrán por varios años— se espera incrementar significativamente la información contenida en el SNIB. Se ha convocado también a la comunidad académica del país a participar en programas sobre inventarios de flora y fauna de áreas prioritarias y, en especial, al grupo inicial de Áreas Naturales Protegidas, en colaboración con la Conanp.

En los últimos años (de 2007 a la fecha), se ha participado en el fortalecimiento del inventario Nacional Forestal y de Suelos, en aspectos de metodologías para la obtención de nuevos datos y en el mejoramiento de los existentes. Igualmente se ha convocado a realizar estudios sobre la biodiversidad del primer estado del país que cuenta ya con un organismo estatal para ese propósito (Morelos).

Además, se ha iniciado un nuevo programa de largo aliento para el monitoreo y conocimiento de los mares mexicanos. Actualmente la CONABIO es la única institución mexicana que obtiene diariamente, y pone a disposición pública, información sobre variables oceánicas como la temperatura superficial del mar, la producción marina y las concentraciones de algas, entre otras, y ha iniciado un estudio de monitoreo de las condiciones de salud de una parte de la barrera arrecifal del Caribe mexicano.

Basados en la creciente experiencia de la CONABIO sobre adquisición de información de percepción remota y de geomática, y también en la existencia de nuevos sensores remotos que permiten estimaciones más finas —y a los que la CONABIO tiene ya acceso o espera tenerlo en el futuro cerca-

no—, se avanza en la capacidad para determinar variables importantes de funcionamiento ecosistémico, como la cobertura vegetal del país, la productividad primaria neta, el contenido de carbono de los diferentes ecosistemas (como la cubierta vegetal) y diferentes índices de vegetación que tienen aplicaciones más allá de los ecosistemas naturales (áreas de cultivo y pastizales, por ejemplo).

La CONABIO se encuentra ahora en la etapa de definición conceptual y metodológica para desarrollar capacidades que le permitan ofrecer información sobre el uso de los recursos naturales del país no sólo a los interesados en aspectos de conocimiento, conservación y uso sustentable de la biodiversidad contenida en los ecosistemas naturales, sino ampliarla a todos los posibles usuarios como serían, por ejemplo, los productores agrícolas y los ganaderos que, en el transcurso de la siguiente década, podrían ser usufructuarios de servicios de esta naturaleza ofrecidos por la CONABIO.

Visión de la CONABIO

Con base en el ejercicio prospectivo descrito, se consolidó, para los próximos 15 años, la siguiente visión:

- La CONABIO es una institución de excelencia, reconocida nacional e internacionalmente como el referente obligado para influir decisivamente en temas del conocimiento, la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad de México, tanto terrestre como marina.
- La CONABIO proporciona al gobierno y a los ciudadanos de México —con base en su Sistema de Información Nacional sobre Biodiversidad, permanentemente actualizado y mejorado— información confiable sobre el estado de los ecosistemas del país y sus componentes, así como sobre su valor y funcionamiento.
- La CONABIO promueve, de manera formal y regular, que dicha información sea utilizada por quienes toman decisiones desde los diferentes ni-

veles de gobierno, y la obtiene y actualiza mediante la participación sostenida de científicos, productores y diversos ciudadanos.

- La CONABIO utiliza los más avanzados métodos informáticos y constituye un referente mundial respecto a la obtención, manejo y empleo de la información sobre el capital natural y su uso en la toma de decisiones de importancia para diferentes sectores de México.

- La CONABIO cuenta con grupos interdisciplinarios que contribuyen al conocimiento y uso sustentable del capital natural de México, en especial

en el campo de la bioinformática, por su capacidad de crear nuevas tecnologías y mantenerse inserto, y formar parte activa, en las iniciativas internacionales más relevantes, como líder en su especialidad.

- La CONABIO participa en la formación y consolidación de numerosos organismos estatales que colaboran con los gobiernos de las entidades federativas en el conocimiento y uso sustentable de sus recursos naturales.

- La CONABIO impulsa iniciativas que propicien la participación ciudadana para el mejor conocimiento de nuestra biodiversidad.



Axochiapan, Morelos

7 | Administración

7.1 PRESUPUESTO Y MECANISMO FINANCIERO

La estructura administrativa de la CONABIO ha evolucionado a la par del crecimiento de la institución. Se ha tratado de alcanzar un funcionamiento eficiente, con un tamaño reducido y sin perder de vista su función de apoyo.

cho hasta ahora con presupuestos que se mantuvieron, por un buen periodo, en niveles muy modestos. El fideicomiso cuenta con un Comité Técnico que estudia y aprueba trimestralmente los presupuestos de operación pormenorizados, con apego a la función, los objetivos y los requerimientos establecidos por la CONABIO para su funcionamiento.

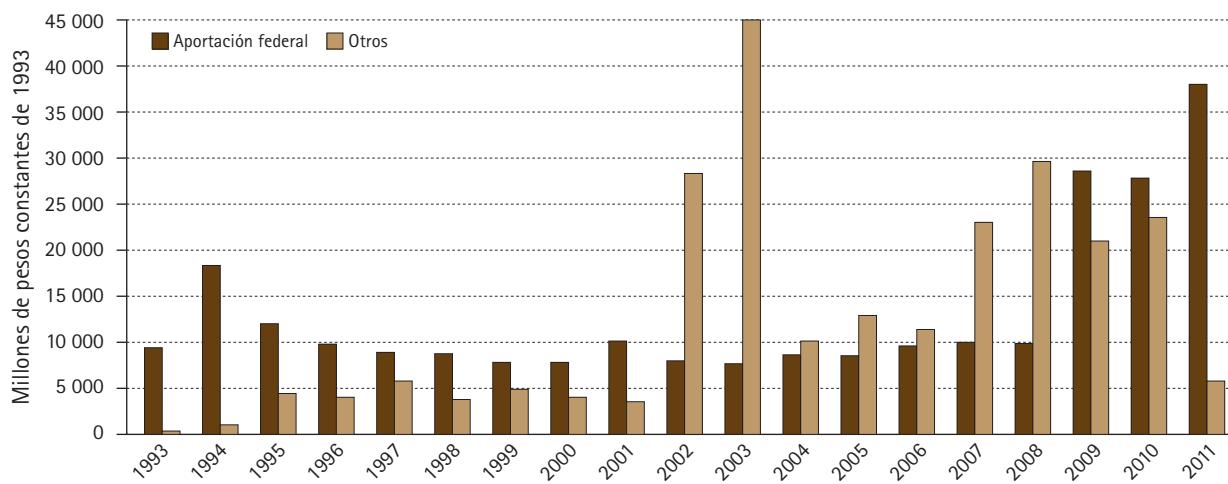


Figura 7.1 Ingresos de la CONABIO, de 1993 a junio de 2011.

Un elemento medular del funcionamiento administrativo ha sido la existencia de un fideicomiso privado —Fondo para la Biodiversidad, contratado con Nacional Financiera, S.N.C.—, mediante el cual se administran las aportaciones federales y los donativos, deducibles de impuestos, de organismos públicos y privados, nacionales y del extranjero, así como de personas físicas. Así, los recursos se manejan de manera ágil y oportuna para la operación de la Comisión. Esta fluidez ha resultado esencial para que la CONABIO haya logrado lo he-

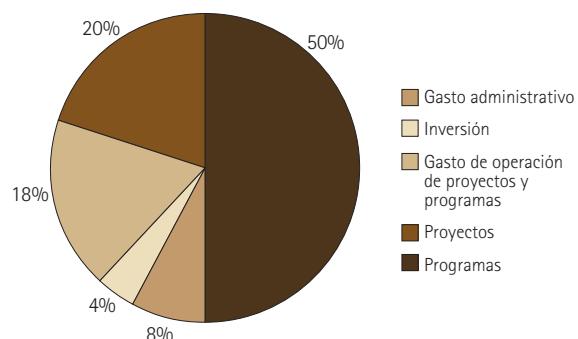


Figura 7.2 Egresos de 1993 a junio de 2011.

La Comisión ha tenido en los últimos tres años, como puede verse en la figura 7.1, un incremento considerable en la asignación presupuestal que el gobierno federal le canaliza.

El Comité Técnico del fideicomiso está integrado *ex officio* por el presidente del Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat, quien lo preside, el procurador del Medio Ambiente, el director del Instituto de Ecología de la UNAM y el representante de una organización no gubernamental, actualmente Pronatura, designado por el secretario técnico de la CONABIO (el titular de la Semarnat). La mayor parte de los recursos aportados por la Federación se destinan al financiamiento de proyectos y programas, y el resto a inversión, gasto administrativo y análisis y operación de proyectos y programas (figura 7.2). Los donativos se canalizan a programas y proyectos específicos, según lo establecen los donantes. Los estados financieros, así como el dictamen de auditoría externa aparecen en la sección de financiamiento de nuestro sitio *web* y han sido de acceso público desde el inicio de las actividades de la CONABIO.

Preparación profesional del personal de la CONABIO con actividades sustantivas

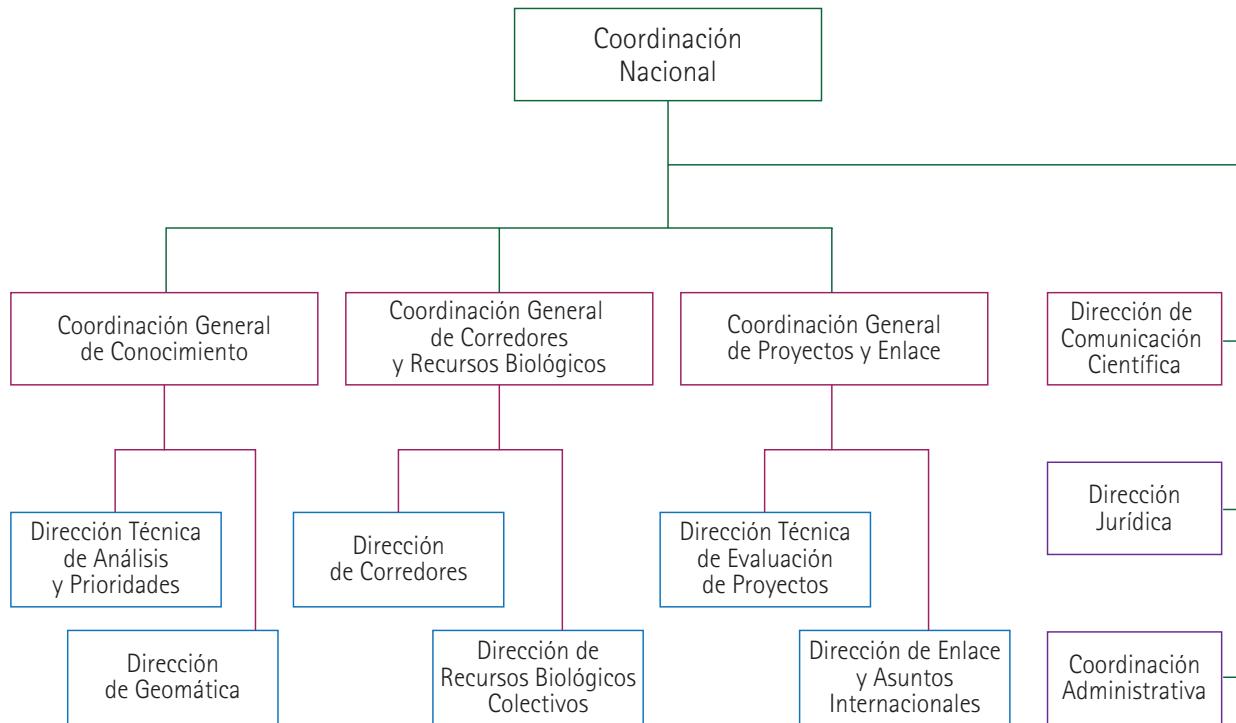
Grado máximo de estudios	Núm. de personas	Porcentaje
Doctorado	19	9
Maestría	53	25
Licenciatura o equivalente	102	49
Pasante	29	14
Técnico	6	3
Total	209	100

7.2 CAPITAL HUMANO

Actualmente la Comisión tiene una plantilla de 248 personas, de las cuales 209 desempeñan actividades sustantivas en las áreas de biología, ecología, veterinaria, ciencias, geografía, matemáticas, sistemas, física, comunicación y divulgación, economía ambiental y derecho ambiental. El resto del personal desempeña actividades administrativas con carreras o especialidades en administración, contaduría, administración pública y comercio, entre otras.

El personal técnico que desempeña o ha desempeñado actividades sustantivas en la Comisión se ha especializado en los siguientes temas:

- Diversidad biológica
- Análisis de riesgo y bioseguridad
- Seguimiento técnico de proyectos científicos
- Recursos biológicos colectivos
- Bioinformática
- Geomática
- Sistemas de información geográfica
- Percepción remota
- Control de calidad de bases de datos biológicas
- Infraestructura de cómputo de alto rendimiento
- Implementación de estrategias de biodiversidad en los estados
- CITES
- Asuntos internacionales sobre biodiversidad
- Comunicación científica

ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA CONABIO

Personal actual de la CONABIO a junio de 2011

Acevedo Gasman, María Francisca José	Colditz, René Roland	Guevara Santamaría, Mario Antonio
Aguilar Rojas, Verónica	Colín López, Julián Javier	Gutiérrez Gutiérrez, Obdulio
Aguilar Sierra, Alicia Verónica	Cordero Macedo, María Angélica	Gutiérrez Nava, Pedro
Aguilar Zúñiga, Claudia	Corona Ortega, Mauricio	Guzmán Hernández, Ana Laura
Aguirre Vallejo, Elías	Corona Pedroza, Nancy	Guzmán Mérida, Francisco
Alarcón Guerrero, Jesús	Cruz Angón, Andrea	Guzmán y López Figueroa, Ana Luisa
Alavez Gómez, Valeria	Cruz López, María Isabel	Hernández Galván, Joel Ernesto
Alcántara Álvarez, Rosario	Cruz Reyes, Estrella	Hernández García, Luz María
Alejandro Ortiz, Susana	Daniel López, Alfonso	Hernández Robles, Diana Raquel
Almeida Valles, Dora	Del Valle Castillo, María	Hernández Rosas, Laura
Álvarez Barrera, Elena Aidé	Díaz Maeda, Pedro Gabriel	Hernández Sánchez, Leonardo
Álvarez Girard, Norma de la Salud	Diego Escobar, María Valentina	Hernández Sánchez, María del Mar
Álvarez Molina, María de Jesús	Domínguez Gervacio, Noé Rubén	Hernández Santiago, Azucena
Álvarez-Icaza Longoria, Pedro Carlos	Domínguez Guerrero, Arturo Isaí	Herrera López, Olga Laura
Aragón Martínez, María del Consuelo	Domínguez Guerrero, Astrid Marcela	Herrera Massieu, Raúl Octavio
Arreola Alemón, Roberto	Domínguez Pérez, Angélica	Herrera Maya, Vicente
Arroyo González, Emmanuel	Domínguez Vargas, Manuel	Huerta Ocampo, Elleli
Ascención Merino, Margarita	Escalante Espinosa, Sheila	Huescas Tercero, Walfred Ulyses
Ávila Martínez, Dulce María	Escamilla Weimann, Martha Elena	Isla Gálvez, Consuelo
Ayala Brito, Jésica	Escoto Hernández, Sofía	Jamangape García, Héctor
Ayala Orozco, Bárbara	Espinosa Matías, María de los Ángeles	Jardón Borbolla, Lev Orlando
Ayón Cárdenas, Cecilia	Espinosa Sánchez, Gloria Olivia	Jenis Flores, María Teresa
Báez Montoya, Juan Roberto	Fernández Pumar, Viviana Cecilia	Jiménez Cruz, Margarita
Barrera Guevara, Juan Carlos	Flores Camargo, Diana Graciela	Jiménez Rosenberg, Raúl Gustavo
Barrios Caballero, Yolanda	Flores Sánchez, Dulce María	Jordán Valdés, Johana María
Bautista Tomé, Ignacio	Frontana Uribe, Sarita Claudia	Kolb, Melanie
Benítez Díaz, Hesiquio	Galindo Hernández, Patricia	Koleff Osorio, Patricia
Benítez Ramírez, Verena Ekaterina	Galindo Leal, Carlos Enrique	Lara Morales, Liliana
Berlanga García, Humberto Antonio	Galván Quintanar, Rocío Betsabé	Lara Ramos, Shareni
Bermejo Martínez, María Guadalupe	Gálvez Becerra, Flor Aimée	Larson Guerra, Jorge
Born Schmidt, Georgia Beate	Gandarilla Ramírez, Armando	Leal Cruz, María Ernestina
Breña Ochoa, Alejandra	García Aguilar, Jesús Alejandro	Lemus Kurchenko, Manuel
Burgeff D'Hondt, Caroline Nicole Laura	García Cruz, Carlos Christian	Llama Barba, Ricardo Magdaleno
Calixto Pérez, Edith	García Ibarra, Maricela	López Mendoza, Rocío
Camacho Rico, Fernando	García Naranjo Ortiz de la Huerta, Alejandra	López Saldaña, Fabiola
Camacho Salinas, Alejandro	García Velázquez, María	López Sandoval, Oscar Alberto
Camarena Osorno, María Isabel	Gómez de Silva Garza, Héctor	López Segurajáuregui, Gabriela
Campos López, Aníbal Adán	Gómez Quiles, José Manuel	López Velázquez, Armando
Cano Quiroga, Enrique	González Amaro, Rosa María	Lora Jaimes, Virginia
Canseco Flores, María Manuela	González Díaz, María Eugenia	Lozano Ramos, Angélica Tania
Cárdenas Flores, Laura de Lourdes	González González, Humberto Antonio	Luna Mondragón, José Luis
Careaga Olvera, Sonia Alejandra	González Gutiérrez, María Alejandra	Maldonado Pulido, Blanca Fabiola
Carreón Carranza, Getsemaní	González Huerta, Norberto René	Marín Hernández, Sergio Erick
Carrillo Pineda, Paulina	González Martínez, Ana Isabel	Marín Sánchez, Ariadna Ivonne
Castañeda Sánchez, Mario	González Ramírez, Laura Merit	Márquez Mendoza, Juan Daniel
Castillo Cruz, Lourdes Maribel	Gual Díaz, Martha	Martínez Hernández, Israel
Castillo Sandoval, Oriana	Guerra García, Janet	Martínez Romero, Eduardo
Cejudo Flores, Llaime	Guerrero Araiza, Arturo	Martínez Saavedra, Lourdes Itzia
Cerdeira Estrada, Sergio	Guerrero Matías, Salvador	Martínez Vargas, Juan Manuel
Chavana López, Tomás Carlos		Mejía Pozos, Marilú

Mejía Velázquez, Rodrigo	Pineda Avendaño, Othón Bernardo	Seco Mata, Rosa María
Melgarejo, Erika Daniela	Plasencia López, Lucía María Teresa	Sicilia Manzo, Miguel Ángel
Mendoza Bustamente, Erik	Puebla Olivares, Fernando	Simms del Castillo, Alicia Yvonne
Mendoza Gaytán, José Trinidad	Quintanar Guadarrama, Eduardo	Soberón Mainero, Jorge Luciano de Jesús
Mondragón Pichardo, Juana	Ramírez Bautista, Jacinta	Solís Marín, Francisco
Montes de Oca Cacheux, Iván de Jesús	Ramírez Reivich, Xóchitl	Solorio González, Alma Rosa
Montiel Almanza, Yessica Elizabeth	Ramírez Vite, Salvador	Sosa Alonso, Rosario Aracely
Mora Flores, Franz Eduardo	Rendón Correa, Alejandro	Tavira Escárcega, Manelich
Morales Guerrero, Nubia Betzabé	Rentería Aguilar, Francisco Javier	Terroba Arechavala, Bernardo Javier
Morales Guillaumin, Eduardo	Rentería Ortega, César Augusto	Tobón Niedfeldt, Wolke
Morales Martínez, María Marcela	Rentería Ortega, Eliot Eduardo	Torres Bahena, Elizabeth
Moreno Almeraya, Nadya	Reséndiz López, Martha Alicia	Torres Vázquez, Arturo
Moreno Díaz, Norma Guadalupe	Ressl, Rainer Andreas	Torres Virrueta, Miguel
Moreno Gutiérrez, Elizabeth	Reyes Correa, José Luis	Trejo Aguilar, Francisca Daniela
Morín Valdés, Carlos Alberto	Reyes Nolasco, Germain	Trejo Aguilar, Isabel
Mota Cruz, Cecilio	Rivas Ladrón de Guevara, Susana María	Troche Souza, Carlos Humberto
Mota Ramírez, Ivette	Rivas Pérez, Juan Carlos	Urcid Perfecto, Lucía
Mota Ramírez, Juana Dulce María	Rivera Téllez, Emmanuel	Uribe Martínez, Abigail
Munguía Carrara, Mariana	Robles Licea, Antonio Guillermo	Urquiza Haas, Esmeralda Gabriela
Muñoz Lacy, Luis Guillermo	Rochefort Vázquez, Karla Elena	Urquiza Haas, Tania Roswitha
Muñoz López, Enrique	Rodríguez Contreras, Vicente	Utrilla Jiménez, Alejandra Mayra
Neyra González, Lucila Julita	Rodríguez Moreno, Mercedes del Pilar	Valderrama Landeros, Luis Humberto
Núñez Jaime, Alejandro	Rodríguez Pliego, Penélope	Valencia Millán, Felipe
Núñez Merchand, Alejandra	Rodríguez Zúñiga, María Teresa	Valero Padilla, Jessica
Obregón Viloria, Rafael	Rojas Ávalos, Sandra Norma	Van Rosmalen Farías, Johanna Elisabeth
Ocaña Nava, Daniel	Rojas Paredes, Laura	Vargas Canales, Víctor Manuel
Ocegueda Cruz, Susana	Rojas Paredes, Yolanda Rosalía	Vázquez Alfaro, Gerardo
Oliveras de Ita, Adán	Romero Palacios, Adriana del Carmen	Vázquez Balderas, Berenice
Oliveros Galindo, Oswaldo	Rosas Hernández, Martha Ileana	Vázquez Lule, Alma Delia
Ortega Paczka, Rafael Ángel del	Ruiz Hernández, Thelma Olivia	Vázquez Rojas, María del Carmen
Sagrado Corazón	Saavedra Cárdenas, Egdar Leobardo	Velázquez Rentería, Cindel Ayadeth
Ortiz Santa María, Daniel	San Pedro Flores, Jorge Eduardo	Villalón Calderón, Rocío Magdalena
Ortiz Seguí, Sebastián	Sánchez Castro, Claudia Arely	Viveros Salinas, Juan Luis
Ortuño Sánchez, Pablo	Sánchez Chavana, Miguel Ángel	Wadgymar Aguilar, Ana Gabriela
Palleiro Dutrenit, Nicolás	Sánchez Dorantes, Karina	Yépez Amaya, Gina
Pantoja Escobar, Orlando Fabián	Sánchez Fuster, Patricia	Zárate Juárez, Karla Mabel
Peláez Figueroa, Arturo	Sandoval Huerta, Lucía Paulina	Zea Salgado, Marco Antonio
Peralta Romero, Fernando	Sandoval Montes de Oca, Pedro Roberto	Zenteno Torija, Marcelino
Pérez Morales, Roberto	Sarukhán Kermez, José Aristeo	Zúñiga Pacheco, Reyes
Pérez Sáenz, Vianney	Schmidt, Frank Michael Oliver	

Personal que laboró en la CONABIO

Acopa, David	Castilla, Edgar	Fernández, Rodrigo	Hernández, Sara
Acosta, Joanna	Castillo, Delfina	Fiallega, Claudia	Hernández, Sergio
Acosta, Roxana	Castillo, Jesús	Figueroa, Elsa	Hernández, Xóchitl
Aguilar, Enrique	Castillo, Mónica	Flores, Fernando	Herrera, Leobardo
Aguirre, Xitlali	Castrejón, Javier	Flores, Gabriel	Hersch-Martínez, Paul
Alamilla, Lorena	Castro, Rutilio	Flores, Mauricio	Hidalgo, José
Alcocer, Javier	Cervantes, María	Franco, Lizbeth	Hidalgo, Luz
Aldama, Manuel	Cervantes, Mauricio	Frola, Irma	Huerta, Carlos
Aldana, Martha	Cervera, Alejandra	Fueyo, Luis	Huerta, Edmundo
Almeida, Gael	Chipole, Miguel	Galindo, José Manuel	Ibarra, Alba Linda
Alquicira, María	Cifuentes, Paulina	Gallegos, Gustavo	Ibarra, Antonio
Alvarado, Abraham	Contreras, Jesús	Galletti, Hugo	Ibarra, Guillermo
Alvarado, Marco	Cordero, Carlos	Gálvez, Amanda	Illoldi, Patricia
Álvarez, Carlos	Coria, Marisol	Gálvez, Enrique	Íñigo, Eduardo
Álvarez, Jorge	Cruz, Teresa	Gama, Susana	Islas, Lilia
Álvarez, Porfirio	Cuéllar, Edna	Gamboa, Mariano	Jardón, Lucía
Amezcuá, Víctor	Cuevas, Iván	Gaona, Osiris	Jiménez, Adulfo
Aranda, Gabriela	Dávila, Patricia	García, Alejandro	Jiménez, Aidé
Arboleya, Lourdes	Davis, Penélope	García, Alma	Jorquera, Doris
Armas, Miguel	Daza, Angélica	García, Claudia	Juanicó, Diana
Arreola, Rafael	De Alba, Edmundo	García, Ismael	Kerkhoff, Silke
Arriaga, Laura	De Badts, Erik	García, Juan	Lartigue, Cecilia
Ávila, Adelina	De la Maza, Roberto	García, María	Latapí, Andrés
Balderas, Marco	De la Mora, Adriana	García, Rubén	Lavín, María
Bañuelos, Marina	De los Ríos, Cecilia	García, Yurik	Leal, Gloria
Barón, Felícitas	Del Castillo, Nelson	Garduño, Elisa	Legorreta, Gabriel
Barrios, Alejandra	Del Pilar, Guillermo	Garibay, Ricardo	Ley, Kim
Barrita, Juana	Delgado, Erika	Gil, Waleska	Lira, Andrés
Bautista, Ángela	Díaz, Carlos	Golubov, Jordan	Lira, Enrique
Becerra, Rosalba	Díaz, Jesús	Gómez, Edith	Llorente, Jorge
Bellot, Mariana	Díaz, José	Gómez, Federico	Loa, Eleazar
Beraldí, Hugo	Díaz, Miguel	Gómez, Leticia	Loaiza, Claudia
Bosques, Teresa	Díaz, Roger	Gómez, Sandra	López, Adrián
Brizuela, Felipe	Díaz Ávalos, Carlos	González, Alfredo	López, Alejandro
Caballero, Rafael	Domínguez, Laura	González, Marcela	López, Christian
Cabrera, Alma	Donavarros, María	González, Rosa	López, David
Calderón, Jaime	Durand, Leticia	González, Tania	López, Elizabeth
Camarena, Alberto	Eccardi, Fulvio	Granados, Miguel	López, Erika
Cancino, Belén	Echeverría, Guillermina	Guerra, Verónica	López, Gerardo
Cancino, Jonathan	Equihua, Clementina	Guerrero, Gerardo	López, Jesús
Cano, Claudia	Escalante, Tania	Guerrero, Miguel	López, Juan
Cano, Eréndira	Espinosa, David	Gutiérrez, Arturo	López, Romeo
Capello, Renato	Espinosa, Lilia	Guzmán, Ana	López-Bassols, Indira
Cárdenas, Francisco	Espinosa, María	Guzmán, Florentino	López, Xavier
Carreño, Daniel	Espinosa, Verónica	Hernández, Alberto	López Portillo, Juan
Carrillo, Karla	Espinoza, José	Hernández, Joel	Márquez, Oscar
Carrillo, Lucila	Estrada, Áurea	Hernández, Juan	Márquez, Sandra
Cartón de Grammont, Paloma	Feria, Patricia	Hernández, Lizeth	Martínez, Abdíaz
Castelo, José Luis	Feria, Yolanda	Hernández, María	Martínez, Abraham
	Fernández, Martha	Hernández, Rocío	Martínez, Alejandro

Martínez, Alma	Negrete, Aquiles	Reyes, Rosa	Santillán, Magali
Martínez, Hugo	Nevares, Eunice	Reygadas, David	Schmidtsdorf, Patricia
Martínez, José	Nieto, Gisela	Reygadas, Diego	Severino, Rosa
Martínez, Magdalena	Nieto, Irma	Ricalde, Olga	Sierra, Raúl
Martínez, Patricia	Niño, Nohemí	Ricalde, Socorro	Soler, Ana
Martínez, Ramón	Núñez, Israel	Ricón, Froylán	Székely, Alberto
Martínez, Roberto	Núñez, Rocío	Robles, Juan	Tambutti, Marcia
Martínez, Rodolfo	Ordóñez, Adriana	Rodríguez, Arturo	Téllez, Ivonne
Martínez, Tanya	Orozco, Martha	Rodríguez, Gerardo	Téllez, Juan Luis
Martínez, Verónica	Ortiz, Cynthia	Rodríguez, José	Toledo, Alejandra
Martínez-Garza, Cristina	Ortiz, Jesús	Rodríguez, José Manuel	Toledo, Tarín
Maupomé, Adriana	Ortiz, Leonardo	Rodríguez, Miguel	Toraya, Ana
Medellín, Rodrigo	Osorio, Oscar	Rodríguez, Rodolfo	Torres, Mariana
Medina, Ana Patricia	Peláez, Alejandro	Romano, Bárbara	Valadez, Sandra
Meli, Paula	Peña, Arturo	Romero, Luis	Valencia, Diego
Melo, Ubaldo	Perales, Hugo	Romero, Yetlanetz	Valencia, Enrique
Mendoza, Karla	Peralta, Angélica	Romeu, Emma	Valeriano, Guillermo
Mendoza, Roberto	Pérez, Araceli	Rosado, Manuel	Vázquez, Ana
Micelli, Gabriela	Pérez, Juan	Rosales, Alicia	Vázquez, Diana
Millán, Lilú	Pérez, Raquel	Rosas, Irving	Vázquez, Ella
Montealegre, Berenice	Pérez-Gil, Ramón	Rosas, María	Vázquez, Francisco
Montiel, Alejandro	Pineda, Gabriela	Rubio, Iván	Vela, Luciano
Montiel, Rocío	Pineda, Marco	Rubio, María	Velarde, Enriqueta
Morales, Eder	Pineda, Noemí	Ruiz, Rafael	Velasco, David
Morales, José	Pliego, Vladimir	Salgado, Josefina	Vicario, Santa
Morales, Roberto	Pompa, Rafael	Salinas, José	Villalobos, Rodolfo
Morelos, Claudia	Poot, Luis	Salinas, Maribel	Villarreal, Raúl
Moreno, Dulce	Portales, Gloria	San Román, Eivin	Villaseñor, José
Moreno, Julia	Porto, David	Sánchez, Adriana	Vizcarra, Lourdes
Moreno, Rafael	Proaño, Iván	Sánchez, Judith	Wegier, Ana
Mosig, Paola	Quiroz, Alejandro	Sánchez, Luis	Wickel, Albertus
Muck, Peter	Ramírez, Gustavo	Sánchez, Miguel	Yáñez, Elvira
Munguía, Norma	Ramírez, Hugo	Sánchez, Oscar	Yáñez, Olivia
Muñiz, Daniel	Ramírez, Luis	Sánchez, Ragde	Ybáñez, Julio
Murguía, Miguel	Ramírez, Nadia	Sánchez, Socorro	Zaldívar, Alejandro
Nava, Mariana	Ramos, Leandro	Sánchez, Teófila	Zárate, Rocío
Navarrete, Alejandra	Ramos, Patricia	Sánchez y Sánchez, Daniel	Zarco, Alba
Navarro, Abraham	Rangel, Héctor	Santana, Itzihuari	Zea, Mariano
Navarro, Adolfo	Reséndiz, Magdalena	Santana, Margarita	
Navarro, María	Reyes, Norma	Santibáñez, Ana	

Referencias

- Arriaga-Cabrera, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López *et al.* (coords.). 1998a. *Regiones prioritarias marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Arriaga-Cabrera, L., V. Aguilar-Sierra, J. Alcocer-Durán, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López *et al.* (coords.). 1998b. *Regiones hidrológicas prioritarias* (escala de trabajo 1:4 000 000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Arriaga-Cabrera, L., J.M. Espinoza-Rodríguez, C. Aguilar-Zúñiga, E. Martínez-Romero, L. Gómez-Mendoza *et al.* (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Arriaga Cabrera, L., *et al.* 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 433-457.
- Carabias, J., J. Sarukhán, J. de la Maza y C. Galindo (coords.). 2010. *Patrimonio natural de México. Cien casos de éxito*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010. *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, preventión, control y erradicación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- CONABIO. 1998. *La diversidad biológica de México. Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/EstudioPais.html>>.
- CONABIO. 2000. *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- CONABIO. 2003. El Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad, SNIB. Estrategias de Consolidación D.A.J.J002/0728/99 y Addenda D.A.J.J002/0798/99. Reporte al Conacyt. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO. 2005a. Digitisation and Data Quality Control of Mexican and Central American Botanical Specimens held at the Missouri Botanical Garden Herbarium. Reporte al Secretariado del GBIF. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <<http://www.gbif.es/ficheros/ConabioDC.pdf>>.
- CONABIO. 2005b. Modeling Data Workshop 4-8 April 2005. Reporte al Secretariado del GBIF. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO. 2007. The Species Population Loss Meter. Reporte al Secretariado del GBIF. Kansas Center for Research–Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO. 2008a. *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/conocimientoActual.html>>.
- CONABIO. 2008b. *Capital natural de México*, vol. III: *Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/politicasPub.html>>.
- CONABIO. 2008c. *Catálogo de autoridades taxonómicas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <www.conabio.gob.mx/informacion/catalogo_autoridades/doctos/electronicas.html>. Consultado en julio de 2011.
- CONABIO. 2008d. *Red Mundial de Información sobre Biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <www.conabio.gob.mx/remib/doctos/remib_esp.html>. Consultado en julio de 2011.
- CONABIO. 2009a. Sistema de Información Biótica®. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,

- México. Disponible en <www.conabio.gob.mx/biotica5/>. Consultado en julio de 2011.
- CONABIO. 2009b. *Manglares de México. Extensión y distribución*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/pub2009.html>.
- CONABIO. 2009c. *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <www.biodiversidad.gob.mx/pais/edoConservacion.html>.
- CONABIO. 2011. *Portal de geoinformación*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <www.conabio.gob.mx/informacion/gis>. Consultado en julio de 2011.
- CONABIO, Conanp, tnc y Pronatura. 2007a. *Ánalisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas–The Nature Conservancy, Programa México–Pronatura, A.C., México.
- CONABIO, Conanp, tnc y Pronatura. 2007b. *Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas–The Nature Conservancy, Programa México–Pronatura, A.C., México.
- CONABIO, Conanp, tnc, Pronatura y UANL. 2007c. *Ánalisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas–The Nature Conservancy, Programa México–Pronatura, A.C.–Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- CONABIO, Conanp, tnc, Pronatura y UANL. 2007d. *Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas–The Nature Conservancy, Programa México–Pronatura, A.C.–Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- CONABIO y Conanp (en prep.). *Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: ríos, cuerpos de agua y humedales*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- CONABIO y Conanp (en prep.). *Ánalisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad acuática epicontinental de México: ríos, cuerpos de agua y humedales*. Comisión Na-
- cional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México. (Incluye mapa-poster).
- CONABIO y Conanp. 2008. *Estrategia mexicana para la conservación vegetal: objetivos y metas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- CONABIO y PNUD. 2009. *México, capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México.
- Diario Oficial de la Federación. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Nueva Ley *DOF* 18-03-2005. Disponible en <<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>>.
- Edwards, J.L., M.A. Lane y E.S. Nielsen. 2000. Interoperability of Biodiversity Databases: Biodiversity Information on Every Desktop. *Science* **29**(289): 2312-2314. Disponible en <[DOI: 10.1126/science.289.5488.2312](https://doi.org/10.1126/science.289.5488.2312)>.
- Escobar, F., P. Koleff y Matthias Rös. 2009. Evaluación de capacidades para el conocimiento: el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad como un estudio de caso, en CONABIO y PNUD (eds.), *México, capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad–Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. México, pp. 23-49.
- Holling, C.S. 1978. *Adaptive Environmental Assessment and Management*. John Wiley, Nueva York.
- Jiménez R. y P. Ramos. 1999. Sistema de Información Biótica®. *Biodiversitas* **24**:12-14.
- MA. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute, Washington, D.C.
- Kato, T.A., C. Mapes, L.M. Mera, J.A. Serratos y R.A. Bye. 2009. *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. Universidad Nacional Autónoma de México–Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Koleff, P., C. Fernández, J.M. Martínez y E. Moreno. 2004. Información sobre la biodiversidad de México en el extranjero. *Biodiversitas* **54**:1-7. Disponible en <<http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv54art1.pdf>>.
- Koleff, P., M. Tambutti, I.J. March, R. Esquivel, C. Cantú, A. Lira-Noriega, et al. 2009. Identificación de prioridades y análisis de vacíos y omisiones en la conservación de la biodiversidad de México, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 651-718.

- Llorente, J., P. Koleff, H. Benítez, y L. Lara. 1998. *Diagnóstico de la actividad taxonómica en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Llorente, J., P. Koleff, H. Benítez y L. Lara. 1999. *Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta “Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México 1996-1998”*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Llorente, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 283-322.
- Sánchez León, V.M. 1969. Los recursos naturales de México IV: Estado actual de las investigaciones de fauna silvestre y zoología cinegética. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., México.
- Sarukhán, J., et al. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Capital%20Natural%20de%20Mexico_Sintesis.pdf>.
- Sarukhán, J., y R. Dirzo (comps.). 1992. *México ante los retos de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Soberón, J. 1999. Linking biodiversity information sources. *Trends in Ecology and Evolution* 14(7): 291.
- Soberón, J., J. Llorente y H. Benítez. 1996. An international view of national biological surveys. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 83:562-573.
- Soberón, J., y A.T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2:1-10.
- Soberón, J., R. Jiménez, P. Koleff y J. Golubov. 2010. La informática sobre la biodiversidad: datos, redes y conocimientos, en V. Toledo (coord.), *La biodiversidad de México. Inventarios, manejos, usos, informática. Conservación e importancia cultural*. Fondo de Cultura Económica, pp. 135-159.
- Stair, R.M., y G.W. Reynolds. 2008. *Principles of Information Systems*. Thomson, Canadá.
- Urquiza-Haas, T., M. Kolb, P. Koleff, A. Lira-Noriega y J. Alarcón. 2009. Methodological approach to identify Mexico's terrestrial priority sites for conservation. *Gap Analysis Bulletin* 16:60-70.



Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
MÉXICO