

**ESPECIES INVASORAS DE ALTO IMPACTO
A LA BIODIVERSIDAD**

PRIORIDADES EN MÉXICO

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad

Prioridades en México

Ignacio J. March Mifsut y Maricela Martínez Jiménez
(Editores)

IMTA-Conabio-GECI-
AridAmérica-The Nature Conservancy

México, 2007

578.7
I65

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México / Editado por Ignacio J. March Mifsut y Maricela Martínez Jiménez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Jiutepec, Morelos: IMTA, Conabio, GECI, AridAmérica, The Nature Conservancy, ©2007.
73 pp. 21.5 x 28 cm
ISBN 978-968-5536-92-9

1. Biodiversidad 2. Especies invasoras 3. Desequilibrio ecológico 4. México

Coordinación editorial
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

Jorge Martínez Ruiz
Coordinación de Comunicación,
Participación e Información.

Marco Antonio Sánchez Izquierdo
Subcoordinación de Vinculación, Comercialización
y Servicios Editoriales.

Cuidado de edición:
Antonio Requejo del Blanco.

Diseño de portada:
Óscar Alonso Barrón.

Diagramación:
Luisa Guadalupe Ramírez Martínez.

Primera edición: 2007.

D.R. © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532
62550 Progreso, Jiutepec, Morelos
MÉXICO

ISBN 978-968-5536-92-9

Impreso en México – *Printed in Mexico*

Forma sugerida para citar el presente libro:

IMTA, Conabio, GECI, Aridamérica, The Nature Conservancy, 2007, *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*, Jiutepec, Morelos.

Autores

(Por orden alfabético)

Verónica Aguilar
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Alfonso Aguirre
GECI-Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.

Jesús Alarcón
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Anne Boomer
The Nature Conservancy, Programa México.

Salvador Contreras
Bioconservación, A. C.

EK Del Val
*Centro de Investigaciones en Ecosistemas,
UNAM, campus Morelia.*

Alejandra Elizalde
*Subdirección de Armonización y Evaluación Internacional,
Dirección de Regulación Fitosanitaria,
Dirección General de Sanidad Vegetal
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).*

Ernesto Enkerlin
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp).

Francisco J. Espinosa
*Centro de Investigaciones en Ecosistemas,
Universidad Nacional Autónoma de México.*

Jordan Golubov
*Laboratorio de Ecología, Sistemática y Fisiología Vegetal,
Universidad Autónoma Metropolitana.*

Hans Hermann
Comisión de Cooperación Ambiental (CCA).

Patricia Koleff
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Antonio Low Pfeng
*Departamento de Especies en Riesgo,
Instituto Nacional de Ecología (INE).*

Ignacio J. March
The Nature Conservancy, Programa México.

Maricela Martínez Jiménez
*Control Biológico de Especies Acuáticas Exóticas Invasoras,
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)*

María Esther Meave del Castillo
Laboratorio de Fitoplancton Marino y Salobre,
Departamento de Hidrobiología,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Jackeline Mena
Aridamérica, A. C.

Roberto Mendoza
Facultad de Ciencias Biológicas,
Universidad Autónoma de Nuevo León.

Elizabeth Moreno
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

Mayra Pérez-Sandi
Aridamérica, A. C.

John Randall
Global Invasive Species Initiative,
The Nature Conservancy.

Jorge Rickards
Natural Resources Advisor,
USAID/México.

Gustavo Torres
Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria,
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa).

Heike Vibrans
Colegio de Postgraduados, Estado de México.

José Zertuche González
Instituto de Investigaciones Oceanológicas,
Universidad Autónoma de Baja California.

Silvia Ziller
Programa Global sobre Especies Invasoras (GISP),
The Nature Conservancy-Sudamérica,
Red de IABIN sobre especies invasoras (I3N), Brasil.

Helmuth Zimmerman
HZA, Environmentalists Ecologists, South Africa.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su más sincero agradecimiento a la doctora Laura Arriaga del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor) de México, así como al doctor Juan Luis Rodríguez Luengo de la Dirección General del Medio Natural del Gobierno de Canarias, España, quienes amablemente revisaron este manuscrito haciendo sugerencias que lo mejoraron sustancialmente.

Contenido

INTRODUCCIÓN

1 ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LAS ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

- 1.1 *Comisión de Cooperación Ambiental (CCA)*
- 1.2 *Foro Binacional de Sensibilización sobre la Problemática de las Especies Invasoras Acuáticas en México*
- 1.3 *Programa de Especies Invasoras de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*
- 1.4 *Otros eventos*

2 SÍNTESIS DEL TALLER

- 2.1 *Definición de criterios para la determinación de prioridades en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad*
- 2.2 *Identificación de prioridades con base en los criterios establecidos*

3 PRIORIDADES EN MATERIA DE ESPECIES INVASORAS DE ALTO IMPACTO A LA BIODIVERSIDAD

- 3.1 *Especies invasoras terrestres (invertebrados y vertebrados)*
- 3.2 *Especies invasoras acuáticas*
- 3.3 *Especies invasoras de plantas terrestres y malezas*
- 3.4 *Especies invasoras en Áreas Naturales Protegidas*
 - 3.4.1 *Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo*
 - 3.4.2 *Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, Coahuila*
 - 3.4.3 *Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena*
 - 3.4.4 *Reservas de la Biosfera Ría Lagartos y Ría Celestún*
 - 3.4.5 *Reservas de la Biosfera Yum Balam y Sian Ka'an*
 - 3.4.6 *Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestres Islas del Golfo de California*
 - 3.4.7 *Reserva de la Biosfera Isla de Guadalupe*
 - 3.4.8 *Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna*
 - 3.4.9 *Áreas Protegidas de La Selva Lacandona: Reservas de la Biosfera Montes Azules, Lacantún, Monumentos Naturales Bonampak y Yaxchilán. Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin*

4 PROPUESTA DE ACTIVIDADES ESTRATÉGICAS PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL, MANEJO Y ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

- 4.1 *Mejoramiento del marco legal y jurídico*
- 4.2 *Creación de capacidades y formación de recursos humanos*
- 4.3 *Coordinación institucional, cooperación, alianzas estratégicas y determinación de prioridades*
- 4.4 *Diseño e implementación de políticas públicas*
- 4.5 *Investigación sobre especies invasoras y sus impactos*
- 4.6 *Generación y manejo de información estratégica*
- 4.7 *Concienciación pública*
- 4.8 *Financiamiento de actividades estratégicas*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

- 1 Fuentes de información utilizadas para consultar registros de especies invasoras en regiones periféricas a México
- 2 Lista parcial de plantas invasoras que ocurren en áreas naturales protegidas de México
- 3 Actividades estratégicas propuestas por las mesas de trabajo
- 4 Marco jurídico en el régimen nacional que prevalece actualmente en México en materia de especies invasoras
- 5 Marco jurídico en el régimen internacional que prevalece actualmente en México en materia de especies invasoras
- 6 Formato genérico de un plan de acción para enfrentar a una especie invasora de alto impacto a la biodiversidad
- 7 Lista de algunas organizaciones, redes internacionales y bases de datos relacionadas con especies invasoras

INTRODUCCIÓN

Después de la destrucción del hábitat, el impacto por las especies invasoras ha sido identificado como la segunda causa, a nivel global, de la pérdida de biodiversidad (Vitousek, 1996; Leung *et al.*, 2002). Es por ello que este tema se ha convertido en prioritario en el contexto de la Convención de Diversidad Biológica (CDB) de la que México es signatario.

Se define como especie “invasora” a aquella especie exótica o trasladada (cualquier especie, subespecie o categoría infraespecífica), introducida accidental o intencionalmente fuera de su distribución natural actual o en el pasado —incluyendo sus gametos, semillas, huevos o propágulos— con capacidad de colonizar, invadir y persistir, y cuya introducción y dispersión amenace a la diversidad biológica causando daños al ambiente, a la economía y a la salud humana (Convención para la Diversidad Biológica, CDB; el Programa Global sobre Especies Invasoras, GISP, y la *Non-indigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act*, 1990, EUA).

Las especies invasoras desplazan a las especies nativas de flora y fauna por competencia directa, depredación, transmisión de enfermedades, modificación del hábitat, alteración de la estructura de los niveles tróficos y sus condiciones biofísicas, y por la alteración en los regímenes de fuego. Las plantas invasoras acuáticas pueden causar la desecación de los cuerpos de agua, afectando drásticamente la ecología de los paisajes y de los ambientes locales. En ocasiones, las especies invasoras se hibridan con especies nativas alterándose así el *pool* génico original de las poblaciones nativas (Mooney y Cleland, 2001). Es por esta razón que la conservación de la biodiversidad en un país debe contemplar a la prevención, detección temprana, manejo, control, erradicación, concienciación pública, regulación y legislación, y la investigación sobre especies invasoras como una alta prioridad.

Las especies invasoras, además, tienen un elevado potencial para afectar negativamente una serie de acciones de restauración ecológica, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Chornesky *et al.*, 2000). A manera de círculos viciosos, probablemente relacionados con sequías inusuales, muchas especies invasoras adaptadas al fuego contribuyen a promover regímenes anómalos de fuego e incendios catastróficos que, a su vez, afectan a la biodiversidad (Hiremath y Sundaram, 2005).

Por ejemplo, Estados Unidos invierte anualmente enormes cantidades de recursos para mitigar los impactos causados por las especies invasoras en todo su territorio, incluyendo costas y mares (Pimentel *et al.*, 1999; Carlton, 2001; Novell y Stone, 2005). Además, en ese país ha quedado clara la necesidad de que todas las agencias y dependencias de gobierno, así como universidades y organizaciones civiles tengan una estrecha coordinación en sus acciones para efectuar con eficacia el control y manejo de las especies invasoras (U.S. GAO, 2005).

Sin embargo, en México las acciones contra especies invasoras se han enfocado básicamente a aquellas que causan daños económicos a las actividades agrícolas y pecuarias, y han quedado prácticamente ignoradas las que afectan o pueden afectar a la biodiversidad terrestre, marina o dulceacuícola del país.

Para México, el Sistema Nacional sobre Especies Invasoras de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) ha identificado de manera preliminar, al menos, un total de ochocientas especies invasoras, que incluyen a 665 plantas, 77 peces, 10 anfibios y reptiles,

30 aves y 6 mamíferos;¹ a estas cifras habría que sumarles el número de especies invasoras que, sin estar aún verificadas con presencia en territorio nacional, representan un serio riesgo por tener ocurrencia en países y regiones vecinas, además de las que ya se encuentran en el país y no han sido monitoreadas.

Desafortunadamente, los impactos de las introducciones varían con la geografía, tiempo y especies (Courtney, 1995), lo cual, en combinación con la falta de conocimiento sobre su establecimiento en los ecosistemas acuáticos, hace que las predicciones de los efectos reales sean muy difíciles de determinar. En general, el número de invasiones siempre está subestimado, ya que aquellas registradas siempre se asocian con megainvasiones (un gran número o una gran abundancia de especies) y con especies invasoras que son obvias por causar daños ecológicos o económicos inmediatos. A esto, se puede agregar que la falta de registros de especies invasoras son consecuencia de la falta de datos biológicos, biogeográficos y de sistemática (incluyendo la taxonomía). De aquí, que las especies invasoras puedan generar impactos ambientales profundos, pero cuyas consecuencias económicas se manifestarán más tarde, o bien, su abundancia se incrementará hasta que se alteren las condiciones ambientales.

El presente manuscrito constituye una primera aproximación a las prioridades que en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad determinamos para México, con el propósito de motivar la implementación urgente de programas formales y sistemáticos de control, prevención, manejo y erradicación de especies invasoras. El documento presenta los resultados de un taller de expertos efectuado en mayo del 2006, en el que participaron especialistas mexicanos y extranjeros, y que persiguió los siguientes objetivos:

1. Determinar las prioridades a nivel nacional en materia de especies invasoras que impactan adversamente a la biodiversidad de México, tanto en sus ambientes terrestres como acuáticos (marinos y de agua dulce).
2. Iniciar el desarrollo de planes de acción viables y estratégicos para las prioridades identificadas que permitan evitar la entrada de nuevas especies invasoras de alto riesgo, y el control, contención y erradicación de aquellas que estén causando los mayores estragos a la biodiversidad en territorio nacional. Estos planes deben contemplar acciones a nivel local, nacional y regional, y considerando los distintos vectores y rutas de desplazamiento.
3. Identificar las actividades estratégicas que permitan fomentar condiciones favorables para iniciar programas formales y multi-institucionales para la prevención y control de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad.
4. Comenzar a conformar un grupo de trabajo que pueda enfocarse a impulsar proyectos y programas orientados a la prevención y combate de especies invasoras que afectan a la biodiversidad en México, con la cooperación de instituciones gubernamentales, centros académicos y organizaciones del sector civil.

¹ http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/especies_invasoras/doctos/especiesinvasoras.html

1 ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LAS ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

A continuación se presenta una serie de antecedentes sobre esfuerzos recientes en materia de especies invasoras que involucran a México. Estas acciones y eventos ofrecen un contexto en el que se muestra que el interés en el tema ha ido creciendo paulatinamente tanto en el contexto nacional como regional:

1.1 *Comisión de Cooperación Ambiental (CCA)*

En 1993 México formó parte del Tratado de Cooperación Ambiental de Norteamérica (NAAEC, por sus siglas en inglés), cuando se celebró el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC o NAFTA) entre Canadá, Estados Unidos y México. La NAAEC estableció la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA o CEC), ante las restricciones sanitarias y fitosanitarias que estipula el Tratado y para ayudar a las partes a hacer más eficiente la economía, procurando la protección a la biodiversidad. En 2003, la CCA creó el Grupo de Trabajo para la Conservación de la Biodiversidad (GTCB o BCWG) y produjo el Plan Estratégico de Cooperación de América del Norte para la Conservación de la Biodiversidad, donde se identificó claramente la prioridad de abordar la problemática de las especies invasoras. En 2001 y 2003, la CCA ha organizado importantes talleres entre Canadá, Estados Unidos y México, con el fin de fomentar la cooperación para abatir a las especies invasoras acuáticas en la región (CEC, 2001, 2003). En el 2004, el GTCB comenzó a trabajar con la CCA sobre las *Directrices de evaluación de riesgo* y, a principios de mayo de 2005, fue concluido el escrito.

Parte de los esfuerzos de la CCA se han orientado a prevenir y estandarizar procesos de evaluación de riesgo a la biodiversidad de las especies invasoras y su potencial para afectar los ecosistemas y sus servicios. Estas directrices de trabajo están siendo preparadas por científicos y técnicos con información relevante que se organiza en formatos de fácil revisión, para la toma de decisiones.

1.2 *Foro Binacional de Sensibilización sobre la Problemática de las Especies Invasoras Acuáticas en México*

Dentro del marco de la Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte (ASPAN), acordada por los mandatarios de Estados Unidos, México y Canadá el 23 de marzo del 2005, se puso en marcha un plan de acción donde la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), institución líder por parte de México, designó a la Conabio como institución responsable de crear un grupo de trabajo pertinente al tema de "Especies invasoras". A partir de entonces se han realizado diversos foros, reuniones, cursos y talleres para tratar la problemática.

En junio del 2005, entre México y Estados Unidos se llevó a cabo el Foro Binacional de Sensibilización sobre la Problemática de las Especies Invasoras en México, en las instalaciones de la Conabio y en colaboración con la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde prioritariamente se abordó el tema de especies invasoras acuáticas. Para darle seguimiento a los puntos de acuerdo de este foro, representantes de la Conabio, la Semarnat y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) tuvieron una reunión de coordinación el día 16 de junio del 2005 para tratar el tema de las "Especies acuáticas invasoras de México". Se organizó una agenda de trabajo conjunta donde se trataron puntos que permitieron definir las áreas de acción de cada institución y la

coordinación de las partes. Sobre los puntos se acordó el intercambio y apreciación de la información. La Semarnat fue la encargada de proporcionar la información sobre especies, vectores y metodologías de análisis de riesgo de especies invasoras de la CCA, y la Sagarpa emitió comentarios sobre dicha información.

Como parte de los acuerdos, en agosto del mismo año la Sagarpa realizó un taller de coordinación interna entre la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (Conapesca), el Instituto Nacional de la Pesca (INP) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) con la finalidad de definir una agenda de trabajo interinstitucional orientada a la planeación, coordinación, ejecución y control de acciones viables y coordinadas para la prevención, control y erradicación, en su caso, de las especies invasoras.

A partir de la adhesión de México al Acuerdo sobre el Convenio Internacional para el Control y la Gestión de Aguas de Lastre y los Sedimentos de los Buques en el 2004, el país ha participado en reuniones y acciones que han permitido avanzar sobre el tema. La problemática de las aguas de lastre y el papel que juegan como dispersoras potenciales de especies invasoras, se retomó en la reunión efectuada el 28 de septiembre del 2005 bajo el marco de la ASPAN, donde además ya se tenía definido el grupo de trabajo multi-institucional, organizado por la Conabio, cuyo objetivo fue identificar y desarrollar planes de acción para reducir los impactos sanitarios ambientales y económicos que causan las especies invasoras, de interés común para México, Estados Unidos y Canadá.

1.3 Programa de Especies Invasoras de México, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

Con la finalidad de recabar información sobre la situación actual que guardan las especies invasoras en México, la Conabio realizó una serie de talleres sobre especies invasoras en México. Estos talleres reunieron a expertos de los sectores académico, gubernamental, organizaciones no gubernamentales y comerciales para identificar los problemas que generan las especies invasoras acuáticas y terrestres en el país, así como las acciones necesarias para resolver esta problemática en aspectos relativos a la prevención; detección temprana; erradicación, manejo y control; difusión y educación; regulación, normatividad, política y legislación e investigación. También, se inició la creación de un Sistema de Información sobre Especies Invasoras Acuáticas en México. Este sistema se encuentra en Biótica, con información taxonómica, curatorial y ecológica procedente de los inventarios biológicos y cartografía del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y de la literatura sobre el origen, rutas de introducción e impactos. Actualmente, este sistema cuenta con un listado de 665 especies de plantas, que incluye exóticas invasoras, malezas y especies traslocadas, 77 de peces, 10 de anfibios y reptiles, 30 de aves y 16 de mamíferos. Para cada especie contiene información de la clase, familia, género, especie, categoría infraespecífica, autor del taxón y origen. Para el grupo de los vertebrados se incluye también el estatus (introducida o traslocada), área de introducción y motivo de la introducción.

1.4 Otros eventos

1.4.1 Congreso de la Sociedad Ecológica de América (Mérida, enero 2006)

Durante el último de los congresos de la *Ecological Society of America* (ESA), el tema de las especies invasoras fue uno de los tres grandes temas tratados en esta importante reunión académica. Muy

diversos trabajos sobre la ecología, manejo y erradicación de las especies invasoras en diversos sitios del continente fueron presentados en este evento.

1.4.2 Curso sobre análisis de riesgo y puntos críticos de control (HACCP)

En febrero de 2006 se llevó a cabo un curso de capacitación denominado *Análisis de riesgos y puntos críticos de control* (HACCP, por sus siglas en inglés), dirigido a profesionales y técnicos en el manejo de los recursos naturales. El curso fue organizado por el Departamento de Zoología del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el grupo de Eco-fisiología de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y la Conabio, y fue impartido por el Centro Nacional de Capacitación sobre la Conservación (*National Conservation Training Center*, NCTC) del Servicio de Pesquería y Vida Silvestre de los Estados Unidos (*U.S. Fish and Wildlife Service*). La planeación HACCP es una herramienta de manejo de los recursos naturales que funciona para prevenir la introducción y propagación de especies exóticas e invasoras, eliminando o reduciendo riesgos en puntos críticos de control. Los HACCP documentan *quién, qué, por qué, dónde, cuándo y cómo*, y presenta la información en un orden lógico, lo que permite su mejor uso y revisión.

1.4.3 III Congreso sobre Malezas sin Fronteras (*III Weeds Across Borders Conference*)

El Comité de Interagencias Federales de Estados Unidos para el Manejo de Malezas Nocivas y Exóticas (FICMNEW), con apoyo del Departamento de Transporte, ha trabajado en varios niveles para concienciar sobre el daño ecológico y económico que causan las especies invasoras en América del Norte. Debido a que las carreteras son uno de los corredores de dispersión más comunes para las plantas invasoras, desde el 2002 se han celebrado reuniones para promover el intercambio de información sobre el control y manejo de especies invasoras entre Canadá, Estados Unidos y México. En mayo 2006, en la ciudad de Hermosillo, Sonora, se celebró la tercera de estas importantes reuniones.

1.4.4 Eventos varios

Otro tipo de eventos relacionados con especies invasoras en México importantes de mencionar son: el de la Red de Información sobre Especies Invasoras IABIN (I3N), la participación de México en las reuniones de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO, por sus siglas en inglés) y la reunión trinacional para discutir la invasión de los peces diablo. Adicionalmente, diversos trabajos sobre especies invasoras han sido presentados en diversos foros efectuados en México (por ejemplo, el Congreso Nacional de Zoología, la Reunión del Consejo de Peces del Desierto, el Congreso Mexicano de Botánica, el Congreso Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México, el Encuentro Nacional de Acuariofilia, el Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar), así como en diversos foros internacionales.

2 SÍNTESIS DEL TALLER

El taller para determinar las prioridades de México en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad fue celebrado los días 2 y 3 de mayo de 2006. En este importante evento participó buena parte de los expertos del país que han desarrollado numerosos estudios e investigaciones sobre las diversas especies invasoras de los distintos grupos taxonómicos. También participaron especialistas de Norte y Sudamérica, así como de Sudáfrica, quienes con la experiencia acumulada en otros países aportaron ideas y propuestas de aplicación en México.

Los pasos metodológicos que se siguieron durante el taller fueron los siguientes:

- Presentación de diversos casos de estudio en distintos países y proyectos que actualmente se desarrollan en México, relacionados con las especies invasoras.
- Definición de criterios para determinar prioridades en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad.
- Identificación de prioridades con base en los criterios establecidos.
- Determinación de actividades estratégicas a nivel nacional que fomenten condiciones favorables para iniciar programas formales dirigidos a la prevención y control de especies invasoras de alto impacto sobre la biodiversidad.²

2.1 *Definición de criterios para determinar prioridades en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad*

En un primer paso, los especialistas participantes se enfocaron a la construcción de criterios claros que pudieran aplicarse para determinar las más altas prioridades en México en materia de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. De manera inicial se aportaron los siguientes criterios preliminares:

1. Que cumpla todos los atributos para ser considerada con el calificativo “especie invasora”.
2. Que tenga ocurrencia actual en México o un alto riesgo de introducirse a territorio mexicano.
3. Que afecte o pueda afectar el hábitat y sus condiciones³ en áreas de elevada biodiversidad, y que afecte o pueda afectar especies endémicas de distribución restringida y/o a especies clave de alta importancia en ecosistemas en buen estado de conservación.
4. Que altere de manera irreversible procesos ecológicos (por ejemplo, relaciones simbióticas) en extensiones amplias y condiciones de hábitat en áreas bien conservadas e identificadas como prioritarias por argumentos específicos.
5. Que de alguna manera afecten en el corto y mediano plazos a componentes importantes de la biodiversidad dentro de áreas de conservación, tales como reservas, parques nacionales u otras áreas protegidas.

² Como una actividad de seguimiento al taller quedó la elaboración de planes de acción para la prevención, control y/o erradicación de las especies invasoras de mayor impacto a la biodiversidad en México.

³ Por□

6. Que se trate de una especie que no se haya naturalizado⁴ en México y que, por consiguiente, su erradicación tendría un altísimo costo en caso de que esto fuere viable.
7. Que adicionalmente a su alto impacto a la biodiversidad tenga un efecto adverso y grave sobre actividades económicas o culturales; con ello la justificación de su prevención o erradicación activas se vería mejor argumentada.

Los participantes se organizaron en tres mesas de trabajo, Mesa 1: Especies invasoras de vertebrados e invertebrados terrestres, Mesa 2: Especies invasoras de organismos acuáticos y Mesa 3: Especies invasoras de plantas terrestres. Entre ellos discutieron y determinaron los criterios que utilizarían para identificar a aquellas especies que son actual o potencialmente de alto impacto a la biodiversidad. A continuación se presentan, de manera resumida, los criterios determinados.

2.1.1 Mesa 1: Especies invasoras de vertebrados e invertebrados terrestres

Criterios para determinar las especies invasoras de alto impacto, prioritarias

Criterios adicionales a los sugeridos:

- Que tenga los atributos suficientes para ser considerada con el calificativo de “Especie invasora”, con base en definiciones de la Convención para la Diversidad Biológica (CDB), el Programa Global sobre Especies Invasoras (GISP) y la *Non-indigenous Aquatic Nuisance Prevention and Control Act*, 1990 (EUA).
- Que cuente con alta versatilidad e historia adaptativa.
- Que su prevención, control o erradicación puedan conseguirse con alta probabilidad de éxito a un costo razonable.

Se generó una propuesta de tabla de evaluación con factores de ponderación que permitan priorizar las especies invasoras, una vez seleccionadas con los criterios arriba definidos:

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Ocurrencia actual o potencial inminente (riesgo).									
2	Impacto a la biodiversidad (afectación irreversible de procesos).	2								
3	Presencia en áreas naturales protegidas (cualquier categoría).	3	3							
4	Factibilidad legal.	1	2	3						
5	Factibilidad sociocultural.	1	2	3	5					
6	Afectación de actividades productivas.	1	2	3	6	6				
7	Factibilidad económica.	7	2	3	7	7	6			
8	Registrada como invasora en un lugar con condiciones similares.	3	2	3	8	8	8	8		
9	Rutas y vectores de introducción.	1	2	3	9	9	6	9	8	
	Calificación	4	7	8	0	1	4	3	5	3
	Factor de ponderación	2	3	3	1	1	2	2	3	2

⁴ Se consideran “naturalizadas” aquellas especies no nativas de una región que se han establecido y adaptado luego de muchos años, de amplia distribución, por lo que su erradicación es poco viable; un buen ejemplo es el gorrion europeo *Paser domesticus*.

Ejemplo:

	<i>Hypogeococcus festerianus</i> en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Valor	Pond	Calif. Final
1	Ocurrencia actual o potencial inminente (riesgo).										4	2	8
2	Impacto a la biodiversidad (afectación irreversible de procesos).	2									4	3	12
3	Presencia en áreas naturales protegidas (cualquier categoría).	3	3								4	3	12
4	Factibilidad legal.	1	2	3							1	1	1
5	Factibilidad sociocultural.	1	2	3	5						4	1	4
6	Afectación de actividades productivas.	1	2	3	6	6					3	2	6
7	Factibilidad económica.	7	2	3	7	7	6				3	2	6
8	Registrada como invasora en un lugar con condiciones similares.	3	2	3	8	8	8	8			4	3	12
9	Rutas y vectores de introducción.	1	2	3	9	9	6	9	8		4	2	8
	Calificación	4	7	8	0	1	4	3	5	3			69
	Factor de ponderación	2	3	3	1	1	2	2	3	2			

2.1.2 Mesa de trabajo 2: Especies invasoras de organismos acuáticos

Criterios para determinar especies invasoras de alto impacto, prioritarias

Criterios consensuados:

1. Que tenga los atributos suficientes para ser considerada con el calificativo “Especie invasora”, con base en la definición del Convenio de Diversidad Biológica.
2. Que tenga ocurrencia actual en México o un alto potencial de introducirse a territorios costero, insular o continental del país.
3. Que afecte o pueda afectar el hábitat y sus condiciones, y que afecte o pueda afectar a especies endémicas de distribución restringida y/o a especies clave de alta importancia en ecosistemas en buen estado de conservación.
4. Que altere o pueda alterar, con consecuencias irreversibles, procesos ecológicos y evolutivos.
5. Que altere condiciones de hábitat y ecosistemas en áreas identificadas por argumentos específicos en el corto y/o mediano plazos.
6. Que se trate de una especie que, aunque naturalizada, sea necesario o conveniente considerar medidas para su prevención, erradicación y control.
7. Que adicionalmente a su alto impacto ecológico tenga un efecto adverso sobre actividades socioeconómicas y/o culturales, así como repercusiones a la salud en comunidades humanas.
8. Que cuente con alta versatilidad e historia adaptativa.
9. Que su prevención, control o erradicación puedan conseguirse con alta probabilidad de éxito a un costo razonable.

2.1.3 Mesa de trabajo 3: Especies invasoras de plantas terrestres⁵

Criterios para determinar especies invasoras de alto impacto, prioritarias

Se consensuaron dos tipos de criterios:

1) Criterios para la selección de especies invasoras prioritarias **con presencia actual** en México.

- Crece en ambientes naturales (no agrícolas).
- Es especie invasora en otros lados del mundo con impacto significativo.
- Es viable la erradicación, contención o mitigación.

2) Criterios para la selección de especies **aún no presentes** en México.

- Se comporta como invasora en otros lugares del mundo.
- Se presenta en ambientes similares a los que existen en México.
- Aplicación de criterios de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (trece preguntas basadas en el sistema australiano de análisis de riesgo).

Se propuso que en fases posteriores se determinen las prioridades de manera detallada para cada región del país, ya que la atención a este problema debe ser de manera regionalizada con objeto de actuar con mayor eficacia.

2.2 Identificación de prioridades con base en los criterios establecidos

Una vez determinados los criterios para determinar prioridades, los participantes los aplicaron sobre los listados de especies invasoras con ocurrencia actual en el país o que pudieren representar una amenaza potencial seria de no evitarse su introducción. Para esto último, se contó con bases de datos de las especies invasoras registradas en los estados del sur de Estados Unidos⁶ con los que México hace frontera, así como con listados de la región del Caribe y de Guatemala, en Centroamérica (Anexo 1). También, se consultó la lista de las especies invasoras menos deseadas en Estados Unidos (Stein y Flack, 1996), así como la lista de las cien especies invasoras consideradas como de mayor impacto a nivel mundial por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Lowe *et al.*, 2000).

Con base en lo anterior, cada mesa de trabajo presentó sus prioridades de manera preliminar y con la reserva de que los listados puedan mejorarse conforme se cuente con más información.

⁵ Con apoyo de la Conabio se ha establecido un portal electrónico sobre malezas en México: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

⁶ Florida, Alabama, Mississippi, Louisiana, Texas, New Mexico, Arizona y California.

3 PRIORIDADES EN MATERIA DE ESPECIES INVASORAS DE ALTO IMPACTO A LA BIODIVERSIDAD

3.1 Especies invasoras terrestres (invertebrados y vertebrados)

Se determinaron especies prioritarias y sitios de alta prioridad; en ambos casos se definieron prioridades tanto para la prevención en la entrada de nuevas especies como en el manejo, control y posible erradicación de especies invasoras que ya ocurren en el país. Es fundamental señalar que la información aquí presentada, en lo referente a los listados de especies invasoras y a su distribución u ocurrencia en sitios específicos, no es de ninguna manera exhaustiva, y tal como se señala posteriormente, es una importante prioridad por desarrollar.

Tabla 1. Especies de alto riesgo sin presencia verificada en México que requieren medidas de prevención.

Nombre científico	Nombre común	Notas y observaciones
<i>Hypogeococcus festerianus</i>	Piojo harinoso	Afecta a cactáceas columnares de distintas especies.
<i>Acridotheres tristis</i>	Cuervo hindú	
<i>Trogoderma granarium</i>	Gorgojo kihapra	
<i>Herpestes auropunctatus</i>	Mangosta hindú	Ocurre en islas del Caribe y significa serios impactos.
<i>Xenopus laevis</i>	Sapo africano	
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo común	

Tabla 2. Especies que ocurren ya en México y que requieren acciones de manejo, control y erradicación.

Nombre científico	Nombre común	Notas y observaciones
<i>Cactoblastis cactorum</i>	Palomilla del nopal	Al momento de la redacción del presente libro, la Dirección de Sanidad Vegetal reportó la presencia de la palomilla en Isla Mujeres, Cancún e Isla Contoy, en el Caribe mexicano.
<i>Apis mellifera adansonii</i>	Abeja africanizada	
<i>Bombus terrestris</i>	Abejorro de tierra	Ocurre en el Bajío desde hace varios años (Arriaga, com. pers.).
<i>Canis familiaris</i>	Perros ferales	Aunque se ha naturalizado en todo el país, su erradicación de islas es una prioridad.
<i>Felis catus</i>	Gatos ferales	Aunque se ha naturalizado en todo el país, su erradicación de islas es una prioridad.
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo europeo	Su erradicación de islas es una prioridad.
<i>Rattus spp.</i>	Ratas	Aunque se ha naturalizado en todo el país, su erradicación de islas es una prioridad.
<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico	Aunque se ha naturalizado en todo el país, su erradicación de islas es una prioridad.
<i>Sus scrofa</i>	Jabalí, cerdos ferales	En diversas islas y en sitios continentales causan erosión y otros estragos.
<i>Capra hircus</i>	Cabras	
<i>Capra ibex</i>	Cabras	
<i>Capra nubiana</i>	Cabras	
<i>Myocastor coypus</i>	"Nutria", ⁷ Coipo.	Causa estragos en diferentes partes del país; entre otros impactos, está diezmando las poblaciones de catán en Tamaulipas.
<i>Rana catesbeiana</i> Shaw	Rana toro	

⁷ Aunque el nombre común de nutria es válido para *Lontra canadensis* y *L. longicaudis*, de manera errónea se le aplica a *Myocastor coypus*, que es originaria de Sudamérica.

Tabla 3. Especies invasoras de alto riesgo cuya ocurrencia en México se requiere confirmar y, en su caso, documentar.

Nombre científico	Nombre común	Notas y observaciones
<i>Solenopsis invicta</i>	Hormiga de fuego u hormiga mantequera	
<i>Linepithema humile</i>	Hormiga argentina	
<i>Agrilus planipennis</i>	Insecto	
<i>Sirex noctilio</i>	Avispa	
<i>Anoplophora glabripennis</i>	Escarabajo asiático de cuerno largo	

Son diversas las especies de insectos que afectan a la biodiversidad y además conllevan graves pérdidas en los recursos forestales. Aunque en este trabajo no se contemplan las plagas de carácter agrícola y forestal, se reconoce que muchas de éstas pueden tener impactos muy graves a muchos ecosistemas. Algunas de las especies invasoras de insectos que afectan a los bosques y los recursos forestales en Norteamérica y que constituyen un grave riesgo para México están enlistadas en las bases de datos del sistema de información de plagas forestales para Norteamérica: <http://www.spfnic.fs.fed.us/exfor/>

Agrilus planipennis y *Sirex noctilio* afectan respectivamente a los pinos (*Pinus* spp.) y fresnos (*Fraxinus* spp.) en Estados Unidos y, si no están ya en México, representan un importante riesgo económico y ecológico. El hongo patógeno *Phytophthora ramorum* (llamado en inglés *Sudden oak death*), actualmente ya ocurre en California, EUA, y puede representar una seria amenaza para muy diversas especies de árboles y arbustos (Faith T. Campbell, com. pers.); *P. cinnamomi* ha causado ya la afectación de los encinos en Colima.

Entre las más peligrosas especies de insectos que amenazan con introducirse al país con efectos desastrosos, si ello ocurriera, es la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) y el cactófago *Hypogeococcus festerianus*. La palomilla del nopal es originaria de Sudamérica y fue utilizada como control biológico de *Opuntia* spp., en Australia y Sudáfrica. Por diversas razones, incluyendo la falta de medidas preventivas fitosanitarias, la palomilla ya está establecida en diversos países del Caribe y, de hecho, ya ha penetrado a los estados de Florida y Alabama, EUA, en donde se implementan costosas acciones para evitar que se siga dispersando (Frerichs y Gordon, 2003). Si *C. cactorum* se dispersara en el país,⁸ su impacto sobre la ecología de las zonas áridas en donde el género *Opuntia* es pieza clave, sería enorme y, para algunas de las especies de cactus de este género, podría significar probablemente la extinción (Soberón *et al.*, 2001; Zimmermann, *et al.*, 2000, 2004; Zimmermann y Pérez-Sandi, 2006). Asimismo, afectaría seriamente toda la economía que existe en nuestro país alrededor del aprovechamiento del nopal, por no mencionar las consecuencias sobre diversas tradiciones culinarias y culturales. Aunque en México ya se han comenzado a tomar medidas preventivas para evitar la dispersión de *C. cactorum*,⁹ éstas pueden resultar insuficientes si no se establecen convenios de cooperación con los países del Caribe.

⁸ Al momento de la redacción del presente libro, y pese a la instrumentación de la Norma Oficial Mexicana EM-040-FITO-2003 (*Diario Oficial de la Federación*, 2003), se detectó y verificó la presencia de *Cactoblastis cactorum* al sur de Isla Mujeres en el Caribe mexicano. Este brote fue verificado por la Dirección General de Sanidad Vegetal, la cual ha comenzado un programa de emergencia para su control.

⁹ Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-084-FITO-2004, por la que se implementa el sistema para prevenir la introducción, diseminación y establecimiento de la Palomilla del Nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg) en el territorio nacional.

Tres mejillones de agua dulce originarios de Asia: el mejillón cebra *Dreissena polymorpha*, el mejillón quagga *Dreissena bugensis* y el mejillón dorado *Limnoperna fortunei* debieran ser de gran preocupación para nuestro país, pues se expanden de manera acelerada en Norte y Sudamérica con grave riesgo de que invadan México. Estas especies invasoras, además de afectar la biodiversidad dulceacuícola, provocan pérdidas multimillonarias por afectar instalaciones de riego y de generación hidroeléctrica. En lo que a sitios corresponde, se determinaron las siguientes prioridades:

Sitios libres de especies invasoras de alto impacto que requieren medidas estrictas de **prevención**:

- Islas del Golfo de California, en donde se ha verificado la ausencia de invasoras de alto impacto.¹⁰
- Sitios conservados en el Eje Neovolcánico.
- Áreas Naturales Protegidas con ausencia verificada de especies invasoras de alto impacto.
- Otros sitios exentos de invasoras que estén ubicados en las Regiones Prioritarias para la Conservación, de manera adicional a la prevención que se implemente en fronteras y puertos.

Sitios con especies invasoras de alto impacto que, por su valor para la biodiversidad, requieren programas de erradicación, control y manejo de vertebrados e invertebrados invasores:

- Islas del Golfo de California.
- Archipiélago de Revillagigedo.
- Islas Marías.
- Islas del Pacífico de Baja California.
- Mixteca baja (Tehuacán-Cuicatlán).
- Desierto de Sonora.
- Valle de Cuatrociénegas, Coahuila.
- Humedales del noroeste (ejemplo: Oasis de la Península de Baja California).
- Playas de anidación de tortugas marinas en todos los litorales mexicanos.
- Cuenca Grijalva-Usumacinta.

3.2 *Especies invasoras acuáticas*

El grupo de expertos identificó prioridades para micro y macroalgas, plantas superiores acuáticas, invertebrados y vertebrados acuáticos.

La introducción de las especies acuáticas exóticas invasoras ha sido identificada como uno de los riesgos ambientales más críticos a los que actualmente se enfrentan las especies, los hábitats acuáticos y la biodiversidad en general (Hopkins, 2001). Así, la introducción de especies acuáticas exóticas ha estado asociada con la extinción del 54% de los casos en la fauna acuática nativa mundial (Harrison and Stiassny, 1999), del 70% de los peces de Norteamérica (Lassuy, 1995) y 60% de los peces mexicanos (Contreras, 1999).

Los gastos de erradicación de estas especies acuáticas son en muchos de los casos de gran magnitud. Como ejemplo podemos citar el caso de *Caulerpa taxifolia*; esta alga fue introducida en el Mediterráneo por una liberación accidental de un acuario del Centro Oceanográfico de Mónaco en 1984. Para 1999, unas 3,000

¹⁰ Estas islas tendrán que ser determinadas, ya que muchas presentan pasto buffel, especie de alto impacto, así como otras especies invasoras tales como *Tamarix ramosissima*, *Phragmites australis* y *Brassica tournefortii* (Arriaga, com. pers.).

hectáreas de las costas del Mediterráneo se encontraban colonizadas por esta especie y para el 2001 ya se registraban casi 9,000 hectáreas, causando graves daños a las comunidades bentónicas. En California en junio del 2000, *C. taxifolia* fue encontrada en la laguna de Agua Hedionda en San Diego California, en donde para no cometer el error de actuar tardíamente, se invirtieron aproximadamente cinco millones de dólares para su control (Bob Hoffman, no publ.). También en California, cerca de la Joya, se gastaron 5,700,000 dólares para erradicar de un lago (Lake Murray) a la maleza acuática *Hydrilla verticillata*.

Anualmente se han invertido cien millones de dólares en el control del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), y 44 millones de dólares para controlar al cangrejo verde (*Carcinus maenas*). En lo que toca a los peces, en el estado de Florida se han invertido siete millones de dólares para reparar los daños de erosión causados por peces de la familia *Loricariidae* conocidos comúnmente como “plecos” (Gretchen Greene, com. pers.). En México, en la presa de Infiernillo, localizada entre los estados de Guerrero y Michoacán, estos mismos peces causan pérdidas por cerca de 1.5 millones de dólares al año (Mendoza, com. pers.).

Por otro lado, plantas acuáticas invasoras como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y diversas especies de *Salvinai*, tienen efectos devastadores en cuerpos de agua y humedales en todas las regiones de invasión. La proliferación de estas plantas provoca graves problemas de índole económica, ecológica y de salud. Dentro de los problemas económicos, podemos citar las pérdidas de agua por evapotranspiración, azolvamiento prematuro de embalses, limitación de la actividad pesquera y recreativa, obstrucción de canales de riego y de tomas en plantas hidroeléctricas y la operación de obras hidráulicas (Gopal, 1987). Dentro de los problemas ecológicos, la acumulación de grandes cantidades de plantas acuáticas provoca el estancamiento de agua disminuyendo el oxígeno disuelto y por consiguiente la muerte de especies acuáticas (Barrett, 1989). Dentro de los problemas de salud, las malezas acuáticas constituyen el hábitat para el desarrollo de organismos vectores de enfermedades como la filariasis, helmintiasis, dengue, encefalitis, paludismo y fiebre amarilla, entre otras (Hernández y Pérez, 1995). Pocos o nulos esfuerzos se han hecho para su control, a pesar de que México cuenta con una biotecnología que incluye insectos y un micoherbicida (patentado por el IMTA) para el control sustentable de estas malezas (Martínez y Balandra, 2007; Martínez, 2003; Martínez *et al.*, 2001; Martínez y Charudattan, 1998).

En lo concerniente a la detección de especies de macroalgas invasoras en México, su estudio se ha dado casi exclusivamente en la costa del Pacífico templado, posiblemente por la capacidad de investigación que existe en la región y el hecho de estar en frontera con Estados Unidos. Con excepción de *Sargassum muticum*, introducida en el Pacífico de Norteamérica en los años cuarenta y considerada ya una especie naturalizada en la costa templada de Estados Unidos y México, sólo se tiene el caso de una especie, *Undaria pinnatifida*, reconocida internacionalmente como altamente invasora. *Undaria* fue reportada en México en la Isla de Todos los Santos, Baja California (Aguilar-Rosas *et al.*, 2004) y se considera como una de las cien peores especies invasoras del mundo por la *International Union for the Conservation of Nature*. El efecto de *Undaria* en los países donde se ha introducido es variable pero se desconoce su impacto en costas mexicanas (Zertuche-González *et al.*, 2006; Murray *et al.*, 2005). El peligro de que una macroalga invasora como *Undaria* se instale en esta zona radica principalmente en la afectación que pueda provocar en el bentos desplazando especies locales. El problema no solamente reside en una reducción de la biodiversidad, sino que la flora de esta región, por sí misma, se explota comercialmente (como *Macrocystis pyrifera* y *Gelidium robustum*, que se usan en la producción de ficocoloides, harinas y fertilizantes). Estas especies de algas son, además, refugio de un sinnúmero de especies y sirven como alimento para invertebrados marinos de muy alto valor comercial, tales como el abulón, el erizo de mar y varias especies de caracoles herbívoros.

Otro caso particular es el de *Chondracanthus squarulosus*, pues representa una especie que puede convertirse en altamente invasora en el mismo país. *Chondracanthus squarulosus* es endémica del Golfo de California y ahora se encuentra también en Bahía San Quintín, en el Pacífico templado de Baja California. Esta especie es capaz de crecer con vigor y reproducirse vegetativamente en aguas templadas inclusive de mejor manera que en su habitat natural, donde las altas temperaturas del Golfo de California provocan su decaimiento en verano (Pacheco-Ruiz *et al.*, 2005). Habría que señalar que existen otros estudios recientes de especies de algas no nativas que se han reportado para esta zona. De la mayoría de estas especies no existen evidencias sobre su capacidad de afectación a la biodiversidad. Una posible excepción podría ser el reciente reporte de *Sargassum filicinum*, alga nativa del noroeste de Asia, cuya presencia fue observada en el 2003 por primera vez en California, Estados Unidos, y recientemente fue reportada en México (Aguilar-Rosas *et al.*, 2007).

Tabla 4. Organismos acuáticos invasores, de alta prioridad para México.

Grupo	Familia	Género	Especie	Ocurrencia presente	Ocurrencia potencial	Provoca impacto a nivel ecosistema	Afecta a especies con distribución restringida
Microalgas dinoflagelados ¹¹	Goniodomataceae	<i>Alexandrium</i>	<i>A. catenella</i> , <i>A. cohorticola</i> , <i>A. leei</i> , <i>A. minutu</i> , <i>A. moniatum</i> , <i>A. tamaensea</i> , <i>A. tamiyavanichi</i>	X		X	
	Goniodomataceae	<i>Alexandrium</i>	<i>A. acatenella</i> , <i>A. angusitabulum</i> , <i>A. hiranoi</i> , <i>A. ostenfeldii</i>		X	X	
	Goniodomataceae	<i>Gambierdiscus</i>	<i>G. toxicus</i>	X		X	
	Goniodomataceae	<i>Pyrodinium</i>	<i>P. bahamense</i> var. <i>compressa</i>	X	X	X	
	Prorocentraceae	<i>Procentrum</i>	<i>P. lima</i> , <i>P. rathymum</i> .	X	X	X	
	Prorocentraceae	<i>Procentrum</i>	<i>P. concavum</i> , <i>P. cordatum</i> , <i>P. emarginatum</i> , <i>P. hoffmaniaum</i>		X	X	
	Dinohysiaceae	<i>Dinophysis</i>	<i>D. acuminata</i> , <i>D. caudata</i> , <i>D. fortii</i> , <i>D. mitra</i> , <i>D. rotundata</i> , <i>D. sacculus</i> , <i>D. tripos</i>	X		X	
	Dinohysiaceae	<i>Dinophysis</i>	<i>D. acuta</i> , <i>D. norvegica</i> , <i>D. miles</i>		X	X	
	Gonyaulacaceae	<i>Protoceratium</i>	<i>P. reticulatum</i>	X		X	
	Ostreopsidaceae	<i>Ostreopsis</i>	<i>O. lenticulares</i> , <i>O. siamensis</i>	X		X	
	Ostreopsidaceae	<i>Coolia</i>	<i>C. monotis</i>	X		X	
	Gymnodiniaceae	<i>Amphidinium</i>	<i>A. carterae</i> , <i>A. operculatum</i>	X	X	X	
	Gymnodiniaceae	<i>Cochlodinium</i>	<i>C. polykrikoides</i>	X		X	
	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i>	<i>G. catenatum</i>	X	X	X	
	Gymnodiniaceae	<i>Gymnodinium</i>	<i>G. pulchellum</i>	X		X	
	Gymnodiniaceae	<i>Karenia</i>	<i>K. brevis</i> , <i>K. mikimotoi</i>	X	X	X	
	Gymnodiniaceae	<i>Karenia</i>	<i>K. brevisulcata</i>		X	X	
	Gymnodiniaceae	<i>Karlodinium</i>	<i>K. micrum</i>		X	X	
	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>	<i>P. polonicum</i>		X	X	
	Peridiniaceae	<i>Heterocapsa</i>	<i>H. circularsquama</i>		X	X	
Peridiniaceae	<i>Pfiesteria</i>	<i>P. piscicida</i> , <i>P. shumwayae</i>		X	X		

¹¹ Hallegraeff *et al.*, 2002; Meave, 2006; Okolodkov y Gárate-Lizárraga, 2006.

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México

Grupo	Familia	Género	Especie	Ocurrencia presente	Ocurrencia potencial	Provoca impacto a nivel ecosistema	Afecta a especies con distribución restringida
Microalgas diatomeas ¹²	Bacillariaceae	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>P. delicatissima</i> , <i>P. pungens</i> , <i>P. multiseriata</i> , <i>P. subfraudulenta</i> , <i>P. fraudulenta</i> , <i>P. seriata</i> , <i>P. australis</i> .	X	X	X	
	Bacillariaceae	<i>Pseudonitzschia</i>	<i>P. pseudodelicatissima</i> , <i>P. mutiestriata</i>		X	X	
Microalgas Rhaphidophytas ¹³	Raphidophyceae	<i>Heterosigma</i>	<i>H. akashiwo</i>	X	X	X	
	Raphidophyceae	<i>Olisthodiscus</i>	<i>O. luteus</i>		X	X	
	Raphidophyceae	<i>Fibrocapsa</i>	<i>F. japonica</i>		X	X	
	Raphidophyceae	<i>Chatonella</i>	<i>C. antiqua</i> , <i>C. marina</i> , <i>C. subsalsa</i> , <i>C. globosa</i> , <i>C. verruculosa</i>		X	X	
Macroalgas	Alariaceae	<i>Undaria</i>	<i>pinnatifida</i>	X		X	
	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	<i>taxifolia</i>		X	X	
	Gigartinaceae	<i>Chondracanthus</i>	<i>squarulosus</i>	X		X	
Plantas	Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	<i>molesta</i>	X		X	X
	Salviniaceae	<i>Salvinia</i>	spp.	X		X	X
	Pontederiaceae	<i>Eichhornia</i>	<i>crassipes</i>	X		X	X
	Hydrocharitaceae	<i>Hydrilla</i>	<i>verticillata</i>	X		X	X
	Typhaceae	<i>Typha</i>	spp.	X		X	X
	Tamaricaceae	<i>Tamarix</i>	spp.	X	X	X	X
	Poaceae	<i>Arundo</i>	<i>donax</i>	X		X	X
Bacterias	Vibrionaceae	<i>Vibrio</i>	<i>cholera</i>	X			
Trematodos	Heterophyidae	<i>Centrocestus</i>	<i>formosanus</i>	X		X	X
	Bothriocephalidae	<i>Bothriocephalus</i>	<i>Acheiglognathi</i>	X			X
Moluscos	Dreissenidae	<i>Dreissena</i>	<i>polymorpha bugens</i>		X	X	X
	Thiaridae	<i>Thiara (Melanoides)</i>	<i>tuberculata</i>	X		X	
	Corbiculidae	<i>Corvicula</i>	spp.	X		X	
	Corbiculidae	<i>Acathina</i>	spp.		X	X	
Crustáceos	Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	<i>antipodarum</i>		X	X	
	Parastacidae	<i>Cherax</i>	spp.	X		X	
	Cambaridae	<i>Procambarus</i>	<i>clarki</i>	X		X	X
	Cambaridae	<i>Orconectes</i>	<i>virilis</i>	X		X	
	Daphniidae	<i>Daphnia</i>	<i>lumholtzi</i>	X			
Peces	Portunidae	<i>Carcinus</i>	<i>maenas</i>		X	X	
	Loricaridae	Grupo "Plecós"	ocho spp. aprox.	X		X	
	Cichlidae	Grupo "Tilapias"	(ver tabla 5)	X		X	
	Clariidae	<i>Clarias</i>	<i>batrachus</i>		X		
	Cyprinidae	Grupo "Carpas asiáticas"	(ver tabla 6)	X		X	
		<i>Brachydanio</i>	<i>rerio</i>	X			
	Salmonidae	<i>Ochorhynchus</i>	<i>mykiss</i>	X		X	
	Scorpaenidae	<i>Pterois</i>	<i>volitans</i>		X		
Anfibios	Channidae	Grupo "Snakeheads"	¹⁴ (Cabeza de serpiente).		X		
	Ranidae	<i>Rana</i>	<i>catesbeiana</i>	X			

¹² Hallegraeff *et al.*, 2002; Meave, 2006.

¹³ Hallegraeff *et al.*, 2002; Hernández-Becerril, 2003.

¹⁴ El grupo "Snakeheads" (Familia Channidae) son peces depredadores de agua dulce, cuya ocurrencia no ha sido verificada para México; incluye dos géneros: *Channa*, con 26 especies nativos de Asia, Malasia e Indonesia, y *Parachanna*, con tres especies nativas de África. Se estima que su introducción al país pudiera ser catastrófica para numerosas especies de peces nativos (Mendoza, com. pers.).

Tabla 5. Especies incluidas en el grupo de las “carpas asiáticas” (según Mendoza, com. pers.).

Especie	Nombre común
<i>Cyprinus carpio communis</i>	Carpa común
<i>Carassius auratus</i>	Carpa dorada
<i>Cyprinus carpio specularis</i>	Carpa espejo
<i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i>	Carpa barrigona
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpa herbívora
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpa plateada
<i>Hypophthalmichthys (Aristichthys) nobilis</i>	Carpa cabezona
<i>Mylopharyngodon piceus</i>	Carpa negra
<i>Megalobrama amblycephala</i>	Carpa brema

Tabla 6. Especies incluidas en el grupo de las “tilapias” (según Mendoza, com. pers.).

Especie	Nombre común
<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia azul
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia mozambica
<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia del Nilo
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>	Tilapia wami
<i>Oreochromis urolepis hornorum X O. mossambicus</i>	Tilapia híbrida
<i>Tilapia rendalli</i>	Tilapia del Congo

3.3 Especies invasoras de plantas terrestres y malezas

Se determinaron un total de 23 especies prioritarias en el contexto nacional (tabla 7).

Tabla 7. Plantas invasoras terrestres identificadas como prioritarias para México.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	Observaciones / Principales impactos sobre la biodiversidad
<i>Mimosa casta</i> L. (<i>Mimosa dominicana</i>)		Fabaceae	Sudamérica.	Se requiere confirmar ocurrencia en México; Desplaza a vegetación nativa
<i>Centaurea solstitialis</i>		Asteraceae	Cercano Oriente y Mediterráneo	Desplaza a vegetación nativa
<i>Centaurea calcitrapa</i>		Asteraceae	Cercano Oriente y Mediterráneo	Desplaza a vegetación nativa
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		Poaceae	Eurasia	Desplaza a vegetación nativa
<i>Anthoxanthum aristatum</i>		Poaceae	Europa	Desplaza a vegetación nativa
<i>Alhagi camelorum</i>		Fabaceae	Asia	Desplaza a vegetación nativa
<i>Alhagi pseudalhagi</i>		Fabaceae	Asia	Desplaza a vegetación nativa
<i>Alhagi maurorum</i>		Fabaceae	Asia	Desplaza a vegetación nativa
<i>Lythrum salicaria</i>				Desplaza a vegetación nativa; deseca humedales y cuerpos de agua.
<i>Tradescantia fluminensis</i>				Desplaza a vegetación nativa
<i>Cenchrus ciliaris</i> (= <i>Pennisetum ciliare</i>)	Zacate buffel	Poaceae	Regiones áridas de África, Oriente Medio, Islas Canarias, Madagascar, Indonesia y Asia tropical.	Desplaza a vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego.

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México

Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	Observaciones / Principales impactos sobre la biodiversidad
<i>Pennisetum clandestinum</i>				Desplaza a vegetación nativa y cambia la naturaleza de ecosistemas (p.ej. en humedales)
<i>Melinis repens</i> (= <i>Rhynchelythrum repens</i>)				Desplaza a vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego.
<i>Eragrostis ciliaris</i>				Desplaza a vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego.
<i>Eragrostis lehmanniana</i>				Desplaza a vegetación nativa y promueve regímenes anómalos de fuego.
<i>Kochia scoparia</i>				Desplaza a vegetación nativa
<i>Salsola tragus</i>	rodadora			Desplaza a vegetación nativa
<i>Tamarix ramosissima</i>	Pino salado (<i>Salt Cedar</i>)	Tamaricaceae	Eurasia y algunas zonas del norte de África	Desplaza a vegetación nativa; deseca humedales y cuerpos de agua.
<i>Senecio inaequidens</i>	Manzanilla de Llano	Asteraceae	Nativa de Sudáfrica e introducida a	Desplaza a vegetación nativa; aunque ya está presente en varios estados, todavía es susceptible a un esfuerzo de erradicación.
<i>Eleagnus angustifolius</i>	Olivo Ruso	Oleaceae		Sin ocurrencia verificada todavía en México.
<i>Fallopia japonica</i>	Falopia	Polygonaceae		Sin ocurrencia verificada todavía en México.
<i>Pueraria lobata</i>	Kudzu	Fabaceae		Sin ocurrencia verificada todavía en México.
<i>Sesbania sesban</i>				
<i>Bromus madritesis</i> (syn. <i>B. rubens</i>)				Reportada para Baja California
<i>Miscanthus sinensis</i>				Requiere verificación sobre su impacto
<i>Linaria vulgaris</i>				Requiere verificación sobre su impacto
<i>Calotropis procera</i> *	Tabacón	Asclepiadaceae		Se presenta actualmente en dos estados de la República.
<i>Sansevieria guineensis</i> *	oreja de burro	Liliaceae	África tropical	
<i>Oeceoclades maculata</i> *		Orchidaceae	África	
<i>Cyperus alternifolia</i> *	sibaque	Cyperaceae		
<i>Brassica tournefortii</i> *		Brassicaceae	Norte de África	Desplaza vegetación nativa. En expansión en desiertos, también en el centro de México.
<i>Hirschfeldia incana</i> *		Brassicaceae	Mediterráneo	Desplaza vegetación nativa. Posiblemente llega a desiertos, también en el centro.
<i>Passiflora mollissima</i> * (= <i>tarminiana</i>)		Passifloraceae	Sudamérica	Distribución restringida, promovido como ornamental, trepadora con posibilidades de volverse muy dañina en bosques templados y húmedos.
<i>Cynara cardunculus</i> *		Asteraceae	Cercano Oriente	Tiene poblaciones en el Bajío, pero todavía hay posibilidades de erradicación. Tiene historia de invadir pastizales naturales.

Nombre científico	Nombre común	Familia	Origen	Observaciones / Principales impactos sobre la biodiversidad
<i>Conium maculatum</i> *	cicuta	Apiaceae	Europa	Tóxica, todavía regional, se extiende a lo largo de cuerpos de agua.

* Incluidas posteriormente al taller por haberse confirmado su ocurrencia en Guatemala a partir de la base de IABIN I3N, y por haber sido identificadas por Heike Vibrans como de alto impacto.

Aunque no fueron identificadas como especies invasoras prioritarias, existen otras plantas no nativas de México que causan impactos adversos muy graves a objetos focales de conservación. Tal es el caso del carrizo gigante (*Arundo donax*) que actualmente se dispersa por los humedales del norte del país y que, sin duda, es una importante amenaza para numerosas especies que dependen de estos ambientes. Otro caso es el del llamado pino australiano (*Casuarina equisetifolia*) que, al crecer en las playas del Caribe mexicano, afecta la anidación de las tortugas marinas. Vale la pena mencionar el caso del helecho *Pteridium* spp., de ocurrencia natural en la zona tropical de México, ya que en diversas situaciones se comporta como invasora dominando el estrato herbáceo, provocando fuegos de alta intensidad y frecuencia, que afectan a las otras especies pero que benefician a este helecho.

En amplias zonas del país, numerosas especies de pastos exóticos han sido introducidos con el fin de incrementar los rendimientos de la ganadería, pero que han presentado un comportamiento de especies invasoras y, actualmente, dominan extensos paisajes donde han desplazado a la vegetación original y generan severos regímenes de fuego a los que los ecosistemas no están adaptados; en las zonas cálido-húmedas del país se introdujo el pasto africano *Hyparrhenia rufa*. Mientras tanto en el norte, distintas especies de pastos exóticos dominan cada vez más los paisajes con el consecuente cambio dramático en los ecosistemas originales. Tal es el caso de zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), cuya expansión a otras zonas debiera considerarse como peligro de muy alta prioridad. Estos pastos exóticos facilitan la ocurrencia y dispersión de incendios de alta intensidad que, aun en ecosistemas adaptados al fuego, son demasiado severos y conllevan a una severa pérdida de biodiversidad.

3.4 Especies invasoras en Áreas Naturales Protegidas

Las especies invasoras también afectan a la biodiversidad que las áreas naturales protegidas (ANP) buscan proteger. En el Anexo 2 se enlistan especies de plantas invasoras cuya ocurrencia en áreas naturales se ha verificado con distintos grados de afectación. A continuación, y a manera de ejemplos, se presentan casos de algunas ANP con biodiversidad amenazada por especies invasoras:

3.4.1 Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo

Son distintas las especies exóticas e invasoras que existente en este importante archipiélago, al que se le ha llamado "las Galápagos mexicanas". Según la Comisión de Áreas Naturales Protegidas (Conanp), los borregos introducidos a las islas Clarión y Socorro causan un impacto ecológico significativo por sobrepastoreo y la erosión que provocan. En las islas también se introdujeron cerdos domésticos que representaban un alto riesgo para las aves que anidan en el suelo, tal como la pardela de Revillagigedo y el tecolote cavador, además de, por supuesto, para los nidos de las tortugas marinas en las playas. Aparentemente, en 1980 se introdujo en isla Socorro al conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*); en la

actualidad su población estimada en miles de individuos ha causado graves impactos en la vegetación y, por ende, en la ecología de la isla.

A los gatos introducidos en esta misma isla en los años setenta se les atribuye la extinción de la paloma *Zenaida graysoni*; ahora afectan por depredación a la lagartija azul, endémica de las islas. Otras especies extintas por causa de las especies invasoras e introducidas a las islas son el tecolote enano (*Micrathene whitneyi graysoni*) y la matraquita de San Benedicto (*Salpinctes obsoletus exsuls*). El ratón doméstico (*Mus musculus*) es otra especie introducida por las actividades humanas con graves consecuencias para la fauna silvestre.

La Conanp ha planificado proyectos para el manejo y futura erradicación de estas especies invasoras pero, por diversas razones, no se han implementado aún.

En la isla Socorro, al menos desde 1926, se ha registrado la presencia de langostas *Schistocerca* sp. (Insecta: Orthoptera: Acridoidea) y, desde 1993, se ha registrado la defoliación de extensas áreas por causa de este insecto. Si bien se ha especulado que hayan sido introducidas por las actividades humanas o que hayan poblado de manera natural el archipiélago, hay quienes proponen que siempre han formado parte del ecosistema. En apariencia, es la *Schistocerca piceifrons piceifrons* la especie de langosta responsable de la defoliación en la isla Socorro; sin embargo, los especialistas recomiendan que es prematuro y riesgoso pensar en su control puesto que ello podría poner en riesgo a otras variedades endémicas de langosta, tal como *S. americana socoro* (sic), ya que son simpátricas¹⁵ en esta isla (Weissman *et al.*, 2004).

A reserva de estimarse su impacto, e incluso de determinar si su presencia es o no natural, la isla Socorro ya presenta áreas con el helecho *Pteridium* que, en un momento dado, pudiera ser un problema por su comportamiento como invasora.

3.4.2 Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas, Coahuila

El valle de Cuatrociénegas, Coahuila, donde se ubica esta área de protección de flora y fauna (APFF) es, sin duda, por su unicidad ecológica y endemismos, una de las joyas de la biodiversidad en Norteamérica. Pese a ello y a los importantes esfuerzos de conservación que el gobierno, pobladores locales y organizaciones civiles de conservación han puesto en práctica, la integridad ecológica del valle está en serio riesgo por el establecimiento de más de veinte especies invasoras que afectan de manera directa a la biodiversidad (tabla 8).

¹⁵ Que comparten los mismos microhábitats.

Tabla 8. Especies invasoras con ocurrencia actual en el valle de Cuatrociénegas, Coahuila (Fuentes: D. A. Hendrickson, com. pers.; A. Contreras, com. pers.).

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Principales impactos sobre la biodiversidad
Plantas	<i>Arundo donax</i>	Caña gigante, carrizo gigante	Desplaza a la flora nativa. Provoca la desecación de los cuerpos de agua por tener una elevada evapotranspiración. Altera la hidrología local y modifica los hábitats acuáticos en corrientes y pozas. Altera los regímenes naturales del fuego. Promueve la propagación de fuegos de alta intensidad.
	<i>Tamarix ramosissima</i>	Cedro salado	Altera los regímenes naturales de inundación. Altera la ecología trófica en arroyos y ríos. Promueve la propagación de fuegos de alta intensidad. Provoca la desecación de los cuerpos de agua por tener una elevada evapotranspiración.
	<i>Tamarix aphylla</i>		(Igual que la anterior).
	<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio	Modifica o bloquea los escurrimientos. Modifica los hábitats acuáticos al bloquear la luz.
	<i>Pennisetum ciliaris</i> ¹⁶	Zacate buffel	Desplaza a la flora nativa. Causa efectos fitotóxicos con lo que disminuye la capacidad de regeneración de la flora nativa. Altera los regímenes naturales del fuego y contribuye a propagar fuegos de alta intensidad.
Peces	<i>Oreochromis aureus</i>	Tilapia azul	Compite por alimento y sitios de anidación con los peces nativos, llegándolos a desplazar.
	<i>Hemichromis guttatus</i>	Pez joya AFS-peza joya manchado	Compite por alimento con la mojarra endémica de Cuatrociénegas <i>Herichthys minckleyi</i> (Hendrickson y Marks, no publicado).
	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa europea, carpa común	Incrementa la turbidez en los cuerpos de agua. Reduce la cantidad de plantas acuáticas afectando el hábitat de muchas especies que las usan como refugio. Reduce la abundancia de invertebrados por depredación.
	<i>Micropterus salmoides floridanus</i> (= <i>M. floridanus</i>)	Perca americana, lobina negra	Depreda a los peces nativos.
Crustáceos	<i>Procambarus clarkii</i>	Cangrejo de río americano o cangrejo o langostino rojo	Induce cambios drásticos en la flora y fauna de ambientes locales. Desplaza a especies nativas de langostinos. Transmite diversos parásitos a otras especies incluyendo vertebrados.
	<i>Orconectes</i> sp.	Langostino	Desplaza a especies nativas. Puede deteriorar los hábitats de especies acuáticas al disminuir las plantas acuáticas que les sirven de alimento y refugio.
Moluscos	<i>Thiara tuberculata</i> ¹⁷	Caracol tornillo	Desplaza a caracoles nativos.
	<i>Rumina decollata</i>	Caracol de jardín	Por depredación directa, desplaza a especies nativas de caracoles.
	<i>Corbicula manilensis</i> , <i>Corbicula fulminea</i>	Almeja asiática	Por competencia de alimento y espacio, desplaza a las almejas nativas. Afecta tuberías, canales y demás infraestructura hidráulica.

¹⁶ Sinonimia *Pennisetum ciliare*.

¹⁷ Sin. *Melanoides tuberculata*.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Principales impactos sobre la biodiversidad
Anfibios y reptiles	<i>Bufo marinus</i>	Sapo berrugoso	Por depredación directa afecta a diversas especies nativas. Causa intoxicación a diversas especies nativas de carnívoros al ser atacado como una presa.
	<i>Apalone spinifera emoryi</i>	Tortuga de casco suave	Se hibridiza con <i>Apalone ater</i> que es la especie nativa endémica (D. A. Hendrickson, com. pers.).
	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga	Compite y se hibridiza con la especie endémica <i>Trachemys taylori</i> (D. A. Hendrickson, com. pers.).
	<i>Hemidactylus turcicus</i>	Cuija, gecko, salamanquesa	No determinado.
	<i>Drymarchon corais</i>	Serpiente	No determinado.
	<i>Gopherus berlandieri</i>	Tortuga de Texas	No determinado.

De todas las especies invasoras en Cuatrociénegas, una de las que más preocupa es el carrizo gigante (*Arundo donax*), el cual es un grave problema en distintos humedales de Estados Unidos. Este carrizo se establece por rizomas, se dispersa en clones y de manera muy rápida desplaza a la vegetación nativa (Khudamrongswat *et al.*, 2004) creciendo más rápido que las especies del lugar, en condiciones ideales hasta 5 cm al día (Dudley, 2000), y usa tres veces más agua por unidad de biomasa que la vegetación nativa (Else, 1996) además de acelerar los ciclos de fuego (Bell, 1997; Dudley, 2000).

En agosto de 2004, la Universidad de Iowa, la Universidad de Texas y *The Nature Conservancy* organizaron un taller para definir las acciones necesarias para el control y erradicación de *A. donax* en Cuatrociénegas. A raíz de ello, Pronatura Noreste ha iniciado en 2006 un proyecto financiado por el *U.S. Fish & Wildlife Service* (USFWS) para controlar y erradicar esta planta invasora.

3.4.3 Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena

En distintos sectores del río Bravo, incluyendo los límites del APFF Cañón de Santa Elena, Chihuahua, el flujo de agua se ve reducido por breñales continuos formados por la invasión de diversas especies de plantas, entre ellas el llamado cedro salado (*Tamarix gallica* y *T. chinensis*), el carrizo gigante (*Arundo donax*) y el pasto Bermuda.

En lo que tocante a la fauna y al parecer por efecto de especies invasoras y junto con el cambio en la calidad y cantidad del agua, diversas especies de mejillones de agua dulce han desaparecido y muchas otras están en peligro de extinción. Al menos doce especies exóticas de peces pueden encontrarse en el río Bravo y éstas seguramente compiten fuertemente con los peces nativos. Entre las especies invasoras de mayor impacto en dicho río se encuentran la almeja asiática *Corbicula fluminea* y el roedor acuático sudamericano *Myocastor coypus*.

Con apoyo del Programa *World Wildlife Fund* WWF-HSBC, Invirtiendo en la Naturaleza, durante 2005 y 2006 se realizaron acciones de erradicación del cedro salado (*Tamarix ramosissima*) a lo largo de 119 kilómetros del río Bravo, dentro de los límites del APFF Cañón de Santa Elena, Chihuahua, en el marco de las actividades del Programa de Control de Especies Exóticas en la región del *Big Bend*, que abarcan acciones coordinadas en cinco áreas protegidas a ambos lados de la frontera. El trabajo lo hicieron veinte habitantes de la pequeña comunidad El Mulato, quienes fueron capacitados con personal técnico especializado e integrantes de la brigada que un año antes se había conformado en el APFF Maderas del Carmen, Coahuila (*Boletín WWF*, 2005).

3.4.4 Reservas de la Biosfera Ría Lagartos y Ría Celestún

En estas dos áreas protegidas de la península de Yucatán, los perros ferales afectan seriamente a las poblaciones de flamencos (ADAY, 2003; Brown, 2004; Olmsted y Durán, 1993; Bermúdez, com. pers.) y también saquean los nidos de tortugas marinas. En una zona adyacente a Ría Lagartos se han registrado *Tilapia sp.* y *Oreochromis sp.*

En 2004 los flamencos comenzaron a anidar en mayo, llegando aproximadamente diez mil aves al mismo tiempo. Al inicio de esa temporada, esta colonia abandonó cerca de trescientos huevos debido a que los perros ferales mataron a los adultos que empollaban. Para el caso de las tortugas marinas, en 1997 los monitoreos demostraron que los perros ferales ya se consideraban depredadores importantes debido al saqueo directo a los nidos de tortugas. En 1991 se identificaron poco más de diez nidos saqueados por perros y, para el año 2000, ya se había incrementado a casi cincuenta nidos, una tercera parte del total de nidos saqueados solamente en El Cuyo. Los primeros esfuerzos para su erradicación fueron por parte de las comunidades, quienes hacían control por medio del envenenamiento de los animales. Sin embargo, debido al riesgo que presentaba este tipo de erradicación, Pronatura Península de Yucatán apoyó una campaña de erradicación y control natal de los perros ferales. Durante el año 2000 se esterilizaron 16 perros y se sacrificaron 4 en El Cuyo. Durante el año 2001 se esterilizaron 56 animales y se sacrificaron 16 en El Cuyo, San Felipe y Las Coloradas. Para el año 2002 se esterilizaron 86 animales y se sacrificaron 16 en El Cuyo, Las Coloradas y Celestún. Finalmente, para el año 2003 se esterilizaron 121 animales y se sacrificaron 61 en El Cuyo, Las Coloradas, Ría Lagartos y Celestún. Las medidas anteriores disminuyeron la depredación de nidos de tortugas en un 50 por ciento.

3.4.5 Reservas de la Biosfera Yum Balam y Sian Ka'an

La casuarina o pino australiano, *Casuarina equisetifolia*, afecta las condiciones de las playas: vegetación propia de las dunas costeras, manglares y sitios de anidación de tortugas marinas (Bermúdez, com. pers.; Pronatura Península de Yucatán). La Conanp lleva a cabo un programa de control de esta especie invasora.

3.4.6 Áreas de Protección de Flora y Fauna Silvestres Islas del Golfo de California

Varias islas del mar de Cortés han sido invadidas por diversas especies introducidas que afectan la ecología y biodiversidad de las islas. En particular ponen en riesgo la sobrevivencia de distintas especies endémicas y de aves que en ellas anidan. Las especies invasoras incluyen diversos vertebrados tales como ratas y ratones, gatos, cabras y cerdos, además de variadas plantas exóticas. En la isla de Espíritu Santo, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas (GECI) efectúa la erradicación de cabras domésticas y, en la isla Cerralvo, se requieren acciones de manera urgente.

3.4.7 Reserva de la Biosfera Isla de Guadalupe

En la Reserva de la Biosfera Isla de Guadalupe, en el Pacífico norte de México, dos especies de aves: caracara de Guadalupe, *Polyborus luctuosus*, y petrel de Guadalupe, *Oceanodroma macrodactyla*, se han extinguido a causa de la depredación por parte de gatos ferales introducidos en las islas. Por otra parte, el GECI y el Instituto Nacional de Ecología (INE) han implementado la erradicación de las cabras domésticas que, probablemente, han sido la causa de la desaparición de dos especies de plantas en la isla: *Juniperus californica* y *Quercus tomentella*. Sólo durante 2005, el GECI eliminó a más de tres mil

cabras y, actualmente, está en la fase de erradicación definitiva. Gracias a ello los severos procesos de erosión provocado por las cabras se van mitigando y la regeneración del bosque de *Pinus radiata* ya se ha iniciado.

3.4.8 Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna

En esta área protegida, ubicada en Baja California Sur, los cerdos ferales están afectando a los bosques de encino (*Quercus* spp.), pues consumen la mayor parte de las bellotas, así como las plántulas que llegan a germinar. Adicionalmente, causan erosión de los suelos (March, obs. pers.). En el Cañón de San Dionisio, otras especies invasoras han sido recientemente detectadas, tales como la planta *Cryptostegia grandiflora* (Asclepiadaceae), el caracol *Melanooides tuberculata* y los peces gupies (Poeciliidae), entre otras.

3.4.9 Áreas Protegidas de La Selva Lacandona: Reservas de la Biosfera Montes Azules, Lacantún, Monumentos Naturales Bonampak y Yaxchilán. Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres Chan Kin

Al menos, siete especies de peces exóticos han invadido algunas de las cuencas y ríos de las áreas protegidas de la Selva Lacandona en Chiapas (Rodiles, com. pers.). Éstas incluyen las carpas: herbívora, *Ctenopharyngodon idella*, y la común, *Cyprinus carpio*; la trucha arcoiris *Onchorhynchus mykiss*; la lobina *Micropterus salmoides* y las tilapias *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* y *Tilapia zillii*.

Los efectos principales de estos peces exóticos sobre los ecosistemas de agua dulce en que se distribuyen son: 1) las especies exóticas ocupan los nichos ecológicos de las especies nativas y las desplazan por competencia directa por alimento, 2) consumen los huevos y larvas de los peces nativos, 3) transmiten enfermedades y parásitos a las especies locales, 4) destruyen sustratos de anidación y 5) hay resuspensión de sedimentos y turbidez en la columna de agua.

Asimismo, las abejas africanizadas que han ingresado a la selva maya desde hace varios años afectan severamente a las últimas poblaciones de la guacamaya roja *Ara macao cyanoptera*. Las abejas ocupan los nidos de las parejas reproductoras y provocan desde el abandono del nido hasta la muerte de los pollos. Un estudio en Guatemala mostró que el 40% de las parejas en anidación fallaron por las abejas africanizadas (Pérez, 1998). En México, se encontró que cerca del 60% de los nidos artificiales instalados para incrementar la reproducción fueron ocupados por las abejas (Carrión, com. pers.).

4 PROPUESTA DE ACTIVIDADES ESTRATÉGICAS PARA LA PREVENCIÓN, CONTROL, MANEJO Y ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

Los participantes del taller, distribuidos en tres mesas de trabajo, discutieron y propusieron diversas actividades estratégicas requeridas para fomentar condiciones favorables para la prevención, control, erradicación y manejo de especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad en México (Anexo 3). Sin estas condiciones, no será posible que nuestro país pueda enfrentar con eficacia las serias amenazas a la biodiversidad y a los servicios ambientales que las especies invasoras de alto impacto representan. Muchas de estas actividades estratégicas podrían ser incorporadas en un programa formal y oficial que las nuevas autoridades ambientales a nivel federal debieran instaurar e implementar.

A continuación se presentan, de manera integrada, las actividades estratégicas identificadas como de alta prioridad que, ojalá, inspiren un programa nacional en la materia:

4.1 Mejoramiento del marco legal y jurídico¹⁸

1. Promover un estudio específico que efectúe el análisis del contexto legal necesario para regular las especies invasoras en México.
2. Efectuar un reconocimiento detallado de las obligaciones internacionales que México ha adquirido en la materia y difundirlas entre los sectores y actores apropiados.
3. Efectuar las modificaciones y adiciones en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en la Ley General de Vida Silvestre (LGVVS), y enfatizar el tema de especies invasoras en sus reglamentos o, si fuere pertinente, promover la creación de una ley específica sobre especies invasoras.
4. Elaborar y proponer una Norma Oficial Mexicana (NOM) que clasifique a las especies invasoras de manera apropiada; por ejemplo, con presencia actual verificada, potenciales, estrictamente prohibidas por su alto riesgo, etcétera.
5. Elaborar y proponer una Norma Oficial Mexicana (NOM) que prevenga la entrada y dispersión de especies exóticas, domésticas e invasoras en todas las islas de México.
6. Elaborar e implementar una Norma Oficial Mexicana (NOM) que regule la introducción, cultivo, transporte, cría, venta y/o cualquier otro uso de plantas acuáticas, peces y organismos acuáticos en general en México.
7. Generar listas oficiales de especies prohibidas y permitidas en distintos grados de restricción y con base en un análisis de riesgo, e incluir las malezas ambientales en toda consideración en las listas fitosanitarias.
8. Promover que sea el estado el que designe a quien estará autorizado para hacer un análisis de riesgo para prevenir la introducción y dispersión de especies invasoras.

¹⁸ En los anexos 4 y 5 se presenta un resumen del marco jurídico que prevalece en México, con relación a las especies invasoras.

9. Reforzar la aplicación de las leyes existentes y promover a las empresas para que las cumplan rigurosamente.
10. Reforzar la aplicación de las convenciones y acuerdos internacionales en lo concerniente a especies exóticas e invasoras.
11. Promover tratados binacionales de prevención con países fronterizos (Estados Unidos, Guatemala, Belice y países del Caribe).
12. Desarrollar normas de bioseguridad y protocolos que regulen de manera rigurosa la introducción de especies exóticas en México.
13. Permitir y promover la captura de especies exóticas para favorecer el control y la erradicación cuando resulte necesario.
14. Revisar y, en su caso, mejorar todos los mecanismos que regulan la descarga de aguas de lastre en las costas mexicanas.
15. Generar normatividad específica sobre la introducción intencional de especies útiles.
16. Promover la legislación a nivel estatal en materia de especies invasoras, su prevención y control.
17. Incorporar en la normatividad el principio precautorio en la introducción de especies exóticas para sus diferentes usos.

4.2 Creación de capacidades y formación de recursos humanos

18. Diseño de un plan o programa para favorecer el desarrollo de capacidades en la materia, incluyendo la especialización de personal, disponibilidad de técnicas, infraestructura, de las capacidades para efectuar análisis de riesgo, prevención para la implementación de sistemas de detección temprana y respuesta rápida, etcétera.
19. Incluir el tema en los currículos de niveles medio y superior en diversas carreras (economía, agronomía, derecho, ingenierías forestales, biología, antropología).
20. Facilitar la formación de recursos humanos en materia de especies invasoras, ya sea mediante cursos de licenciatura y posgrado en diferentes instituciones,¹⁹ como a través de diplomados y talleres de especialización.
21. Promover talleres de expertos participantes en campañas de control.
22. Capacitar y fortalecer cuadros gubernamentales.
23. Diseñar protocolos para la erradicación de especies invasoras seleccionadas y entrenar grupos especializados para erradicación, según cada grupo taxonómico y sus características.

¹⁹ Actualmente sólo se imparten en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

24. Entrenar personal en el uso de herramientas taxonómicas.
25. Capacitar personal técnico en puntos de ingreso potencial de especies invasoras, al personal que administra las Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS) y en regiones de importancia para la biodiversidad.
26. Concienciar a técnicos asociados a las colecciones vivas.
27. Obligar a proveedores de plantas y animales a recibir capacitación en el manejo de especies, y cumplir con las disposiciones de seguridad y prevención.

4.3 Coordinación institucional, cooperación, alianzas estratégicas y determinación de prioridades

28. Crear un Consejo Nacional de Especies Invasoras, compuesto por diferentes sectores (gobierno, academia, organizaciones del sector civil, sectores económicos).
29. Evitar que otros sectores o entidades federales promuevan en sus programas el uso de especies exóticas invasoras.
30. Establecer un Consejo Ejecutivo Nacional para la prevención y control de las especies invasoras, tipo Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem), que funcione con eficiencia.
31. Implementar mecanismos enfocados a armonizar actividades entre diversas instituciones, tanto con el fin de evitar la duplicación de esfuerzos y las acciones antagónicas, como para sumar esfuerzos para una mayor eficiencia.
32. Promover programas de trabajo conjunto entre las secretarías involucradas en el tema de las invasoras (agricultura, medio ambiente, salud, pesca).
33. Incluir el tema de la prevención y control de especies invasoras en la agenda nacional; por ejemplo, en el Plan Nacional de Desarrollo, no sólo en el sector ambiental, sino presentándolo como un tema de alta relevancia cuya atención requiere un enfoque transversal.
34. Crear redes virtuales para intercambio de información, experiencias y lecciones aprendidas.
35. Realizar talleres sobre especies invasoras que persigan objetivos específicos y se efectúen de manera periódica.
36. Trabajar con asociaciones científicas, organizaciones que importen plantas o animales y grupos asociados cuyo involucramiento es esencial para prevenir la entrada de nuevas especies invasoras: zoológicos, criaderos de animales, viveros, acuaristas, el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves-Sección México (Cipamex), entomólogos, veterinarios, etcétera.
37. Establecer la Red Mexicana de Especies Invasoras, que facilite el intercambio de información y experiencias, el flujo de datos e información, la asesoría de expertos y la formación de recursos humanos, entre otros.

38. Elaborar planes de contingencia desarrollados por expertos y dependencias vinculadas para poder implementar con eficiencia sistemas de respuesta rápida.

4.4 *Diseño e implementación de políticas públicas*

39. Establecer de manera formal una Estrategia Nacional para la Prevención y Control de Especies Invasoras que incluya a todos los grupos taxonómicos en ecosistemas terrestres, marinos y dulceacuícolas.

40. Crear el Instituto Nacional sobre Especies Invasoras para normar y coordinar a nivel de cuencas, estados y regiones las actividades de prevención, control y erradicación.

41. Poner en marcha sistemas de detección temprana para invasoras de alto riesgo e impacto.

42. Abrir oportunidades para desarrollar mecanismos de apoyo para la prevención y control de invasoras.

43. Promover políticas de prevención y control de especies invasoras acuáticas desde un enfoque sistémico de manejo de cuencas.

44. Endurecer las políticas de compra, venta, movilización de especies y establecimiento de aranceles a productos que se consideren vectores de especies invasoras de alto impacto.

45. Incrementar y ampliar cercos sanitarios.

46. Continuar con el método de control integral para lirio acuático propuesto por el Grupo de Especialistas en Bioherbicidas (*Bioherbicide Group*).

47. Fomentar el uso y protección de especies nativas, y darles preferencia en los sistemas de producción (forestales, piscícolas, etc.) y consumo siempre sobre las exóticas.

48. Promover paquetes biotecnológicos adecuados con especies nativas.

49. Reforzar e incrementar el personal y equipo federales dedicados al control fitosanitario.

50. Diseñar e implementar medidas para evitar exportar especies mexicanas que son invasoras en otras partes del mundo (políticas de comercio responsable).

51. Establecer en el gobierno federal una política de “Ventanilla única” para las decisiones en materia de especies invasoras.

52. Promover mecanismos de autorregulación para prevenir la entrada de especies invasoras al país; por ejemplo, a través de las organizaciones de productores, el gremio de importadores, etcétera.

53. Diseñar otros mecanismos para promover la no importación de especies altamente dañinas a la biodiversidad y los servicios ambientales.

54. Respetar y actualizar la carta nacional pesquera.

55. Transferir las competencias relacionadas con la pesca y la acuicultura a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

4.5 Investigación sobre especies invasoras y sus impactos

56. Fomentar la investigación dirigida a desarrollar métodos efectivos de contención para impedir la dispersión de especies invasoras, así como de métodos de exterminio que sean realmente selectivos y de alta seguridad.

57. Realizar un estudio enfocado a evaluar costos ambientales y económicos por los impactos causados por especies invasoras, y aportar datos para determinar tasas de compensación por daños reales.

58. Privilegiar estudios sobre la biología y ecología de especies invasoras a todos los niveles; por ejemplo, a través de financiamientos ofrecidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

59. Diseñar y establecer un programa de monitoreo de especies prioritarias.

60. Crear un grupo o red de investigadores especializados sobre especies invasoras.

61. Promover la investigación en temas de taxonomía en general y de especies invasoras en particular, y fortalecer a expertos en este tema.

62. Promover el monitoreo de la dinámica de las especies invasoras a través de proyectos ejecutados por universidades y centros de investigación.

63. Implementar el monitoreo de sitios con erradicaciones realizadas para medir su éxito e impacto.

64. Diseñar sistemas de alerta temprana que resulten eficaces y viables para ser implementados en distintas regiones altamente vulnerables.

65. Efectuar proyectos que permitan evaluar los riesgos de introducción y dispersión por agua de lastre.

66. Fomentar investigación directa sobre actividades productivas que son vectores, enfocándose a determinar medidas para disminuir los riesgos, y evaluar las características invasoras de los pastos exóticos y demás plantas forrajeras que las agencias de gobierno promueven.

67. Apoyar estudios integrales a nivel de cuenca para permitir el manejo y control de plantas acuáticas invasoras.

68. Describir y desarrollar usos potenciales de especies invasoras que contribuyan a su control (excepto para malezas acuáticas).

69. Reforzar la investigación sobre métodos de control biológico de especies invasoras, de seguridad garantizada para la biodiversidad nativa.

70. Desarrollar métodos específicos y protocolos técnicos para la erradicación de invasoras.
71. Efectuar el análisis de rutas o vectores de ingreso de especies invasoras de alto riesgo.
72. Concretar la definición de métodos de control más adecuados para cada especie.
73. Investigar sobre la sistemática de las especies exóticas que hay en los países vecinos (Estados Unidos, Guatemala, Caribe) y Australia, por tener este último país muchos climas similares a los de México.

4.6 Generación y manejo de información estratégica

74. Elaborar un inventario detallado de las capacidades instaladas en el país para la prevención, control y erradicación de especies invasoras, incluyendo recursos humanos, instituciones involucradas, bases de datos, casos de estudio, infraestructura, etcétera.
75. Fomentar un mayor desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG), enfocado al registro de la distribución y dinámica de las especies invasoras a nivel nacional, así como a estimar sus nichos potenciales utilizando algoritmos como el GARP²⁰ u otros.
76. Efectuar inventarios detallados y sistematizados de las especies invasoras que existen en el país, de los impactos que han tenido y de las acciones de prevención, control y manejo que se han efectuado.
77. Documentar la historia de especies invasoras de riesgo para México en ecosistemas similares y sus efectos.
78. Documentar las experiencias de erradicación en otros países y aprovecharlas en México.
79. Elaborar catálogos científicos y guías sobre las especies invasoras que puedan ser utilizados por inspectores de aduanas y demás personal relacionado. .
80. Crear bases de datos sobre especies erradicadas y su dinámica.
81. Generar materiales informativos de alto impacto para el público en general.
82. Elaborar un plan de acción para cada especie invasora considerada como prioritaria por su alto riesgo e impacto a la biodiversidad (Anexo 6).
83. Establecer bases de datos e información de acceso libre con plataforma en Internet.²¹

²⁰ *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (Stockwell y Noble, 1992).

²¹ A reserva de que existen numerosos recursos de información especializada en materia de especies invasoras (Anexo 7), se considera esencial que México cuente con recursos en Internet donde se compile toda la información enfocada al país, incluyendo el contexto jurídico (leyes, reglamentos e instrumentos), listados de expertos, inventario de especies invasoras, estudios que evalúen sus impactos, planes de acción, mecanismos de coordinación, tratados internacionales, etcétera.

84. Continuar con el establecimiento y revisión de prioridades (especies, regiones y ecosistemas).
85. Crear, mediante un portal o sitio web, un sistema de denuncia pública dirigido a las autoridades competentes sobre la aparición de alguna especie exótica para su pronta identificación y ataque.

4.7 Concienciación pública

86. Diseñar e implementar programas y campañas de educación ambiental para crear la cultura de la prevención en especies invasoras, y difundir a través de los medios de comunicación la importancia de la amenaza que representan las especies invasoras
87. Utilizar los medios de comunicación masiva en campañas educativas para evitar que la gente libere peces de acuario y mascotas.
88. Fomentar la apropiación de la cultura de prevención y control de especies invasoras en el medio rural.
89. Educar e informar a la sociedad de la importancia de la erradicación y de los impactos ambientales, económicos y sociales de no erradicar exóticas.
90. Gestionar el involucramiento del Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (Cecadesu), en la concienciación que se requiere en el público de México para prevenir y controlar especies invasoras.
91. Elaborar y diseminar información pública de especies exóticas invasoras (taxonomía, distribución e impactos) en guías organizadas por estado, regiones bioclimáticas, ANP, etcétera.
92. Sensibilizar a las autoridades competentes, poderes ejecutivo y legislativo, y tres niveles de gobierno, respecto al problema de las especies invasoras.

4.8 Financiamiento de actividades estratégicas

93. Activar mecanismos de financiamiento para la prevención y control de especies invasoras, incluyendo el establecimiento de fondos de contingencia que puedan ser utilizados ante la entrada verificada de especies del más alto riesgo.
94. Establecer en los sistemas de investigación científica y tecnológica a nivel nacional y en las diferentes regiones del país, fondos robustos para promover la investigación en materia de especies invasoras en México.
95. Promover la aportación de empresas privadas, fundaciones y organismos internacionales para apoyar las actividades de prevención y control de especies invasoras en México.
96. Crear un fondo nacional para activar programas urgentes de prevención y mecanismos de respuesta rápida cuando sean necesarios.
97. Promover la aportación de recursos y capacidades del Ejército y de Protección Civil en el campo de especies invasoras.

98. Promover incentivos económicos para la erradicación de especies invasoras de alto impacto con métodos autorizados.
99. Aprovechar la infraestructura disponible de instituciones vinculadas a la entrada y dispersión de especies invasoras; por ejemplo, comités estatales de sanidad vegetal.

Referencias bibliográficas

- ADAY. 2003. Reporte del Programa de Control de la Natalidad Canina para Proteger a la Tortuga Marina y al Flamenco. México.
- Aguilar, V., 2005. Especies invasoras: Una amenaza para la biodiversidad y el Hombre. *Biodiversitas*. Conabio. México 60: 7-10.
- Arizona-Sonora Desert Museum, Sonoran Institute and The Nature Conservancy, s/f. *Bioinvaders of the Sonoran Desert*. 28 pp.
- Arriaga, L., Castellanos, A., Moreno, E. and J. Alarcón, 2004. Potential ecological distribution of alien invasive species and risk assessment: A case study of buffel grass in arid regions of Mexico. *Conservation Biology*. 18(6):1504-1514.
- Barrett, S.C. 1989. Water Weed invasions. *Sci. Amer.* Oct. p. 90-97.
- Baskin, Yvonne, 2002. *A plague of Rats and Rubbervines: The growing threat of species invasions*. Island Press/Shearwater Books. 330 pp.
- Bell, G. 1997. Ecology and management of *Arundo donax*, and approaches to riparian habitat restoration in Southern California. In Brock, J. H., Wade, M., Pysek, P., and Green, D. (Eds.): *Plant Invasions: Studies from North America and Europe*. Blackhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 103-113.
- Brown, Ch. 2004. *Feral Dogs Threaten Caribbean Flamingo en Global Invasives: Vulnerable Species Worldwide Struggle with Invasive Plants and Animals*. Comp. T. Lewthwaite. EE.UU.A.
- Carlton, J. T. 2001. *Introduced Species in U.S. Coastal Waters: Environmental Impacts and Management Priorities*. Pew Oceans Commission, Arlington, Virginia. 28 pp.
- Chambers, N. y T. Oshant. s/a. *Plantas invasoras del desierto sonorense*. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange y National Fish and Wildlife Foundation. E.U.A.
- Chornesky, E.A., Bartuska, A.M., Aplet, G.H., Britton, Cummingscarlson, J., Davis, F., Eskow, J., Gordon, D., Gottschalk, K.W., Haack, R.A., Hansen, A.J., Mack, R., Rahel, F., Shannon, M.A., Wainger, L.A. and B. Wigley, 2005. Science Priorities for Reducing the Threat of Invasive Species to Sustainable Forestry. *BioScience*. April 2005 / Vol. 55 No. 4: 335-348.
- Commission for Environmental Cooperation of North America (CEC), 2001. *Preventing the Introduction and Spread of Aquatic Invasive Species in North America: Workshop Proceedings, 28–30 March 2001*. Montreal. 86 pp.
- Commission for Environmental Cooperation 2003. *Closing the Pathways of Aquatic Invasive Species across North America: Overview and Resource Guide*. 30 pp.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas-Conap, 2004. *Especies exóticas con el mayor potencial de riesgo para los recursos naturales nativos (metodología de identificación)*. Oficina Técnica de Biodiversidad-Unidad Técnica de Especies Exóticas. Guatemala, C.A. 20 pp.
- Contreras-Balderas, S., 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. Chapter 2:33-54, In: R. Claudi & J. H. Leach: *Nonindigenous freshwater fishes – vectors, biology, and impacts*. Lewis Publ., Washington.
- Contreras, B.S. 2002. Base de datos del proyecto AE002 *Especies de peces introducidas en aguas continentales de México. Catálogo y manuscrito*. Proyecto en seguimiento SNIB-Conabio. México.
- Cox, George W., 1999. *Alien species in North America and Hawaii: Impacts on Natural Ecosystems*. Island Press. 400 pp.
- Devender, T.V. 2002. Especies de plantas invasoras de Sonora (*comm. pers.* octubre, 2002). Arizona Sonora Desert Museum. Universidad de Arizona, EUA.
- Diario Oficial de la Federación*, 2003. Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-040-FITO-2003, Por la que se implementa el sistema para prevenir la introducción, diseminación y establecimiento de la Palomilla del Nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg) en el territorio nacional. Martes 20 de mayo de 2003.

- Dudley, T. L. 2000. *Arundo donax L.*, in C.C. Bossard, J. M. Randall, and M.C. Hoshovsky, eds. *Invasive Plants of California's Wildlands*. Berkeley, CA: University of California Press, pp. 53-58.
- Espinosa, F.J., 2000. Malezas introducidas en México. Instituto de Ecología, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio proyecto U024. México.
- _____, 2002. Especies de malezas nocivas (*comm. pers.* Noviembre, 2002). Departamento de Ecología Química CIECO, UNAM. Morelia, Mich. México.
- Esselman, Peter C. and Juan J. Schmitter-Soto. 2004. *A Conservation Assessment of the Success and Impacts of African Tilapias Across the Northern Mesoamerican Landscape*. University of Michigan, El Colegio de la Frontera Sur, Mexico. Pre-Proposal. 2 pp.
- Frerichs, S. and D. Gordon, 2003. *Stopping the spread: Cactus Moth. Preventing economic and ecological degradation of US ecosystems*. The Nature Conservancy. 2 pp.
- Hallegraeff, C.M., D.M. Anderson and A.D. Cembella (eds.), 2002. *Manual on Harmful Marine Microalgae*. Monograph on Oceanographic Methodology. UNESCO Publishing. 793 pp.
- Harrison, I. J. and M. J. Stiassny, 1999. "The Quiet Crisis: A Preliminary Listing of the Freshwater Fishes of the World that Are Extinct or 'Missing in Action'," Pp. 271–331 in: *Extinctions in Near Time*, MacPhee, Eds. New York, New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Hernández-Becerril, D.U., 2003. Diversidad del Fitoplancton Marino de México. Un acercamiento actual. Cap. 1: 1-18. *En: Barreiro, M.T., M.E. Meave del Castillo, G. Figueroa-Torres y M. Signoret (Eds.) Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología A.C.
- Hernández H.F. y B.M.E. Pérez. 1995. El vuelo del mosquito: un debate sobre mosquitos. Avance y perspectiva. Organó de difusión del centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. 14: 5-15.
- Hernández, Gabriela, Laman, Enrique y Ramón Pérez Gil, 2002. *Invasores en Mesoamérica y El Caribe = Invasives in Mesoamerica and the Caribbean*. San José Costa Rica. Regional Workshop on Invasive Alien Species (June 2001). UICN. 54 pp.
- Hiremath, A.J. and B. Sundaram, 2005. The Fire-Lantana Cycle Hypothesis in Indian Forests. *Conservation and Society*. Vol. 3, No. 1: 26 – 42.
- Hoffman, Bob, 2004. Presentación en el Western Regional Panel. Minutes of Annual Meeting, September 9-11, 2004, La Jolla, California.
- Hopkins, C.C.E., 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including S Gopal, B.1987. Water hyacinth Aquatic Plant. Studies 1. Elsevier Science. Amsterdam, The Netherlands. 471 p.
- Gutiérrez, E. 2002. Especies de plantas acuáticas invasoras. Comisión Nacional del Agua. *En: Taller de especies invasoras en México*. Abril 25-26, 2002. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Jeffrey A. McNeely, H. A. Mooney, L. E. Neville, P. J. Schei and J. K. Waage, 2001. Global Strategy on Invasive Alien Species. Global Invasive Species Programme (GISP). SCOPE-CAB International-IUCN.
- Kairo, M., Ali, B., Chessman, O., Haysom, K. and S. Murphy, 2004. *Invasive Species Threats in the Caribbean Region*. Report to The Nature Conservancy by Cab International. 38 pp.
- Lassuy, D.R., 2002, Introduced Species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. *Workshop: Management, Implications and Co-occurring Native and Introduced Fishes Proceedings*, Portland Oregon. Pp. 27-28.
- Leung, B.; Lodge, D. M.; Finnoff, D.; Shogren, J. F.; Lewis, M. A. and G. Lamberti, 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 269: 2407–2413.
- Lockwood, J.L., Cassey, P. and T. Blackburn, 2005. The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in Ecology and Evolution*. Vol. 20, No. 5. May 2005, pp. 223-228.

- Lovell, S. J. and S. F. Stone, 2005. *The economic impacts of aquatic invasive species: a review of the literature*. National Center for Environmental Economics, U.S. EPA, NCEE Working Paper Series, Working Paper # 05-02, January 2005, 66 pp.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. (2000) *100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), 12 pp. <http://www.issg.org/booklet.pdf>
- Martínez Jiménez, M. and R. Charudattan, 1998. Survey and Evaluation of Mexican Native Fungi for Potential Biocontrol of Waterhyacinth. *J. Aquatic Plant Management*. 36:145-148.
- Martínez Jiménez, M., Gutiérrez López, E., Huerto Delgadillo, R. and E. Ruiz Franco, 2001. Importation, rearing, release and establishment of *Neochetina bruchi* (Coleoptera curculionidae) for the biological control of waterhyacinth in Mexico. *J. Aquatic Plant Management* 39:140-143.
- Martínez Jiménez, Maricela. 2003. Progress on waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) Management. En: *Addendum to Weed Management for Developing Countries*. Food and Agricultural Organization of the United Nations Rome. 159-166.
- Martínez Jiménez, M. and Gómez Balandra M. A. 2007. Integrated control of waterhyacinth in México by using insects and plant pathogens. 2007. *Crop Protection* 26:1234-1238
- McNeely, Jeffrey A., Mooney, Harold A., Neville, Laurie E., Schei, Peter and Johan Waage, 2001. *Global strategy on invasive alien species*. IUCN. 50 pp.
- Meave del C., M.E., 2006. Informe Final del Proyecto Conabio BA008 *Diatomeas* (Bacillariophyta), *dinoflagelados* (Dinophyta) y *silicoflagelados* (Dictyochophyceae) *marinos del Pacífico mexicano, con énfasis en la porción tropical*. 80 pp, 16 láminas.
- Medellín, R. A. 2000. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Departamento de Ecología Funcional y Aplicada, UNAM. Base de datos SNIB-Conabio proyecto U020. México.
- Mooney, H. A. and R. J. Hobbs (eds.), 2000. *Invasive species in a changing world*. Island Press, 472 pp.
- Mooney, H. A. and E. E. Cleland, 2001. The evolutionary impact of invasive species. *PNAS*. Vol. 98 No. 10: 5446–5451.
- Morales-Román M. y R. Rodiles-Hernández 2000. Implicaciones de *Ctenopharyngodon idella* en la comunidad de peces del Río Lacanjá, Chiapas. *Hidrobiológica* 10(1):13-24.
- Morse, L.E., J.M. Randall, N. Benton, R. Hiebert, and S. Lu. 2004. *An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity. Version 1*. NatureServe, Arlington, Virginia.
- National Invasive Species Council, 2001. *Meeting the Invasive Species Challenge: National Invasive Species Management Plan*. 80 pp.
- Norma Oficial Mexicana NOM-043-FITO-1999. Especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. *Diario Oficial de la Federación*, 1 de marzo de 2002. México.
- Olmsted, I. y R. Durán. 1993. Problemas ecológicos de la península de Yucatán, en *Memorias del Curso-Taller Conservación de los Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable*. Sedesol/PNUD/Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.
- Okolodkov. Y. B. and I. Gárate-Lizárraga, 2006. An annotated checklist of dinoflagellates (*Dinophyceae*) from the Mexican Pacific. *Acta Botánica Mexicana* 74:1-154.
- Perrault, A., Bennett, M., Burgiel, S., Delach, A. and C. Muffett, 2003. Invasive Species, Agriculture and Trade: Case Studies from the NAFTA Context. Second North American Symposium on Assessing the Environmental Effects of Trade. Mexico City, March 25-26, 2003. Center for International Environmental Law-Defenders of Wildlife-North American Commission for Environmental Cooperation.

- Perrings, C., Dehnen-Schmutz, K., Touza, J. and Mark Williamson, 2005. How to manage biological invasions under globalization. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 20, No.5 May 2005, pp. 212-215.
- Pimentel, D., Lach, L., Zuñiga, R. and D. Morrison, 1999. Environmental and economic costs associated with non-indigenous species in the United States. College of Agriculture and Life Sciences Cornell University. http://www.news.cornell.edu/releases/Jan99/species_costs.htm/
- Pimentel D., Zuñiga, R. and D. Morrison, 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. 52 (3): 273-288.
- Proctor, B., 2003. Lista de plantas acuáticas nocivas (*comm. pers.* Mayo, 2003). U.S. Fish and Wildlife Service. Denver Federal Center. Colorado, EUA.
- Scholz, S. 1997. *Parásitos de peces nativos de cenotes de la península de Yucatán, un ecosistema único en México*. Laboratorio de Parasitología, Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav-Mérida, IPN. Base de datos SNIB-Conabio proyecto P099. México.
- Shine, Claire, Williams, Nattley and Lothar Gündling, 2000. *Guide to designing legal and institutional frameworks on alien invasive species*. IUCN, Environmental Policy and Law Paper No. 40. 130 pp.
- Soberón, J. Goluvob, J., and J. Sarukhán, 2001. The importance of *Opuntia* in Mexico and routes of invasión and impact of *Cactoblastis cactorum*. (Lepidoptera: Pyralidae). *Florida Entomologist* 84: 486-492.
- Solís, G.G., 2002. Especies de malezas en el río Santa Cruz, Sonora. (*comm. pers.* Mayo, 2002). Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora. México.
- Species Survival Commission, 2000. *Guías para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. Internacional Union for Conservation of Nature. 20 pp.
- Stein, B.A. and S.R. Flack (eds.), 1996. *America's Least Wanted: Alien species invasions of U.S. ecosystems*. A Nature-Serve Publication. The Nature Conservancy. Arlington VA. 62 pp.
- Tlusty, M., 2005. The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade. *Aquaculture* 205 (2002) 203-219.
- Tu, M., Hurd, C., & J.M. Randall, 2001. *Weed Control Methods Handbook: Tools and techniques for use in natural areas*. The Nature Conservancy, Wildland Invasive Species Team. <http://tncweeds.ucdavis.edu>, Version: April 2001.
- United States Government Accountability Office, 2005. *Invasive species: cooperation and coordination are important for effective management of invasive weeds*. Report to the Chairman, Committee on Resources, House of Representatives. February 2005. 99 pp.
- Van Driesche, Jason and Roy Van Driesche, 2000. *Nature out of place: Biological Invasions in the global age*. Island Press. 377 pp.
- Veitch, C.R. and M. N. Clout (eds.), 2001. Turning the tide: the eradication of invasive species. *Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives*. University of Auckland. 424 pp.
- Vibrans, L.H. 2000. Plantas exóticas del centro de México y obtención de imágenes para una flora virtual de malezas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Estado de México. Base de datos SNIB-Conabio proyecto U019. México.
- Villaseñor, J.L. y Espinosa, F.J. 1998. *Catálogo de malezas de México*. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México. 449 pp.
- Vitousek, P. M., D'Antonio CM, Loope LL. and Westbrooks R., 1996. Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84: 468-478.
- Weissman, D.B., Song H. y Ludivina Barrientos-Lozano, 2004. Opinión técnica sobre la explosión de langosta en Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, México. Enero de 2004.
- Wittenberg, R., Cock, M.J.W. (eds.) 2001. Especies exóticas invasoras: Una guía sobre las mejores prácticas de prevención y gestión. CAB Internacional, Wallingford, Oxon, Reino Unido, xvii - 228.
- Zimmermann, H.G., Pérez-Sandi, M., Goluvob, J., Soberón, J. y J. Sarukhan, 2000. *Cactoblastis cactorum*, una nueva plaga de muy alto riesgo para las opuntias de México. *Biodiversitas* 33:2-13.

Referencias bibliográficas

- Zimmermann, H. G., Bloem, S. and H. Klein, 2004. *Biología, historia, amenaza, monitoreo y control de la palomilla del nopal*, *Cactoblastis cactorum*. Joint FAO/IAEA Programme Nuclear Techniques in Food and Agricultura. México. 61 pp.
- Zimmermann, H.G., and M. Pérez-Sandi, 2006. *The consequences of introducing the cactus moth Cactoblastis cactorum, to the Caribbean and beyond*. Pronatura, FMCN, USAID. 63 pp.

ANEXO 1 Fuentes de información utilizadas para consultar registros de especies invasoras en regiones periféricas a México

Área, estado o región	Grupo taxonómico	Fuente	Dirección electrónica o referencia
Florida, EUA	Peces	Paul Shaffland, Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.	http://floridafisheries.com/Fishes/Exotic%20List.html
Florida, EUA	Anfibios	Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.	http://www.myfwc.com/critters/exotics/exotics.asp
Florida, EUA	Reptiles	Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.	http://www.myfwc.com/critters/exotics/exotics.asp
Florida, EUA	Aves	Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.	http://www.myfwc.com/critters/exotics/exotics.asp
Florida, EUA	Mamíferos	Florida Fish and Wildlife Conservation Commission.	http://www.myfwc.com/critters/exotics/exotics.asp
Todos los estados de EUA	Especies acuáticas	US Geological Service. Non Indigenous Aquatic Species (NAS).	http://nas.er.usgs.gov/
Todos los estados de EUA y Canadá	Malezas	USDA, Noxious Weeds in the US and Canada.	http://invader.dbs.umt.edu/Noxious_Weeds/
Región del Caribe	Todos	The Nature Conservancy / CAB International.	Kairo, M., Ali, B., Chessman, O., Haysom, K. and S. Murphy, 2004. Invasive Species Threats in the Caribbean Region. Report to The Nature Conservancy by Cab International. 38 pp.
Eco-región del Desierto de Sonora	Plantas	Sonoran Institute, Environmental Education Exchange y National Fish and Wildlife Foundation, EUA.	Chambers, N. y T. Oshant. s/a. Plantas Invasoras del Desierto Sonorense. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange y National Fish and Wildlife Foundation, EUA.
Guatemala	Todos	Conap, Oficina Técnica de Biodiversidad, Unidad Técnica de Especies Exóticas.	Base de datos IABIN-I3N Conap, 2004.

ANEXO 2 Lista parcial de plantas invasoras que ocurren en áreas naturales protegidas de México

Fuente: Vibrans, Heike (coordinadora), 2004. *Taller sobre plantas invasivas en áreas naturales*, en el marco del XVI Congreso Mexicano de Botánica, Oaxaca, Oax., del 17 al 22 de octubre de 2004.

1) Zonas templadas

Pennisetum clandestinum (pasto kikuyo) es invasiva en todas las áreas naturales y protegidas en los alrededores del valle de México (Popo-Izta, sierra de las Cruces, Malinche, lagos de Zempoala), desplazando sobre todo a la vegetación de orillas de lagos y vegetación cienegosa (H. Vibrans); también se encuentra en la zona núcleo de Manantlán (G. Jiménez). *Poa annua* se encuentra en los pastizales alpinos del Nevado de Colima (R. Corral Díaz). En la Reserva de Manantlán hay poblaciones considerables de *Rhynchelytrum repens* (= *Melinis repens*), *Brassica rapa*, *Raphanus raphanistrum*, *Melinis minutiflora*, *Leonotis nepetifolia*, *Rumex crispus*, *Zantedeschia aethiopica* (R. Cuevas, com. pers.).

2) Zonas áridas

La especie más mencionada fue el pasto rosado (*Rhynchelytrum* (= *Melinis*) *repens*); se encuentra en expansión sobre todo en los estados del norte y en el Bajío, pero también se mencionó en la Reserva de Manantlán. El otro pasto que se encuentra en franca expansión en todo el norte y las partes áridas y semihúmedas del centro, y también hacia las partes frías (ya se registró en el valle de México), es el zacate buffel, *Pennisetum* (*Cenchrus*) *ciliare*. También se expande a matorrales xerófilos y selva baja caducifolia abierta. *Tamarix ramossisima* se encuentra en Mapimí, a lo largo de arroyos y ríos, así como en áreas naturales aledañas al río Bravo y en arroyos de Baja California Sur (Arriaga, com. pers.). *Salsola tragus* se encuentra en pastizales halófilos en varias partes, sobre todo del norte; *Kochia scoparia* se está expandiendo en el NE del estado de Zacatecas (D. Enríquez, com. pers.), así como en áreas naturales a lo largo del río Bravo (R. Corral) y en la región del lago de Texcoco (H. Vibrans, obs. pers.). Además se cita a *Lepidium latifolium* en el río Bravo y San Luís Potosí.

Eragrostis lehmanniana está sustituyendo pastizales de *Bouteloua* en partes de los estados norteños (Coahuila, Chihuahua, Durango, Jalisco, Texcoco; J. Valdés). *Asphodelus fistulosus* se encuentra en expansión en Guanajuato y Querétaro (J. Rzedowski, com. pers.); se ha observado en matorral xerófilo en Puebla (H. Vibrans, obs. pers.). Se reporta la especie de bosques de *Pinus cembroides* (Iturbide y Galeana, com. pers.), del norte de Aguascalientes (M. de la Cerda, com. pers.) y de la sierra de Órganos, Zacatecas (D. Enríquez, com. pers.).

Especies de *Aloe* se asilvestran alrededor de ríos y en matorrales xerófilos. *Brassica tournefortii* se encuentra en expansión en varios desiertos del norte y se ha registrado cerca del valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Eucalyptus spp., se está estableciendo en el ANP Parque Estatal Lázaro Cárdenas, Tehuacán (Daniel Sánchez, BUAP, com. pers.); también en la sierra de Guadalupe (R. Bye, com. pers.).

3) Selva baja caducifolia

Otra vez el pasto que más se menciona es *Rhynchelytrum repens*, no sólo en el norte y centro, sino también en Yucatán (D. Zizumbo, com. pers.).

Melinis minutiflora se encuentra en expansión e invade áreas naturales abiertas. *Chloris gayana* se reporta de áreas naturales de Jalisco (F. Santana, com. pers.).

Leonotis nepetifolia en general se encuentra sólo en áreas perturbadas, pero ocasionalmente se encuentra en vegetación más natural, por ejemplo, en Manantlán.

Roetboellia cochichinensis se está expandiendo tanto en ámbitos agrícolas como en ambientes naturales. *Ricinus communis* ocasionalmente aparece en vegetación natural.

4) Selvas altas húmedas

Panicum maximum, el pasto guinea, es de preocupación especialmente en Veracruz y Jalisco (allí crece junto con *Zea diploperennis*; igual *Cyperus rotundus* y *Hyparrhenia rufa*, el pasto jaragua). También se conoce en la Selva Lacandona en Chiapas. Se menciona a *Cucumis melo*. *Impatiens walleriana* es altamente invasiva en el sotobosque (más en las partes altas de las selvas altas y en el bosque mesófilo).

5) Cuerpos de agua dulce

Eichhornia crassipes, el lirio de agua, es el problema más serio. *Rorippa nasturtium-aquaticum*, el berro, es abundante en varios ríos en áreas protegidas o con vegetación natural. Se menciona en el río Actopan en Veracruz, La Marquesa en el Estado de México, el río Mixquiahuala en Hidalgo, así como ríos y arroyos en Jalisco y Colima. También se encuentra en los lagos michoacanos. Pero no es tan intolerante como el lirio acuático y no parece ser un problema serio hasta ahora.

Mentha spp., puede extenderse en las orillas de ríos en áreas naturales. *Apium graveolens* se encuentra en los lagos someros del centro de México.

Varias especies de *Echinochloa* se asocian a vegetación riparia y de humedales y, a veces, forman poblaciones densas: *Echinochloa colonum*: orilla de río y zona de pantano en Tabasco; *Echinochloa crusgalli*: orillas de ríos, sobre todo en la región de selva baja y pantanos, y *Echinochloa mutica* (= *Panicum muticum*), en Jalisco, a lo largo de los ríos. En el Congreso de Botánica se presentó un cartel sobre *Echinochloa pyramidalis* en humedales costeros de agua dulce de H. López y P. Casasola.

Panicum purpurascens se encuentra en la vegetación riparia natural en Jalisco y Veracruz. *Cyperus papyrus* forma poblaciones extensas en las ciénegas tropicales del oriente de México, por ejemplo, cerca de Coatzacoalcos. *Cyperus rotundus* se presenta en las orillas de ríos en Manantlán. *Zantedeschia aethiopica* se encuentra en lugares cienegosos y orillas de ríos. *Conium maculatum* se está extendiendo a lo largo de cuerpos de agua en zonas templadas (S. Koch, com. pers.).

6) Otras (Rzedowski, com. pers)

Varias malezas, tanto nativas como introducidas, aparentemente están ampliando su distribución geográfica. Entre las exóticas menciona *Panicum maximum*, *Melinis minutiflora* y *Rhynchelytrum repens*. Como ejemplo de invasiones dentro del país declara el caso de dos especies de *Ambrosia*, que tienen su área nativa en el desierto sonorense; se encuentran en expansión en la región de San Luis Potosí y Guanajuato (*A. camphorata*), y en Querétaro (*A. cordifolia*).

ANEXO 3 Actividades estratégicas propuestas por las mesas de trabajo

Mesa de trabajo 1. Especies invasoras de vertebrados e invertebrados terrestres

Actividades estratégicas

1. Crear un **Consejo Nacional de Especialistas en Especies Invasoras**, compuesto por diferentes sectores (gobierno, academia, ONG, sectores económicos).
2. Implementar mecanismos enfocados a **armonizar actividades entre diversas instituciones**, tanto con el fin de evitar la duplicidad de esfuerzos y acciones antagónicas, como para sumar esfuerzos para una mayor eficiencia.
3. Elaborar un **inventario detallado de las capacidades instaladas** en el país para la prevención, control y erradicación de especies invasoras, incluyendo recursos humanos, instituciones involucradas, bases de datos, casos de estudio, infraestructura, etcétera.
4. Diseñar un **plan o programa para favorecer el desarrollo de capacidades** en la materia, incluyendo especialización de personal, disponibilidad de técnicas, infraestructura, capacidades para efectuar análisis de riesgo, preparación para implementación de sistemas de detección temprana y respuesta rápida, etcétera.
5. Activar **mecanismos de financiamiento** para la prevención y control de especies invasoras, incluyendo el establecimiento de **fondos de contingencia** que puedan ser utilizados ante la entrada verificada de especies del más alto riesgo.
6. Efectuar un **reconocimiento detallado de las obligaciones** internacionales que México ha adquirido en la materia, y difundirlas entre los sectores y actores apropiados.
7. Incluir **el tema de la prevención y control de especies invasoras en en la agenda nacional**; por ejemplo, Plan Nacional de Desarrollo, no sólo en el sector ambiental, sino presentándolo como un tema de alta relevancia cuya atención requiere un enfoque transversal.
8. Efectuar las **modificaciones y adiciones** en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), y enfatizar el tema de especies invasoras en sus reglamentos o, si fuere pertinente, promover la creación de una ley específica sobre especies invasoras.
9. Elaborar y proponer una **Norma Oficial Mexicana (NOM)** que clasifique a las especies invasoras de manera apropiada; por ejemplo, con presencia actual verificada, potenciales, estrictamente prohibidas por su alto riesgo, etcétera.
10. Elaborar y proponer una **Norma Oficial Mexicana (NOM)** que prevenga la entrada y dispersión de especies exóticas, domésticas e invasoras en todas las islas de México.
11. Elaborar **planes de contingencia** desarrollados por expertos y dependencias vinculadas para poder implementar con eficiencia sistemas de respuesta rápida.
12. Establecer en los **sistemas de investigación científica y tecnológica** a nivel nacional y en las diferentes regiones del país, fondos robustos para promover la investigación en materia de especies invasoras en México.
13. Diseñar e implementar **programas de educación ambiental** para crear la cultura de la prevención en especies invasoras, y difundir a través de los diversos medios de comunicación la importancia de la amenaza que representan las especies invasoras.

14. Facilitar la **formación de recursos humanos** en materia de especies invasoras, ya sea mediante cursos de licenciatura y posgrado en diferentes instituciones,²² como a través de diplomados y talleres de especialización.
15. Promover **mecanismos de autorregulación** para prevenir la entrada de especies invasoras al país; por ejemplo, a través de las organizaciones de productores, gremio de importadores, etcétera.
16. **Diseñar otros mecanismos** para promover la no importación de especies altamente dañinas a la biodiversidad y a los servicios ambientales.
17. Establecer la **Red Mexicana de Especies Invasoras** que facilite el intercambio de información y experiencias, flujo de datos e información, asesoría de expertos y formación de recursos humanos, entre otros.

Proyectos estratégicos

- a. Efectuar **inventarios detallados y sistematizados de las especies invasoras** que existen en el país, de los impactos que han tenido y de las acciones de prevención, control y manejo que se han efectuado.
- b. Fomentar un mayor desarrollo de **sistemas de información geográfica (SIG)** enfocado al registro de la distribución y dinámica de las especies invasoras a nivel nacional, así como a estimar sus nichos potenciales utilizando algoritmos como GARP²³ u otros.
- c. Diseñar medidas para **evitar exportar especies mexicanas que son invasoras** en otras partes del mundo (comercio responsable).
- d. **Trabajar con asociaciones científicas, organizaciones que importan plantas o animales y grupos asociados** cuyo involucramiento es esencial para prevenir la entrada de nuevas especies invasoras: zoológicos, criaderos de animales, aquaristas, Cipamex, entomólogos, veterinarios, etc.).
- e. Promover un estudio específico que efectúe el **análisis del contexto legal** necesario para regular las especies invasoras en México.
- f. Realizar un estudio enfocado a **evaluar costos ambientales y económicos por los impactos causados por especies invasoras** y aportar datos para determinar tasas de compensación por daños reales.

Se consideró indispensable averiguar si México ha firmado convenios que regulan la descarga de aguas de lastre.

²² Actualmente sólo se imparten en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

²³ *Genetic Algorithm for Rule-set Production* (Stockwell y Noble, 1992).

Mesa de trabajo 2. Especies invasoras de organismos acuáticos

	Prevención	Control	Erradicación
Educación	<ul style="list-style-type: none"> Incluir el tema en educación básica, media y superior. Capacitar y fortalecer cuadros gubernamentales. Producir guías de identificación de especies invasoras para inspectores de aduanas. Implementar campañas de educación ambiental a la sociedad en general. Gestionar el involucramiento de Cecadesu. Utilizar los medios de comunicación masiva en campañas educativas para evitar que la gente libere peces de acuario y mascotas. 	<ul style="list-style-type: none"> Promover talleres de expertos participantes en campañas de control. Diseñar e implementar campañas de educación ambiental para la sociedad para identificar el problema e involucrarse en el control. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar protocolos para la erradicación de especies invasoras seleccionadas. Entrenar grupos especializados para erradicación, según cada grupo y sus características. Educar e informar a la sociedad de la importancia de la erradicación y de los impactos de no erradicar exóticas.
Investigación	<ul style="list-style-type: none"> Privilegiar estudios sobre la ecología de especies invasoras a todos los niveles. Diseñar y establecer un programa de monitoreo de especies prioritarias. Crear un grupo o red de investigadores especializados en especies invasoras. Promover la investigación en temas de taxonomía de especies invasoras. Promover el monitoreo, por parte de universidades, mediante capacitación. Generar información para crear una base de datos a nivel nacional. Diseñar sistemas de alerta temprana. Efectuar proyectos que permitan evaluar los riesgos de introducción y dispersión por agua de lastre. Fortalecer a expertos en taxonomía de flora y fauna nativa. Formar cuadros que conjunten taxonomía y sistemática con conservación. 	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar la investigación para desarrollar métodos efectivos para impedir la dispersión de especies invasoras, así como de métodos de exterminio que sean realmente selectivos y de alta seguridad. Fomentar estudios sobre la biología de las especies invasoras. Fomentar investigación directa sobre actividades productivas que son vectores, enfocándose a determinar medidas para disminuir los riesgos. Hacer estudios integrales a nivel de cuenca para apoyar el manejo y control de plantas acuáticas invasoras. Documentar la historia de especies invasoras de riesgo para México en ecosistemas similares y sus efectos. Describir y desarrollar usos potenciales de especies invasoras que contribuyan a su control (excepto para malezas acuáticas). Reforzar la investigación sobre métodos de control biológico. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar métodos específicos para la erradicación de invasoras. Desarrollar métodos integrales y protocolos de erradicación. Crear bases de datos sobre especies erradicadas y su comportamiento. Documentar las experiencias de erradicación en otros países y aprovecharlas en México. Implementar el monitoreo de sitios con erradicaciones realizadas para medir éxito e impacto.
Políticas	<ul style="list-style-type: none"> Respetar y actualizar la carta nacional pesquera. Transferir las competencias relacionadas con la pesca y acuicultura a la Semarnat. Abrir oportunidades para desarrollar mecanismos de apoyo para la prevención y control de invasoras. Promover políticas de prevención desde un enfoque sistémico de manejo de cuencas. Fomentar el cultivo de especies nativas. Reforzar la vigilancia (aduanas, mercados, acuarios) para evitar la introducción y comercialización de especies invasoras. 	<ul style="list-style-type: none"> Crear el Instituto Nacional de Especies Invasoras para normar y coordinar a nivel de cuencas, estados y regiones las actividades de prevención, control y erradicación. Promover políticas de control con un enfoque de manejo de cuencas. Endurecer las políticas de compra, venta, movilización de especies y establecer aranceles a productos que se consideren vectores de especies invasoras de alto impacto. Incrementar cercos sanitarios. Continuar con el método de control integral para lirio acuático propuesto por el <i>Bioherbicide Group</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar el uso y protección de especies nativas, y darles preferencia siempre sobre las exóticas. Promover el cambio de enfoque de especies exóticas a nativas en los productores (forestales, piscícolas, etc). Promover paquetes biotecnológicos adecuados con especies nativas. Promover políticas de erradicación con un enfoque de manejo de cuencas.

	Prevención	Control	Erradicación
Legales	<ul style="list-style-type: none"> • Generar listas de especies prohibidas o permitidas en distintos grados, basadas en análisis de riesgo. • Promover que el Estado designe a quien está autorizado para hacer un análisis de riesgo. • Que haya una Norma Oficial Mexicana que regule la introducción, cultivo, transporte, cría, venta y/o cualquier otro uso de plantas acuáticas, peces y organismos acuáticos, en general, en México. • Establecer en el gobierno federal una política de “Ventanilla única” para las decisiones en materia de especies invasoras. • Reforzar la aplicación de las leyes existentes y promover a las empresas para que las cumplan. • Reforzar la aplicación de las convenciones y acuerdos internacionales en lo concerniente a especies exóticas. • Promover tratados binacionales de prevención con países fronterizos (EUA, Guatemala, Belice y países del Caribe). • Obligar a proveedores de plantas y animales a recibir capacitación en el manejo de especies, y a cumplir con las disposiciones de seguridad y prevención. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar normas de bioseguridad y • Protocolos para la introducción de especies en México. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desregular la captura de especies exóticas.
Financieros	<ul style="list-style-type: none"> • Encauzar fondos para la investigación en el tema de especies invasoras. • Promover la aportación de fundaciones internacionales para la prevención y control de especies invasoras. • Crear un fondo o fideicomiso para activar programas urgentes de prevención y preparar mecanismos de respuesta rápida. • Promover la aportación de recursos y capacidades del Ejército y de Protección Civil en el campo de especies invasoras. • Promover incentivos económicos para la erradicación de especies. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contar con fondos de contingencia para el control de especies invasoras, similar a fondos para atender desastres naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear un fondo nacional para la erradicación de especies invasoras.

Mesa de trabajo 3. Especies invasoras de plantas terrestres

<p>Actividades prioritarias</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer una estrategia nacional de prevención y control de especies invasoras que incluya a todos los grupos taxonómicos. • Apoyar el trabajo taxonómico en general y su publicación accesible. • Continuar con el establecimiento de prioridades (especies, regiones y ecosistemas). <ul style="list-style-type: none"> – Llenar los vacíos de conocimiento con diferentes sectores de la sociedad. – Efectuar el análisis de rutas o vectores de ingreso (ejemplo: viveristas). • Definir métodos de control más adecuados para cada especie. • Elaborar y disseminar información pública de especies exóticas invasoras (taxonomía, distribución e impactos) en guías organizadas por estado, regiones bioclimáticas, ANP, etcétera. • Elaborar un sistema de detección temprana. • Concientizar a los sectores gubernamental, científico y técnico sobre la importancia de atender los problemas que representan las especies invasoras. • Concienciar al público en general a través de <i>spots</i> de TV, radio, etcétera. • Organizar redes con enfoque horizontal y vertical.
<p>Formación de recursos humanos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenar personal en el uso de herramientas taxonómicas. • Capacitar a personal técnico en puntos de ingreso, al personal que administra las Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable (UMAS), y en regiones de importancia para la biodiversidad. • Concienciar a técnicos asociados a las colecciones. • Fomentar el trabajo técnico y académico en campo. • Incluir el tema en los currículos de niveles medio superior y superior en diversas carreras (economía, agronomía, derecho, ingeniería forestal, biología, antropología).
<p>Políticas públicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Generar normatividad específica sobre la introducción intencional de especies útiles. • Definir listas oficiales de especies reguladas a diferentes niveles de restricción. • Reconstruir el personal y equipo federales dedicados a la fitosanidad. • Incluir las malezas ambientales en toda consideración en las listas fitosanitarias. • Promover la legislación a nivel estatal en materia de especies invasoras, su prevención y control.
<p>Manejo de información</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar catálogos científicos y guías sobre las especies invasoras. • Generar materiales informativos para el público en general. • Establecer una base de datos para el público con plataforma en Internet (ejemplo: bases de datos GISP).
<p>Redes de aprendizaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Crear redes virtuales para el intercambio de información, experiencias y lecciones aprendidas. • Realizar talleres sobre especies invasoras que persigan objetivos específicos y se efectúen de manera periódica.
<p>Alianzas y cooperación institucional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover programas de trabajo conjunto entre las secretarías involucradas en el tema de las invasoras (agricultura, medio ambiente, salud, pesca). • Generar un Consejo Ejecutivo Nacional para la prevención y control de las especies invasoras (tipo Cibogem).
<p>Financiamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un fondo nacional temático para el control de especies invasoras y fomentar la investigación aplicada en la materia. • Aprovechar infraestructura disponible de organizaciones (ejemplo: comités estatales de sanidad vegetal). • Involucrar todos los posibles donadores de recursos para aportar contribuciones a un fondo nacional.
<p>Educación al público</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciar al público en general (<i>spots</i> de TV, radio, etc). • Fomentar la apropiación del tema en el medio rural.

ANEXO 4 Marco jurídico en el régimen nacional que prevalece actualmente en México en materia de especies invasoras

(Fuente: Virginia Cornett, *The Nature Conservancy*, Programa México)

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
RÉGIMEN NACIONAL		
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<p><i>Artículo 4.-</i> Prevé el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.</p> <p><i>Artículo 25.-</i> Prevé el desarrollo integral y sustentable, así como el cuidado y conservación de los recursos productivos y del medio ambiente.</p> <p><i>Artículo 27.-</i> Establece las limitaciones y modalidades a la propiedad. Regulación de los elementos de los recursos naturales. Medidas de conservación y restauración del equilibrio ecológico. Medidas para evitar la destrucción de los elementos naturales.</p> <p><i>Artículo 73 fracción XXIX G.-</i> Contempla la facultad del Congreso de la Unión para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, Estados y Municipios en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.</p>	
LEYES AMBIENTALES		
Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental (LGEEPA)	<p>Sirve de marco regulatorio de toda autorización en materia de los impactos ambientales por la realización de obras o actividades que generen o puedan generar efectos significativos sobre el ambiente o lo recursos naturales.</p>	<p>Diciembre 13, 1996.</p>
Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental	<p><i>Capítulo II</i> <i>De Las Obras o Actividades que Requieren Autorización en Materia de Impacto Ambiental y de las Excepciones</i></p> <p><i>Artículo 5.</i> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p><i>N) Plantaciones Forestales</i></p> <p>I. Plantaciones forestales con fines comerciales en predios cuya superficie sea mayor a 20 hectáreas, las de especies exóticas a un ecosistema determinado y las que tengan como objetivo la producción de celulosa, con excepción de la forestación con fines comerciales con especies nativas del ecosistema de que se trate en terrenos preferentemente forestales, y</p> <p>II. Reforestación o instalación de viveros con especies exóticas, híbridos o variedades transgénicas.</p> <p><i>U) Actividades Acuícolas que Puedan Poner en Peligro la Preservación de Una o Más Especies o Causar Daños a Los Ecosistemas:</i></p> <p>III. Siembra de especies exóticas, híbridos y variedades transgénicas en ecosistemas acuáticos, en unidades de producción instaladas en cuerpos de agua, o en infraestructura acuícola situada en tierra.</p>	<p>Mayo 30, 2000.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>Reglamento de la LGEEPA en Materia de Áreas Naturales Protegidas</p>	<p><i>Título Cuarto</i> <i>Del establecimiento de Áreas Naturales Protegidas</i> <i>Capítulo II</i> <i>De las declaratorias para el establecimiento de áreas naturales protegidas</i> Art. 61.- Las subzonas de recuperación tendrán por objeto detener la degradación de los recursos y establecer acciones orientadas hacia la restauración del área. Estas subzonas se establecerán en aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una alteración, modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales debido a actividades humanas o fenómenos naturales, caracterizándose por presentar algunos de los siguientes aspectos: ... IV. Introducción de especies exóticas</p> <p><i>Título Sexto</i> <i>De los usos, aprovechamientos y autorizaciones</i> <i>Capítulo I</i> <i>De los usos y aprovechamientos permitidos y de las prohibiciones</i> Art. 81.- En las áreas naturales protegidas sólo podrán realizar aprovechamientos de recursos naturales que generen beneficios a los pobladores que ahí habiten y que sean acordes con los esquemas de desarrollo sustentable, la declaratoria respectiva, su programa de manejo, los programas de ordenamiento ecológico, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. Los aprovechamientos deberán llevarse a cabo para: ... II. Desarrollo de actividades y proyectos de manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, así como agrícolas, ganaderos, agroforestales, pesqueros, acuícolas o mineros siempre y cuando: a) No se introduzcan especies silvestres exóticas diferentes a las ya existentes o transgénicas;</p> <p>Art. 87.- De acuerdo con la declaratoria podrán establecerse las siguientes prohibiciones, salvo que se cuente con la autorización respectiva: ... IX.- Introducir ejemplares o poblaciones silvestres exóticas.</p>	<p>Noviembre 30, 2000.</p>
<p>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</p>	<p><i>Título Cuarto</i> <i>Del Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales</i> <i>Capítulo II.</i> <i>Del Aprovechamiento y Uso de los Recursos Forestales</i> <i>Sección 2.</i> <i>De las Plantaciones Forestales Comerciales</i> Art. 85.- Queda prohibido el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en sustitución de la vegetación primaria nativa actual de los terrenos forestales, salvo en los siguientes casos: ... La Secretaría expedirá la norma oficial mexicana que establezca las especies de vegetación forestal exótica que ponga en riesgo la biodiversidad.</p> <p><i>Título Quinto</i> <i>De las Medidas de Conservación Forestal</i> <i>Capítulo V.</i> <i>De la Reforestación y Forestación con Fines de Conservación y Restauración</i> Art. 131.- Los tres órdenes de gobierno impulsarán la reforestación con especies forestales autóctonas o nativas. La norma oficial mexicana definirá las especies de vegetación forestal exótica, que por sus características biológicas afecten los procesos o patrones de distribución de la vegetación forestal nativa en terrenos forestales y preferentemente forestales, cuya autorización esté prohibida.</p>	<p>Febrero 25, 2003.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</p>	<p><i>Título Tercero</i> <i>Del Manejo y Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Forestales</i></p> <p><i>Capítulo Segundo</i> <i>Del Aprovechamiento de los Recursos Forestales</i></p> <p><i>Sección Segunda</i> <i>De las plantaciones forestales comerciales</i></p> <p><i>Artículo 46.</i> El programa de manejo de plantación forestal comercial simplificado previsto en el artículo 87, fracción V, de la Ley, contendrá la información siguiente:</p> <p>VII. En caso de que las especies a plantar sean exóticas, las actividades para evitar su propagación no controlada en las áreas con vegetación forestal,</p> <p><i>Artículo 48.</i> La solicitud de autorización a que se refiere el artículo anterior deberá presentarse con los anexos siguientes:</p> <p>IV. Programa de manejo de plantación forestal comercial que contenga lo siguiente:</p> <p>h) En caso de que las especies a plantar sean exóticas, las actividades para evitar su propagación no controlada en las áreas con vegetación forestal.</p>	<p>Febrero 21, 2005.</p>
<p>Ley General de Vida Silvestre</p>	<p><i>Título V</i> <i>Capítulo V</i> <i>Ejemplares y Poblaciones Exóticas</i></p> <p><i>Artículo 27.</i> El manejo de ejemplares y poblaciones exóticas sólo se podrá llevar a cabo en condiciones de confinamiento, de acuerdo con un plan de manejo que deberá ser previamente aprobado por la Secretaría y en el que se establecerán las condiciones de seguridad y de contingencia, para evitar los efectos negativos que los ejemplares y poblaciones exóticas pudieran tener para la conservación de los ejemplares y poblaciones nativas de la vida silvestre y su hábitat.</p> <p><i>Artículo 28.</i> El establecimiento de confinamientos sólo se podrá realizar de conformidad con lo establecido en las disposiciones aplicables, con la finalidad de prevenir y minimizar los efectos negativos sobre los procesos biológicos y ecológicos, así como la sustitución o desplazamiento de poblaciones de especies nativas que se distribuyan de manera natural en el sitio.</p> <p><i>Título VI</i> <i>Conservación de la Vida Silvestre</i> <i>Capítulo X</i> <i>Liberación de Ejemplares al Hábitat Natural</i></p> <p><i>Artículo 79.</i> La liberación de ejemplares a su hábitat natural, se realizará de conformidad con lo establecido en el reglamento. La Secretaría procurará que la liberación se lleve a cabo a la brevedad posible, a menos que se requiera rehabilitación.</p> <p>Si no fuera conveniente la liberación de ejemplares a su hábitat natural, la Secretaría determinará un destino que contribuya a la conservación, investigación, educación, capacitación, difusión, reproducción, manejo o cuidado de la vida silvestre en lugares adecuados para ese fin.</p> <p><i>Artículo 80.</i> La Secretaría podrá autorizar la liberación de ejemplares de la vida silvestre al hábitat natural con fines de repoblación o de reintroducción, en el marco de proyectos que prevean:</p> <p>a) Una evaluación previa de los ejemplares y del hábitat que muestre que sus características son viables para el proyecto.</p> <p>b) Un plan de manejo que incluya acciones de seguimiento con los indicadores para valorar los efectos de la repoblación o reintroducción sobre los ejemplares liberados, otras especies asociadas y el hábitat, así como medidas para disminuir los factores que puedan afectar su sobrevivencia, en caso de ejemplares de especies en riesgo o de bajo potencial reproductivo.</p> <p>c) En su caso, un control sanitario de los ejemplares a liberar.</p> <p><i>Artículo 81.-</i> Cuando no sea posible realizar acciones de repoblación ni de reintroducción, la Secretaría podrá autorizar la liberación de ejemplares de la vida silvestre al hábitat natural en el marco de proyectos de traslocación que incluyan los mismos componentes señalados en los dos artículos anteriores. Los ejemplares que se liberen deberán, en lo posible, pertenecer a la subespecie más cercana, genética y fisonómicamente, a la subespecie desaparecida.</p> <p><i>Título VIII</i> <i>Medidas de Control y de Seguridad, Infracciones y Sanciones</i> <i>Capítulo V</i> <i>Infracciones y Sanciones Administrativas</i></p> <p><i>Art. 122.-</i> Son Infracciones a lo establecido en esta Ley:</p> <p>...</p> <p>VI. Manejar ejemplares de especies exóticas fuera de confinamiento controlado o sin respetar los términos del plan de manejo aprobado.</p>	<p>Julio 3, 2000.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>Ley de Pesca</p>	<p>Es el marco regulatorio de la pesca y acuicultura nacional; se orienta hacia el desarrollo pleno y sostenido de la actividad pesquera y acuícola, y da certidumbre a aquellos que participan a lo largo de toda la cadena productiva.</p> <p><i>Capítulo I</i> <i>Disposiciones Generales</i> <i>Artículo 3.-</i> La aplicación de la presente Ley corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, sin perjuicio de las facultades atribuidas a otras dependencias de la Administración Pública Federal, las que deberán establecer la coordinación necesaria con esta Secretaría, la cual estará facultada para: ... VIII. Regular la introducción de especies de la flora y fauna acuáticas en cuerpos de agua de jurisdicción federal; definir las normas técnicas sanitarias para garantizar el sano desarrollo de las especies acuáticas y comprobar las medidas de prevención y control en materia de sanidad acuícola, en forma directa o por medio de laboratorios debidamente acreditados, en coordinación con las dependencias competentes de la Administración Pública Federal.</p>	<p>Junio 25, 1992.</p>
<p>Reglamento de la Ley de Pesca</p>	<p><i>Capítulo V</i> <i>De la Introducción de Especies Vivas en Cuerpos de Agua de Jurisdicción Federal</i> <i>Artículo 125.-</i> Los interesados en obtener la autorización para introducir especies vivas en cuerpos de agua de jurisdicción federal, deberán cumplir con los requisitos siguientes: ... IV. En el caso de especies que no existan en forma natural en aguas nacionales, además de la información establecida en la fracción I y de los documentos señalados en la fracción II de este artículo, se deberá presentar el estudio técnico con bibliografía referente a la biología y hábitos de la especie a introducir, y V. En el caso de que se pretenda introducir especies exóticas, además de la información establecida en la fracción I y de los documentos señalados en la fracción II de este artículo, se deberá presentar la descripción del posible efecto que causaría la introducción de la especie sobre la flora y fauna nativas, y particularmente la de las especies sujetas a algún régimen de protección especial, de conformidad con las normas y demás disposiciones legales aplicables. Dicha autorización estará sujeta a las disposiciones contenidas en las normas que expida la Secretaría. <i>Artículo 126.-</i> La introducción de especies vivas que no existan de forma natural en el cuerpo de agua de jurisdicción federal receptor, la Secretaría, considerando la opinión del Instituto Nacional de la Pesca y observando el periodo de cuarentena previo, resolverá sobre la procedencia de la misma. Para tal efecto, el solicitante deberá cumplir con los requisitos previstos en las normas que para tal efecto expida la Secretaría. <i>Capítulo VI</i> <i>De la Sanidad Acuícola</i> <i>Artículo 128.-</i> La Secretaría podrá autorizar la introducción a territorio nacional de especies vivas de la flora y fauna acuáticas, mediante la presentación de un certificado de sanidad expedido por la autoridad competente del país de origen. Asimismo, expedirá las normas en materia de sanidad acuícola relativas a la prevención, diagnóstico y control de las enfermedades que puedan afectar a los organismos acuáticos vivos. Las especies que se introduzcan a territorio nacional en los términos del párrafo anterior, se sujetarán a las cuarentenas de conformidad con las normas aplicables, y al término de las mismas, para su disposición final, será necesario obtener un certificado de sanidad acuícola expedido por la Secretaría. <i>Capítulo VI</i> <i>De la Sanidad Acuícola</i> <i>Artículo 130.-</i> Se requerirá del certificado de sanidad acuícola expedido por la Secretaría o por terceros acreditados y aprobados, en los casos siguientes: I. Cuando las especies acuícolas vivas, en cualesquiera de sus fases de desarrollo, se produzcan en instalaciones ubicadas en el territorio nacional y se movilicen de una granja a otra o se pretendan introducir a un cuerpo de agua de jurisdicción federal distinto, o se destinen a la exportación.</p>	<p>Septiembre 29, 1999.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>Carta Nacional Pesquera</p>	<p>Que la Ley de Pesca confiere a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, la facultad para elaborar, publicar y mantener actualizada la Carta Nacional Pesquera, previa su sanción por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p> <p>El Reglamento de la Ley de Pesca establece que la Carta Nacional Pesquera es la presentación cartográfica y escrita de los indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros y acuícolas en aguas de jurisdicción federal.</p> <p>El Reglamento de la Ley de Pesca establece que la CNP debe contener indicadores sobre la disponibilidad y conservación de los recursos pesqueros, información indispensable para la toma de decisiones en materia de administración y el manejo de los recursos.</p> <p>La Carta Nacional Pesquera deberá contener:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Inventario de los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal, susceptibles de aprovechamiento. 2.- La determinación del esfuerzo pesquero susceptible de aplicarse por especie o grupo de especies en un área determinada. 3.- Lineamientos, estrategias y demás provisiones para preservar, proteger, restaurar y aprovechar los recursos acuáticos y para realizar actividades productivas y demás obras sin afectar los ecosistemas respectivos. <p>La CNP ofrece elementos conceptuales y metodológicos novedosos, entre ellos métodos y líneas de investigación, información estadística en gráficas de producción o captura, estrategias de administración y manejo de las pesquerías, investigación científica orientada a la acuicultura y una descripción y líneas de investigación sobre las especies bajo algún régimen de protección especial.</p> <p>Las fichas contienen los nombres comunes y científicos de las especies que son capturadas y cultivadas, así como las que se encuentran en protección, los indicadores de la pesquería y la acuicultura.</p> <p>Cabe destacar que la CNP contiene un Inventario de la Ictiofauna Dulceacuícola distribuida en México, en donde se puede observar la gran cantidad de especies introducidas, exóticas y nativas nacionales translocadas, es decir, trasladadas de sus lugares de origen hacia otras regiones del propio país convirtiéndolas en especies exóticas, lo cual puede considerarse como un indicador de presión que afecta seriamente la vida silvestre, particularmente porque la mayor parte de estas introducciones se han realizado vía las actividades acuícolas y acuiculturales.</p>	
<p>LEYES SANITARIAS</p>		
<p>Ley Federal de Sanidad Vegetal y su Reglamento</p>	<p><i>Título Primero</i> <i>Disposiciones Generales</i> <i>Capítulo II</i> <i>Conceptos</i> <i>Artículo 5.-</i> Para los efectos de la ley se entiende por: Cuarentenas: restricciones a la movilización de mercancías que se establecen en normas oficiales, con el propósito de prevenir o retardar la introducción de plagas en áreas donde no se sabe que existan. Por sus objetivos podrán ser exteriores, si previenen la introducción y presencia de plagas exóticas, o interiores, si retardan la propagación, controlan o erradican cualquier plaga que se haya introducido; Plaga exótica: la que es originaria de otro país;</p> <p><i>Título Segundo</i> <i>De la Protección Fitosanitaria</i> <i>Capítulo V</i> <i>Del Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Vegetal</i> <i>Artículo 47.-</i> La Secretaría podrá acordar y convenir con los gobiernos de los estados, organismos auxiliares y particulares interesados, la creación de uno o varios fondos de contingencia para afrontar inmediatamente las emergencias fitosanitarias que surjan por la presencia de plagas exóticas o existentes en el territorio nacional, que pongan en peligro el patrimonio agrícola o forestal del país.</p>	<p>Enero 5, 1994.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>Ley Federal de Sanidad Animal</p>	<p><i>Título Primero</i> <i>Disposiciones Generales</i> <i>Capítulo II</i> <i>Conceptos</i> <i>Artículo 2.-</i> Para los efectos de esta ley, se entiende por: Enfermedad o plaga exótica: la que es extraña en el territorio nacional o en una región del mismo.</p> <p><i>Capítulo VII</i> <i>Del Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal</i> <i>Artículo 35.-</i> La Secretaría, en los términos del reglamento de esta Ley, integrará y operará el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal y expedirá las normas oficiales que establezcan las medidas de seguridad que deberán aplicarse al caso particular en el que se diagnostique la presencia de una enfermedad o plaga exótica de los animales.</p> <p>Cuando por el número de casos que se presenten, la Secretaría pueda inferir, con base en el análisis de riesgo que realice, la posible aparición de un epizootia, activará y coordinará el Dispositivo Nacional de Emergencia de Sanidad Animal en todo el territorio nacional o en una región específica.</p> <p>Dicho dispositivo consistirá en la aplicación urgente y coordinada de las medidas correspondientes, por parte de la Secretaría y con apoyo de los servidores públicos de los gobiernos de los estados o del gobierno del Distrito Federal y de los particulares que operen puntos de verificación, los médicos veterinarios, organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, unidades de verificación y laboratorios de pruebas en materia zoonosanitaria, los propietarios y administradores de establecimientos Tipo Inspección Federal, los integrantes de los comités consultivos nacionales que constituya la Secretaría, los integrantes del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal, consejos estatales y regionales, así como los comités estatales de Fomento y Protección Pecuaria, de acuerdo con la norma oficial de emergencia que expida. La Secretaría deberá justificar plenamente la expedición de dicha norma.</p> <p><i>Artículo 36.-</i> La Secretaría, para el mejor cumplimiento de su responsabilidad, podrá acordar y convenir con los gobiernos de los estados, el gobierno del Distrito Federal, organismos auxiliares, así como con particulares, la creación de uno o varios fondos de contingencia, en los términos que señalen las partes para hacer frente con agilidad, a las emergencias zoonosanitarias producidas por la presencia de enfermedades exóticas o desconocidas, que pongan en peligro el patrimonio pecuario del país.</p>	<p>Junio 18, 1993.</p>
<p>Ley Federal de Derechos</p>	<p>Establece cuotas por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificados fitosanitarios y zoonosanitarios para la movilización nacional, exportación, importación. • Certificación de la calidad zoonosanitaria de un establecimiento Tipo Inspección Federal; • Certificado fitosanitario o zoonosanitario de liberación al medio ambiente de organismos manipulados mediante la aplicación de ingeniería genética. 	<p>Diciembre 31, 1981.</p>
<p>NORMAS Y ACUERDOS</p>		
<p>Semarnat</p>	<p>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental – Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres – Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio – Lista de Especies en Riesgo.</p>	<p>Marzo 6, 2002.</p>
	<p>Norma Oficial Mexicana NOM-144-SEMARNAT-2004, Que establece las medidas fitosanitarias reconocidas internacionalmente para el embalaje de madera, que se utiliza en el comercio internacional de bienes y mercancías.</p>	<p>Enero 18, 2005.</p>
	<p>Norma Oficial Mexicana NOM-028-SEMARNAT-1995, Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal.</p>	<p>Junio 24, 1996.</p>
	<p>Norma Oficial Mexicana NOM-005-SEMARNAT-1997, Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal.</p>	<p>Mayo 20, 1997.</p>
	<p>Norma Oficial Mexicana NOM-010-SEMARNAT-1996, Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hongos.</p>	<p>Mayo 28, 1996.</p>

Anexo 4 Marco jurídico en el régimen nacional que prevalece actualmente en México en materia de especies invasoras

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
Sagarpa	Acuerdo que establece la clasificación y codificación de mercancías cuya importación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, publicado en el <i>DOF</i> el 26 de marzo de 2002 y las dos reformas del mismo de fechas 12 de febrero de 2003 y 24 de diciembre de 2003.	Marzo 26, 2002.
	Norma Oficial Mexicana NOM-006-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos mínimos aplicables a situaciones generales que deberán cumplir los vegetales, sus productos y subproductos que se pretendan importar cuando estos no estén establecidos en una norma oficial específica.	Febrero 26, 1996.
	Norma Oficial Mexicana NOM-007-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos fitosanitarios y especificaciones para la importación de material vegetal propagativo.	Noviembre 30, 1998.
	Norma Oficial Mexicana NOM-035-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la aprobación de personas físicas como unidades de verificación.	Enero 16, 1997.
	Norma Oficial Mexicana NOM-036-FITO-1995, por la que se establecen los criterios para la aprobación de personas morales interesadas en fungir como laboratorios de diagnóstico fitosanitario y análisis de plaguicidas.	Septiembre 30, 1996.
	Norma Oficial Mexicana NOM-043-FITO-1999, Especificaciones para prevenir la introducción de malezas cuarentenarias a México.	Marzo 1, 2000.
	Norma Oficial Mexicana NOM-062-FITO-1995, por la que se establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la importación de vegetales, sus productos y subproductos por medio de correo o servicios de mensajería.	Enero 16, 1998.
	Norma Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional.	Agosto 16, 1994.
	Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los estados unidos mexicanos.	Agosto 16, 1994.
	Norma Oficial Mexicana NOM-030-PESC-2000, que establece los requisitos para determinar la presencia de enfermedades virales de crustáceos acuáticos vivos, muertos, sus productos o subproductos en cualquier presentación y artemia (<i>Artemia spp</i>), para su introducción al territorio nacional y movilización en el mismo.	Enero 23, 2002.
	Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-05-PESC-2002, que establece los requisitos y medidas para prevenir y controlar la dispersión de enfermedades de alto impacto y para el uso y aplicación de antibióticos en la camaronicultura nacional.	Julio 19, 2002.

ANEXO 5 Marco jurídico en el régimen internacional que prevalece actualmente en México en materia de especies invasoras

(Fuente: Virginia Cornett, *The Nature Conservancy*, Programa México).

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
RÉGIMEN INTERNACIONAL Y REGIONAL²⁴		
CONSERVACIÓN		
Convenio Sobre la Diversidad Biológica	<p><i>Artículo 8. Conservación in situ</i> Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: h) Impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies;</p> <p><i>Artículos 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14 establecen medidas para la protección de la biodiversidad que se pueden aplicar también a las especies exóticas.</i></p> <p><i>Principios Rectores Provisionales para la Prevención, Introducción y Mitigación de Impactos de Especies Exóticas (Decisión V/8 del COP)</i> <u>Principio rector 1: Enfoque de precaución</u> Puesto que no pueden predecirse los impactos en la diversidad biológica de las especies exóticas, los esfuerzos para identificar e impedir introducciones involuntarias así como las decisiones relativas a introducciones deliberadas deberían basarse en el enfoque de precaución...</p> <p><u>Principio rector 2: Enfoque jerárquico en tres etapas</u> En general la prevención es, con mucho, de mejor relación de costo a eficacia y preferible desde el punto de vista del medio ambiente a la adopción de medidas después de la introducción de una especie exótica invasiva...</p> <p><u>Principio rector 3: Enfoque por ecosistemas</u> Cualquier medida para enfrentarse a las especies exóticas invasivas debería basarse en el enfoque por ecosistemas...</p> <p><u>Principio rector 4: Responsabilidad del Estado</u> Los Estados deben reconocer el riesgo que pueden plantear a otros Estados si son la fuente posible de especies exóticas invasivas y deberían adoptar las medidas adecuadas para reducir a un mínimo tal riesgo...</p> <p><u>Principio rector 5: Investigación y supervisión</u> Para elaborar una base adecuada de conocimientos que atiendan al problema, los Estados deben emprender la investigación adecuada y supervisar las especies exóticas invasivas...</p> <p><u>Principio rector 6: Educación y conciencia pública</u> Los Estados deberían facilitar la educación y la sensibilización del público acerca de los riesgos correspondientes a la introducción de especies exóticas...</p> <p><u>Principio rector 7: Control de fronteras y medidas de cuarentena</u> 1. Los Estados deberían aplicar medidas de control de fronteras y de cuarentena para asegurarse de que: a) Las introducciones deliberadas están sujetas a una autorización apropiada (Principio 10); b) Las introducciones involuntarias o no autorizadas de especies exóticas se reducen a un mínimo. 2. Estas medidas deberían basarse en una evaluación de los riesgos que plantean las especies exóticas y de sus posibles trayectos de entrada. Deben intensificarse y ampliarse, en la medida necesaria, los actuales organismos gubernamentales competentes o autoridades, y el personal debería estar adecuadamente entrenado para aplicar estas medidas...</p> <p><u>Principio rector 8: Intercambio de información</u> Los Estados deben prestar apoyo a la elaboración de bases de datos tales como la que está actualmente elaborando el Programa Mundial sobre Especies Invasivas, a fin de recopilar y divulgar la información sobre especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, a los hábitats y a las especies, las cuales habrían de utilizarse en el contexto de todas las actividades de prevención, introducción y mitigación...</p> <p><u>Principio rector 9: Cooperación, incluida la creación de capacidad</u> En función de la situación, la respuesta de un Estado pudiera ser meramente interna (dentro del país), o pudiera requerir la cooperación entre dos o más países...</p> <p><u>Principio rector 10: Introducción deliberada</u> No debería haber ninguna introducción deliberada sin una adecuada autorización de la autoridad u organismo nacional pertinentes. Debería realizarse una evaluación de riesgos, incluida una evaluación de impactos en el medio ambiente como parte del proceso de evaluación antes de llegar a una decisión de si ha de autorizarse o no una introducción propuesta. Los Estados solamente deberían autorizar la introducción de aquellas especies exóticas que en base a esta evaluación previa no es probable que causen daños inaceptables en los ecosistemas, hábitats o especies, tanto dentro del Estado como en los Estados vecinos...</p>	<p>1992.</p> <p>Mayo, 2000.</p>

²⁴ La categorización de las normas se tomó de la *Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras*, por Clare Shine, Nattley Williams y Lotear Gündling. UICN-Unión Mundial para la Naturaleza, 2000.

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
RÉGIMEN INTERNACIONAL Y REGIONAL		
CONSERVACIÓN		
<p>Convenio Sobre la Diversidad Biológica</p>	<p><u>Principio rector 11: Introducciones involuntarias</u> 1. Todos los Estados deberían promulgar disposiciones relativas a las introducciones involuntarias, (o introducciones deliberadas que ya se han establecido y han pasado a ser invasivas). Entre estas disposiciones se incluyen medidas legales y reglamentarias, instituciones y organismos con las responsabilidades correspondientes y los recursos operacionales requeridos para una intervención rápida y eficaz. 2. Han de señalarse los trayectos comunes que llevan a introducciones involuntarias y han de promulgarse disposiciones adecuadas para reducir a un mínimo tales introducciones. Las actividades sectoriales, tales como pesquerías, agricultura, silvicultura, horticultura, transporte marítimo (incluida la descarga de aguas de lastre), transporte de superficie y aéreo, proyectos de construcción, ordenación de paisajes, acuicultura para ornamentos, turismo y cotos de caza son frecuentemente trayectos por los que se realizan introducciones involuntarias. En la legislación que exija una evaluación de los impactos medioambientales de tales actividades debe también incluirse la evaluación de los riesgos correspondientes a introducciones involuntarias de especies exóticas invasivas. <u>Principio rector 12: Mitigación de impactos</u> Una vez detectado el establecimiento de una especie exótica invasiva, los Estados deben adoptar medidas tales como la erradicación, retención y control para mitigar los efectos perjudiciales. <u>Principio rector 13: Erradicación</u> Cuando la erradicación sea posible y de buena relación de costo a eficacia, debe recibir prioridad ante cualesquiera otras medidas para atender a especies exóticas invasivas ya establecidas... <u>Principio rector 14: Retención</u> Cuando la erradicación no sea apropiada, limitar la propagación (retención) constituye una estrategia apropiada solamente cuando sea limitada la zona en la que se han establecido las especies invasivas y cuando sea posible la retención dentro de límites determinados... <u>Principio rector 15: Control</u> Las medidas de control deben concentrarse en reducir los daños causados más que en reducir meramente el número de las especies exóticas invasivas...</p>	<p>1992.</p> <p>Mayo, 2000.</p>
<p>Normatividad</p>	<p>Provisiones</p>	<p>Entrada en vigor</p>
<p>Convención de Ramsar sobre los Humedales</p>	<p>Resolución VII/14 del COP sobre Humedales y Especies Invasoras <i>18. INSTA a las Partes Contratantes a:</i> a) preparar, en el ámbito de sus jurisdicciones, un inventario de especies exóticas en los humedales y a evaluarlas para identificar y dar prioridad a las que representen una amenaza para los humedales y las especies de los humedales ("evaluación del riesgo"), y a las que se puedan controlar o erradicar adecuadamente; b) crear programas para identificar especies invasoras prioritarias con miras a su control o erradicación; c) abordar en sus acciones, siempre que sea posible, el impacto ambiental, económico y social del movimiento y el transporte de especies exóticas en la propagación de las especies invasoras de humedales a nivel mundial; d) revisar las disposiciones legislativas e institucionales vigentes de acuerdo a la Resolución VII.7, y, cuando sea necesario, adoptar leyes y programas a fin de impedir la introducción en una jurisdicción de especies exóticas nuevas y peligrosas para el medio ambiente y el movimiento o comercio de tales especies dentro de una jurisdicción; e) desarrollar la capacidad necesaria a fin de identificar las especies exóticas nuevas y peligrosas para el medio ambiente (con inclusión de las que son objeto de ensayos con vistas a su uso en la agricultura y la horticultura) y a que promuevan y velen por la aplicación de la legislación y de prácticas óptimas de gestión; f) propiciar la sensibilización respecto del tema de las especies exóticas nuevas y peligrosas para el medio ambiente y faciliten los recursos necesarios para su identificación y control; y g) colaborar con otras Partes Contratantes para intercambiar información y experiencia, ampliar la capacidad general para abordar el problema de las especies invasoras de humedales y promover la coordinación regional de programas de lucha contra tales especies.</p>	<p>1971.</p>

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
<p>CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)</p>	<p><i>Conf. 13.10</i> <i>Comercio de especies exóticas invasoras</i> CONSIDERANDO que las especies exóticas pueden representar una importante amenaza para la diversidad biológica y que es probable que las especies de fauna y flora comercializadas sean introducidas en un nuevo hábitat como resultado del comercio internacional; RECORDANDO las Decisiones 10.54, 10.76 y 10.86, adoptadas por la Conferencia de las Partes en su 10ª reunión (Harare, 1997); La Conferencia de las Partes en la Convención recomienda a las Partes que:</p> <p>a) tengan en cuenta los problemas de las especies invasoras al redactar leyes y reglamentos nacionales sobre el comercio de especímenes vivos de animales o plantas;</p> <p>b) consulten con la Autoridad Administrativa del país importador propuesto, siempre que sea posible y cuando proceda, al examinar las exportaciones de especies potencialmente invasoras, a fin de determinar si existen medidas internas para reglamentar esas importaciones; y</p> <p>c) examinen las posibilidades de sinergia entre la CITES y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), y la oportunidad de una cooperación y colaboración adecuadas entre ambas Convenciones sobre la cuestión de la introducción de especies exóticas potencialmente invasoras; y</p> <p>ENCARGA a la Secretaría de la CITES, en conjunción con los comités de Fauna y de Flora, que establezca cooperación con la Secretaría del CDB y el Grupo de Especialistas de Especies Invasoras de la CSE/UICN en su importante tarea en relación con las especies exóticas invasoras.</p>	<p>Julio 1, 1975.</p>
<p>Convención sobre el Derecho del Mar</p>	<p><i>Artículo 196</i> <i>Utilización de tecnologías o introducción de especies extrañas o nuevas</i> 1. Los Estados tomarán todas las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino causada por la utilización de tecnologías bajo su jurisdicción o control, o la introducción intencional o accidental en un sector determinado del medio marino de especies extrañas o nuevas que puedan causar en él cambios considerables y perjudiciales. 2. Este artículo no afectará a la aplicación de las disposiciones de esta Convención relativas a la prevención, reducción y control de la contaminación del medio marino.</p>	<p>Diciembre 10, 1982.</p>
<p>Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques</p>	<p>Los representantes de las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales en conjunto con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Secretaría de Marina, Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Secretaría de Relaciones Exteriores participantes han acordado gestionar ante la Secretaría de Relaciones Exteriores la firma de México para su adhesión al "Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques". La Secretaría de Comunicaciones y Transportes promoverá ante la OMI, la participación de México en el nuevo proyecto que desarrolla el Programa Global para la Gestión de Agua de Lastre (<i>GloBallast</i>) GEF/PNUD/OMI, que tiene como objetivo asistir a países a reducir la transferencia de organismos acuáticos patógenos y especies invasoras en naves; la ejecución de los esquemas de la OMI; y, preparar la puesta en práctica de la nueva Convención del Agua del Lastre. Dicho proyecto será implementado en el período 2006-2007.</p>	<p>Se adoptó el 13 de febrero, 2004.</p>
<p>FAO. Código de Conducta para la Pesca Responsable</p>	<p>9.1.2 Los Estados deberían promover el desarrollo y la ordenación responsable de la acuicultura incluyendo una evaluación previa, disponible de los efectos del desarrollo de la acuicultura sobre la diversidad genética y la integridad del ecosistema basada en la información científica más fidedigna.</p>	<p>1995.</p>
ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS		
<p>Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad</p>	<p>Un Protocolo del CBD que regula la transferencia, manipulación y utilización de los organismos vivos modificados (OVM). Por lo menos dos aspectos de los OVM los asocian con especies exóticas invasoras: los OVM pueden convertirse en una especie exótica invasora y muchos de los procedimientos para evitar daños al ambiente por los OVM se podrían aplicar a las especies exóticas invasoras.</p>	<p>Enero 29, 2000; entró en vigor en septiembre, 2003.</p>
MEDIDAS SANITARIAS Y FITOSANITARIAS		
<p>Office International des Epizooties (OIE)/ Organización Internacional de Salud Animal</p>	<p>Entre sus objetivos es proteger la seguridad sanitaria de los intercambios internacionales de animales y productos de origen animal mediante directrices sanitarias armonizadas y reconocidas por la OMC, en el marco del mandato de la OIE en el Acuerdo MSF/SPS.</p>	

Normatividad	Provisiones	Entrada en vigor
Convención Internacional de Protección Fitosanitario (CIPF/IPPC)	<p>Artículo I.1... Con el propósito de actuar eficaz y conjuntamente para prevenir la difusión e introducción de plagas de las plantas y productos vegetales, y promover las medidas para combatirlas, las partes contratantes se comprometen a adoptar las medidas legislativas, técnicas y administrativas que se especifican en esta Convención o en los acuerdos suplementarios que se concluyan de conformidad con el Artículo III.</p> <p>Establece normas internacionales para medidas fitosanitarias (NIMF)</p> <p>Se está estudiando la inclusión de especies invasoras y su impacto ecológico debajo del alcance de esta Convención.</p>	1997.
Organización Norteamericana de Protección de la Plantas (NAPPO)	<p>Organismo regional de protección fitosanitaria afiliado a la FAO y a la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria.</p> <p>Emite Normas Fitosanitarias Regionales (NRMF) que funcionen como recomendaciones o directrices para la coordinación regional para prevenir la introducción o dispersión de plagas. Actualmente no existe ninguna NRMF aplicable directamente a las especies invasoras, pero un panel sobre especies invasoras esta en el proceso de estudiar el alcance de cubrimiento que debe tener especies invasoras bajo el CIPF/NAPPO.</p>	1976.
Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)	Organismo regional de coordinación en sanidad agropecuaria entre México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y República Dominicana.	Octubre 29, 1953.
ACUERDOS RELACIONADOS AL COMERCIO		
OMC Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias (MSF/SPS Acuerdo)	Los países pueden establecer requisitos que restringen comercio relativos a medidas sanitarias y fitosanitarias, pero deben utilizar normas internacionales (del <i>Codex Alimentarius</i> , el OIE y el CIPF), o en caso de medidas diferentes de dichas normas, que sean justificadas tecnológicamente y basadas en la evaluación de riesgos.	Enero 1, 1995.
TLCAN/NAFTA (Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte)	La Comisión sobre Cooperación Ambiental (CCA/CEC) puede desarrollar recomendaciones con relación a la introducción de especies exóticas (Art. 10 [2] [h]). Proyecto: Cierre de las rutas de las especies invasoras acuáticas en América del Norte.	1993.
GUÍAS TÉCNICAS PARA EL TRANSPORTE INTERNACIONAL		
Organización Marítima Internacional (OMI/IMO)	Directrices para el Control y la Gestión del Agua de Lastre de los Buques a fin de Reducir al Mínimo la Transferencia de Organismos Acuáticos perjudiciales y Agentes Patógenos (Anexo a Resolución A.868 [20], Asamblea 20).	Noviembre 27, 1997.
Organización de Aviación Civil Internacional (OACI/ICAO)	<p>Resoluciones sobre la Prevención de la Introducción de Especies Exóticas Invasoras (Resoluciones A-32-9, 1998, y A33-18, 2001).</p> <p>Con base en las resoluciones antes mencionadas, la OACI sigue en el proceso de desarrollar una estrategia para la prevención de la introducción involuntaria de especies exóticas invasoras por vía de la aviación civil internacional.</p>	

ANEXO 6 Formato genérico de un plan de acción para enfrentar a una especie invasora de alto impacto a la biodiversidad

Diagnóstico de la situación		
A.1	Denominación de la prioridad nacional.	(Nombre de la especie invasora con ocurrencia actual o potencial, o nombre del sitio con alta biodiversidad con elevada vulnerabilidad o impacto por especies invasoras).
A.2	Antecedentes.	Síntesis de información existente acerca de la especie o sitio en cuestión. Referencias de trabajos publicados y no publicados.
A.3	Bases de datos existentes con información sobre la especie o sitio.	Indicar si hay bases de datos con información al respecto.
A.4	Expertos nacionales y extranjeros con experiencia en la especie o sitio.	Lista de personas con experiencia e información, y que pudieran apoyar el desarrollo pormenorizado del plan de acción.
A.5	Entorno geográfico de las ocurrencias no nativas.	Área o región en que actualmente ocurre o pudiera presentarse. Estado de la invasión. Mapas existentes, listados de localidades, etcétera.
A.6	Centros de origen y sitios de entrada (actuales o potenciales).	Localidades de origen. Puertos de entrada, etcétera.
A.7	Vectores de entrada y dispersión.	Vías de introducción. Productos comerciales (actuales o "sospechosos"). Rutas o vías de dispersión. Modos de dispersión.
A.8	Métodos de control existentes.	Indicar todo tipo de métodos de prevención o control puestos en práctica en México u otros países. Mecánicos, químicos, culturales, biológicos.
A.9	Medidas de control en implementación en el país.	Infraestructura, personal y programas enfocados a su prevención o control.
A.10	Impactos sobre la biodiversidad.	Efectos verificados o estimados de la especie invasora sobre la biodiversidad local o regional. Especies nativas mayormente afectadas de manera directa. Otros impactos ecológicos y en la integridad ecológica de los sitios en que ocurre. Contribución de la especie invasora para que entren otras. Favorecimiento de incendios forestales, erosión y otros procesos de deterioro.
A.11	Impactos sobre actividades económicas o de interés humano.	Afectación a actividades agrícolas, pecuarias, industriales, servicios, etcétera. Propagación de enfermedades colaterales al daño directo.
A.12	Historia y cronología de la ocurrencia de la especie invasora en territorio nacional.	Descripción de los eventos registrados con respecto a la entrada y dispersión de la especie invasoras, indicando fechas y lugares.
A.13	Marco jurídico que favorece la intervención para controlar o prevenir la dispersión de la especie.	Síntesis de leyes, reglamentos o normas existentes que inciden en la prevención o control de la especie invasora.
A.14	Esfuerzos existentes para su control y/o erradicación.	Acciones en implementación y fondos existentes para prevenir, controlar o erradicar a la invasora. Medidas de inspección y monitoreo, etcétera.
A.15	Línea base sobre su distribución e impactos.	Indicar si existe una línea base sobre la ocurrencia y densidad de la especie, así como de los impactos causados y documentados.
A.16	Monitoreo sistemático.	Señalar si existe algún esfuerzo sistemático enfocado a evaluar la dispersión, abundancia, etc., de la especie invasora.
Acciones estratégicas		
B.1	Liderazgo y coordinación del plan de acción.	Indicar la dependencia y/u organización que debiera tomar el liderazgo y coordinación para desarrollar e implementar el plan de acción.
B.2	Actividades de prevención.	¿Qué actividades preventivas deben establecerse en el corto plazo?
B.3	Sistemas de detección temprana y respuesta rápida.	¿Qué procesos de inspección y descontaminación deben implementarse y en dónde? ¿Qué redes de detección podrían establecerse?
B.4	Agencias de gobierno involucradas o que podrían contribuir a resolver el problema.	¿Qué agencias del gobierno deben involucrarse y qué rol tiene cada una en el plan de acción?

B.5	Mejoramiento del marco jurídico e instrumentación.	¿Cómo se puede optimizar el marco jurídico existente? ¿Se requieren otros instrumentos, como una NOM?
B.6	Instituciones académicas y organizaciones civiles que pueden contribuir a su prevención o control.	¿Qué instituciones y organizaciones civiles podrían contribuir y con qué roles?
B.7	Estrategia de comunicación.	¿Qué métodos y materiales de difusión deberían producirse y cómo deberían distribuirse? ¿Qué otros medios de educación y concienciación al público pueden implementarse?
B.8	Estrategia de financiamiento.	¿Cuánto se requiere para activar el plan de acción? ¿De dónde se pueden obtener los fondos necesarios para poner en marcha el plan de acción?
B.9	Actividades esenciales para el control y manejo.	¿Qué actividades de corto plazo son esenciales para prevenir la entrada o dispersión de la especie en cuestión?
B.10	Restauración.	¿Qué actividades de restauración debieran implementarse para remediar hasta lo posible el daño causado?
B.11	Cooperación internacional requerida o deseable.	¿Con qué expertos o instituciones de otros países debiera buscarse cooperación para resolver el problema?
B.12	Necesidades de investigación.	¿Qué resulta indispensable investigar para atender las prioridades?
B.13	Manejo y difusión de información.	¿Cómo se puede mejorar la difusión de información existente y por generarse?
B.14	Monitoreo y evaluación.	¿Qué actividades de monitoreo y evaluación debieran implementarse? ¿Quién debería realizar el monitoreo y evaluación del progreso que se vaya alcanzando en el Plan de Acción?

ANEXO 7 Lista de algunas organizaciones, redes internacionales y bases de datos relacionadas con especies invasoras

Organización / Iniciativa	Dirección Internet
CCA-Comisión de Cooperación Ambiental para Norteamérica	http://www.cec.org/programs_projects/conserv_biodiv/project/index.cfm?projectID=20&varlan=espanl
Sitio <i>Malezas de México</i> , Conabio-Colegio de Postgraduados	http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm
GISP-Programa Global sobre Especies Invasoras (<i>Global Invasive Species Programme</i>)	http://www.gisp.org
IABIN-Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad	http://www.iabin.net/spanish/index.shtml
NAPPO-North American Plant Protection Organization	http://www.naplo.org/menu_s.shtml
Cactus Moth Detection and Monitoring Network-GeoResources Institute	http://www.gri.msstate.edu/research/cmdmn/
Non-Indigenous Plants and Animals Program (NAS), USGS	http://cars.er.usgs.gov/Nonindigenous_Species/nonindigenous_species.html
NEMESIS, National Exotic Marine and Estuarine Species Information System	http://invasions.si.edu/nemesis/index.html
NISbase, International Nonindigenous Species Database Network	http://www.nisbase.org/nisbase/index.jsp
Global Invasive Species Initiative at the Nature Conservancy	http://tncweeds.ucdavis.edu/
IUCN-Invasive Species Specialist Group	http://www.issg.org/
National Invasive Species Council of USA	http://www.invasivespeciesinfo.gov/
National Biological Information Infrastructure-Invasive Species Information Node	http://invasivespecies.nbii.gov/
The National Institute of Invasive Species Science	http://www.niiss.org/cwis438/niiss/home.php?WebSiteID=1
State Universities and research centers of Mexico and all other countries	http://www.invasive.org/
Non Indigenous Aquatic Species	http://nas.er.usgs.gov/
Plant Protection and Quarantine, USDA	http://www.aphis.usda.gov/ppq/
Center for Aquatic and Invasive Plants (University of Florida)	http://plants.ifas.ufl.edu/
Road Ecology Center (University of California)	http://johnmuir.ucdavis.edu/road_ecology/
Center for Invasive Plant Management	http://www.weedcenter.org/
North American Weed Management Association (NAWMA)	http://www.nawma.org/

Organización / Iniciativa	Dirección Internet
The federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds	http://www.fws.gov/ficmnew/
US Forest Service, Invasive Species Program	http://www.fs.fed.us/invasivespecies/
Bureau of Lands Management's Weeds Website	http://www.blm.gov/weeds/
Exotic Forest Pest Information System For North America	http://www.spfnic.fs.fed.us/exfor/
California Oak Mortality Task Force	http://www.cnr.berkeley.edu/comtf/
The Western Regional Panel on Aquatic Nuisance Species	http://www.fws.gov/answest/
National Invasive Species Information Center (USDA)	http://www.invasivespeciesinfo.gov/
Base de Datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina	http://www.uns.edu.ar/inbiar/
Galapagos Invasive Species	http://www.hear.org/galapagos/invasives/
The European Journal of applied research on biological invasions in aquatic ecosystems	http://www.aquaticinvasions.ru/
Weeds Across Borders	http://www.desertmuseum.org/borderweeds/
Trilateral Committee for Wildlife and Ecosystem Conservation and Management (Invasive Species)	http://www.trilat.org/invasivesinfo_eng.htm
Mississippi State University Cactus Moth Detection and Monitoring Network	http://www.gri.msstate.edu/research/cmdmn/
Invasive Species in Forestry (FAO)	http://www.fao.org/forestry/site/aliens/en/
The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper	http://www.fao.org/docrep/006/j1583e/j1583e00.htm
Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria	http://ns1.oirsa.org.sv/
Biosecurity and Pest management at New Zealand	http://www.landcareresearch.co.nz/research/biosecurity/
Plant species that threaten ecosystems of the Pacific islands	http://www.hear.org/pier/

Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México, se terminó de imprimir el mes de noviembre de 2007, en los talleres de la Imprenta San Martín, Sirio 29-A, Col. Guerrero, C.P. 06300, Deleg. Cuauhtémoc, México, D.F. La edición consta de 2,000 ejemplares.