

ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE

ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO



PREVENCIÓN, CONTROL Y ERRADICACIÓN

ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE



ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

PREVENCIÓN, CONTROL Y ERRADICACIÓN

MÉXICO 2010

Coordinación general

COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Coordinación

PATRICIA KOLEFF
ANA ISABEL GONZÁLEZ
GEORGIA BORN-SCHMIDT

Traducción de versión en inglés

YOLANDA BARRIOS

Diseño y producción editorial

ROSALBA BECERRA

Revisión de textos

LUZ ELENA VARGAS

Impresión

OFFSET REBOSÁN, S.A. DE C.V.

DR © 2010 Comisión Nacional para el
Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903
Parques del Pedregal, Tlalpan
14010 México, D.F.
www.conabio.gob.mx

Impreso en México / Printed in Mexico

Forma sugerida de citar:
Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras. 2010.
*Estrategia nacional sobre especies invasoras en México,
prevención, control y erradicación.* Comisión Nacional
para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,
Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría
de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Presentación

Las especies nativas se encuentran de manera natural en una región como resultado de un largo proceso de adaptación a las condiciones ambientales existentes y del desarrollo de complejas interacciones con otras especies, pero entre ellas se encuentran las especies exóticas invasoras, organismos transportados por medios naturales o por actividades humanas que llegan a establecerse fuera de su área de distribución natural.

Si bien se conocen los principios básicos que dan lugar a la introducción de especies a nuevos ambientes, la magnitud de los daños que su presencia puede causar a los ecosistemas, a sus servicios ambientales y a la salud humana, animal y vegetal todavía no han sido lo suficientemente estudiados. De modo que los impactos ambientales y sociales que ocasionan las especies invasoras no han podido ser valorados en toda su dimensión, como tampoco las pérdidas económicas asociadas con ellas.

Durante mucho tiempo se ignoró esta problemática, por cierto, una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo. Recientemente, el gobierno mexicano ha puesto manos a la obra y, a través de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), convocó a destacados miembros de una veintena de instituciones académicas y a representantes gubernamentales y de la sociedad civil organizada que, reunidos en un Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, han elaborado la tan necesaria Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México que hacía falta en nuestro país.

La Estrategia describe la introducción, dispersión y establecimiento de las especies invasoras, así como los efectos nocivos que este fenómeno acarrea. No sólo ofrece un diagnóstico, sino que además identifica las acciones que prioritariamente deben emprenderse para atajar el problema de manera coordinada entre todos los sectores, desde el gobierno hasta la sociedad civil. El éxito de la estrategia, que ya cuenta con la voluntad política de implementarla, dependerá sin duda de la ma-

nera en que se armonicen los programas e instrumentos legales, de una continua generación de conocimientos, así como de la participación activa de una sociedad bien informada. La Estrategia propone tres grandes objetivos estratégicos y cinco acciones transversales que orientan la participación y el trabajo coordinado entre instituciones y sectores clave de la sociedad. Tales objetivos contribuirán, a su vez, a la consolidación de una cultura que valore mejor la diversidad biológica de nuestro país, que fomente la generación de soluciones que hagan frente a las especies invasoras y sus efectos nocivos, pero, sobre todo, que prevenga la introducción de especies no nativas y la dispersión de las que ya se han establecido.

Hoy estamos poniendo un cimiento importante sobre el cual podemos avanzar promoviendo acciones transversales entre diversos sectores. Sólo de esta manera lograremos consolidar los esfuerzos para prevenir, controlar y erradicar las especies invasoras que ponen en riesgo el vasto, aunque frágil, capital natural de México. No debemos olvidar que es un privilegio contar con un país que alberga una excepcional riqueza en su biodiversidad y que esto implica, al mismo tiempo, la responsabilidad de conservarla.

La atención temprana al problema de las especies invasoras es más necesaria que nunca, sobre todo ante la amenaza de otros factores de presión, como el cambio climático. Debemos fortalecer los avances que ya tenemos. Invito a todos los mexicanos a sumarse a este esfuerzo.

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

RESUMEN

Para que México logre conservar y usar sustentablemente su patrimonio natural, es necesario revertir las tendencias de deterioro y frenar los factores de presión que amenazan la biodiversidad. Por ello, es importante prevenir la introducción de especies exóticas o no nativas que pueden llegar a establecerse y causar graves desequilibrios ecológicos, así como el manejo, control y erradicación de aquellas especies que se han vuelto invasoras. Los impactos que pueden llegar a causar dichas especies incluyen: cambios en la estructura y composición de las comunidades al desplazar poblaciones de especies silvestres, reducción de la diversidad genética, transmisión de enfermedades que afectan a la salud humana, la flora y fauna silvestres e incluso la extinción de especies nativas y la aparición de cambios en el funcionamiento de los ecosistemas con la consecuente degradación de la integridad ecológica. Además de las implicaciones ambientales, la introducción de estas especies conlleva impactos económicos, a la salud y sociales. Esto ocurre en los ambientes terrestres y acuáticos, tanto marinos como epicontinentales.

La mayoría de las especies invasoras se introducen por vías directamente relacionadas con las actividades humanas; no obstante, algunas son introducidas accidentalmente por medios naturales (viento, huracanes, tormentas o corrientes marinas). Otros factores de presión, como el cambio climático global, exacerban la dispersión y el establecimiento de especies exóticas invasoras.

Como parte de los compromisos adquiridos por México en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad, y en respuesta a los diferentes retos que representan las invasiones biológicas, la SEMARNAT identificó la necesidad de crear la *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México: prevención, control y erradicación*. Para ello se instauró el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, conformado por académicos especialistas en el tema, organizaciones civiles y representantes de diversos sectores del gobierno federal que aportaron su

conocimiento y experiencia para consolidar esta herramienta de planificación para México. La CONABIO coordinó la elaboración de esta estrategia.

El objetivo central de la estrategia es contribuir a la conservación del capital natural y el bienestar humano a través de acciones orientadas a la prevención, el control y la erradicación de especies invasoras en México mediante la participación coordinada, proactiva y responsable de todos los actores involucrados. La visión es lograr que en el año 2020 el país cuente con sistemas eficientes de prevención, detección y respuesta temprana, así como con instrumentos que operen dentro de un marco legal congruente y conforme a las necesidades de prevención, mitigación, control y erradicación de las especies invasoras.

A partir de este esfuerzo será necesario desarrollar planes de cooperación internacional, regional, nacional, estatal y municipal y establecer acciones estratégicas transversales entre los distintos sectores, fijar metas e indicadores. Las actividades transversales permitirán desarrollar los temas del marco normativo, creación de capacidades, coordinación interinstitucional, concientización y generación de conocimiento para fortalecer el logro de objetivos estratégicos: prevención y detección temprana, control y erradicación, y difusión y educación ambiental.

CONTENIDO

Introducción	9
Una estrategia para México	15
Principios	17
Estrategia: misión, visión y objetivos	19
Implementación de la estrategia	35
Regulación sobre especies invasoras en México	37
Recuadro 1 Marco normativo para especies invasoras	40
Rutas y mecanismos de introducción	43
Aguas de lastre	45
Recuadro 2 Aguas de lastre: una ruta de introducción sin fronteras	47
Prevención de introducciones	49
Recuadro 3 Análisis de riesgo de plagas	52
Respuesta temprana	53
Recuadro 4 La respuesta temprana: erradicación de la palomilla del nopal	54
Impactos económicos, sociales y ambientales	55
Recuadro 5 Impactos de las malezas acuáticas	57
Recuadro 6 Situación actual de los recursos acuáticos en Tabasco: impacto económico y social de los pecos	58
Uso de especies exóticas en actividades productivas	59
Control y erradicación de especies invasoras	63
Recuadro 7 Acciones de restauración en isla Guadalupe	64
Áreas naturales protegidas	65
Recuadro 8 Especies invasoras de mayor impacto registradas en las áreas naturales protegidas	67
Educación ambiental y difusión	69
Efectos del cambio climático	71

Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras	73
Definición de términos clave	75
Información sobre la terminología utilizada	77
Siglas y abreviaturas	79
Referencias	81
Anexo 1. Análisis FODA	87
Anexo 2. Propuestas puntuales relacionadas con la atención al tema de especies invasoras en México	89
Anexo 3. Actividades de la Dirección General de Marina Mercante, SCT en relación con el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques	93
Versión en inglés	
Strategy: mission, vision and objectives	95

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en todo el mundo son las llamadas especies invasoras (Naranjo y Dirzo 2009; Vié *et al.* 2009), las cuales alteran los ecosistemas, afectan a las especies nativas, provocan severos daños a los servicios ambientales y a la salud pública, además de pérdidas económicas. Muchos organismos de otros países o regiones pueden sobrevivir en nuevos ambientes sin mostrar efectos perjudiciales durante un largo periodo de tiempo; sin embargo, algunas especies pueden superar barreras ambientales, llegar a reproducirse y establecer una nueva población viable fuera de su área de distribución natural que con el paso de varios años, puede modificar drásticamente su nuevo entorno. Para cuando los daños ocasionados por las especies invasoras son perceptibles, las invasiones, en general, han alcanzado grandes magnitudes con graves consecuencias. El comportamiento invasivo no es restrictivo de las especies exóticas, ya que algunas especies nativas pueden volverse invasoras cuando son introducidas a otra región ecológica distinta a su área de distribución en el mismo país (traslocación), o incluso en su sitio de origen, cuando se altera la dinámica ecológica del lugar (CONABIO 2009).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) define a las especies invasoras como “aquéllas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales o seminaturales, fuera de su área habitual de distribución” (CDB 2009) y señala que “es uno de los principales generadores del cambio ambiental en el mundo” (MA 2005; Sala *et al.* 2000).

Aunque las invasiones biológicas pueden ser parte de un proceso natural de dispersión y colonización de nuevos hábitats, en las últimas décadas las actividades humanas han acelerado la dispersión de especies de diferentes grupos taxonómicos, lanzándolas a grandes distancias (Álvarez-León y Gutiérrez-Bonilla 2007; Hernández-Becerril *et al.* 2003). Así, las barreras geográficas naturales que durante millones de años han limitado el movimiento de muchas especies, se volvieron cada vez menos eficaces con los primeros movimientos migratorios humanos. Hasta la fecha, una gran variedad de organismos siguen siendo transportados e introducidos a nuevas áreas con fines productivos. En el último siglo, derivado de la modernización del trans-

porte, las vías de comunicación y la apertura de nuevas rutas comerciales, el movimiento intencional y accidental de especies exóticas se incrementó hasta alcanzar niveles sin precedentes (Burgiel *et al.* 2006; McNeely *et al.* 2001). Al mismo tiempo, los cambios en el uso de suelo, la alteración de los ecosistemas y el cambio climático están incrementando la vulnerabilidad de muchos hábitats a las invasiones, aun en las áreas naturales más remotas (Mooney y Hobbs 2000; Simberloff 2000).

Los impactos ecológicos que causan las especies invasoras pueden ser dramáticos y llegan incluso a causar la extinción de poblaciones y especies nativas (Wilcove *et al.* 1998), la degradación de los ambientes acuáticos y terrestres (Carlton 2001; D'Antonio y Kark 2002), particularmente los insulares (Veitch y Clout 2002), la alteración de los procesos y funciones ecológicas y la modificación de los ciclos biogeoquímicos (D'Antonio y Vitousek 1992).

Las especies invasoras deterioran los recursos naturales y, en consecuencia, los servicios ambientales, afectan la producción de alimentos y pueden ser devastadoras en ecosistemas agropecuarios (Pimentel *et al.* 2005); dañan la infraestructura pública, degradan las tierras de cultivo, incrementan la vulnerabilidad a sufrir embargos comerciales, afectan la calidad del agua y los paisajes de valor turístico e histórico; por todo esto, sus impactos pueden significar elevados costos, tanto por el daño directo como por el gasto invertido en su control o erradicación (Pimentel *et al.* 2000; 2001; 2005). Los ambientes acuáticos en particular han demostrado ser extremadamente sensibles; aproximadamente 40% de las extinciones de especies que habitan estos ambientes han estado relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia de especies invasoras (Pimentel *et al.* 2001). Se estima que la tasa de extinción en los ambientes acuáticos, particularmente en los dulceacuícolas, es cinco veces mayor que en los ambientes terrestres (Ricciardi y Rasmussen 1999).

La biodiversidad insular es especialmente vulnerable a las especies introducidas debido a que en estos ambientes hay una alta proporción de especies endémicas que carecen de mecanismos de defensa ante las especies exóticas con las cuales no coevolucionaron. Los efectos observados son la extinción en tiempos muy breves por competencia, depredación o patógenos (Primack 2002). Para la avifauna de las islas en particular, el riesgo de extinción es cuarenta veces más alto que para las especies continentales (Trevino *et al.* 2007). A nivel global, se han extinguido 804 especies, y 65 más se reportan como extintas en estado silvestre (Vié *et al.* 2009). Con base en la proporción de las superficies, la extinción de especies insulares ha sido entre 500 y 700% mayor que en el territorio continental (Baillie *et al.* 2004). Las especies invasoras están consideradas como la primera causa de pérdida de biodiversidad en el territorio insular (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009). El 62% de los mamíferos, 88% de las aves, 54% de los anfibios, 86% de los reptiles y 68% de los moluscos reportados como extintos corresponden a especies

insulares (Baillie *et al.* 2004). Muchas de las extinciones de aves en islas han sido resultado directo de la introducción de vertebrados exóticos (Butchart *et al.* 2006). En las islas de México, 12% de las aves endémicas y 20% de los mamíferos endémicos se han extinguido a causa de las especies introducidas (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009); por ejemplo, los gatos ferales en los ecosistemas insulares han causado la extinción de al menos diez roedores endémicos de las islas del noroeste (Nogales *et al.* 2004).

Las especies nativas en riesgo se enfrentan a más de una amenaza a la vez por lo que es complicado discernir cuáles son las causas directas e indirectas y en qué grado actúan sinérgicamente para provocar la situación de riesgo. Las interacciones entre los diversos factores de amenaza son complejas y han sido poco estudiadas, lo que hace difícil evaluar su importancia relativa. Según sea el caso, las especies invasoras pueden ser la causa principal, la variable que precipite la extinción, un elemento que contribuye marginalmente o no tener efecto alguno en la pérdida de biodiversidad (Gurevitch y Padilla 2004).

A pesar de que no todas las especies exóticas se vuelven invasoras de forma inmediata, los efectos potenciales de una especie no nativa son impredecibles y pueden llegar a ser devastadores, por lo que la defensa más eficiente es la prevención, seguida por la detección y erradicación temprana (DET). Los beneficios de la inversión requerida por un sistema de prevención o DET compensan ampliamente las pérdidas provocadas por actuar tardíamente. La capacidad de identificar especies potencialmente invasoras, además de contribuir a establecer medidas regulatorias para evitar su entrada durante las importaciones, contribuye al uso eficaz de los recursos destinados para lidiar con especies exóticas ya establecidas, particularmente aquellas que están en etapas tempranas de invasión (Kolar 2004).

El control y la erradicación de las especies invasoras no representan un objetivo de conservación en sí mismo, sino un instrumento fundamental para alcanzar la conservación de la biodiversidad y mantener el funcionamiento de los procesos ecológicos que son el sustento de los bienes y servicios que requerimos para nuestra vida diaria. Por lo tanto, es absolutamente necesario que el país haga frente a esta amenaza global conjuntando esfuerzos y estableciendo una estrategia nacional que integre la prevención, la detección, la respuesta rápida, el control y la erradicación de especies invasoras, en función de las prioridades determinadas tanto por las amenazas como por la biodiversidad en riesgo, para mantener la salud de los ecosistemas y, en consecuencia, el bienestar social y económico del país.

Los problemas relacionados con las especies exóticas invasoras son complejos y vastos; no obstante, el mayor obstáculo es que el tema es relativamente poco conocido y, en consecuencia, subestimado (Espinosa-García 2009; Espinosa-García *et al.* 2009). En México, como en otras regiones del mundo, se han introducido numerosas especies exóticas (IMTA *et al.* 2008.)

Su impacto sobre la biodiversidad local había pasado casi inadvertido hasta hace pocos años. Las acciones emprendidas hasta el momento, importantes aunque aisladas y muy puntuales, han establecido una base sólida para iniciar esta estrategia nacional. La problemática de las especies invasoras debe ser atendida por varios sectores, ya que involucra actividades agropecuarias, forestales y pesqueras, comerciales, de transporte, turísticas, sanitarias, aduanales y de conservación de la diversidad biológica, entre otras. Por ello, es fundamental la atención coordinada de todos los sectores y actores para constituir un programa nacional de acción y una política pública transversal.

Por otra parte, la cooperación con los países de la región se hace imprescindible, debido a que ni los ecosistemas ni las especies reconocen fronteras geopolíticas. Compartimos ecosistemas con varios países vecinos, lo cual puede facilitar el movimiento de especies invasoras. Igualmente, el creciente intercambio comercial, propiciado por los tratados de comercio internacional y la actual globalización, ha facilitado el paso de especies de un país a otro con el consiguiente riesgo de invasiones biológicas. De aquí se deriva la necesidad de compartir medidas preventivas y de control. Por esta razón, la Organización de las Naciones Unidas junto con otros organismos internacionales han financiado iniciativas como el Programa Global de Especies Invasoras (GISP), un programa mundial de estudio y asesoramiento sobre las especies invasoras. Éstas son un tema prioritario en el programa de trabajo sobre la biodiversidad de la Comisión de Cooperación Ambiental para América del Norte en el que colaboran Canadá, México y Estados Unidos de América en el ámbito del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN).



Aun cuando en el ámbito nacional los impactos de las especies exóticas no han sido cuantificados, los datos disponibles indican que son muchos los ecosistemas afectados (Espinosa-García 2003; Espinosa-García *et al.* 2009). Si bien se tiene una buena aproximación sobre el número de plantas no nativas a escala nacional (Espinosa-García *et al.* 2009; Villaseñor y Espinosa-García 2004), actualmente no se sabe con certeza cuántas especies exóticas invasoras (de todos los grupos de organismos, plantas, vertebrados, invertebrados, agentes patógenos, etc.) están establecidas en México, cuál es su distribución ni cuáles son sus tamaños poblacionales. Frente a las inquietantes noticias de “nuevos hallazgos”, es apremiante la necesidad de contar con un diagnóstico de la situación para actuar con decisión. Las medidas más inteligentes y eficaces para evitar nuevas introducciones son, sin duda, la prevención —incluida la educación al público en general— y la investigación científica, necesaria para establecer las medidas idóneas. Es preciso formar una red de colaboración entre científicos y representantes de instituciones gubernamentales que permita optimizar el esfuerzo invertido en la investigación, así como un compromiso tangible por parte de todas las autoridades competentes. Debido a la magnitud del problema y sus consecuencias, resulta imprescindible involucrar a todas aquellas entidades públicas y privadas que por sus actividades puedan estar relacionadas con esta problemática (sector civil organizado, empresas, asociaciones comerciales), así como a los ciudadanos, quienes muchas veces son protagonistas inconscientes de nuevas introducciones, además de ser parte fundamental de la solución. Una propuesta en este sentido fue hecha para malezas invasoras (Espinosa-García y Vibrans 2009); algunos elementos de ésta fueron incorporados en el presente documento.

Isla Banco Chinchorro, Reserva de la Biosfera reconocida por su alta biodiversidad, está amenazada principalmente por varios roedores que afectan poblaciones de aves, cangrejos y reptiles.
Foto: GECI



El abejorro de tierra (*Bombus terrestris*) es nativo de Europa, África del Norte y Asia. Se ha introducido en otras áreas como polinizador de cultivos comerciales.

Foto: Miguel Sicilia/CONABIO

El Doctor Salvador Contreras, biólogo y especialista en especies invasoras, revisando un ejemplar de pez diablo (*Loricariidae*) en la presa Infiernillo en 2006.

Foto: Roberto Mendoza

Gecko (*Hemidactylus turcicus*) originario del Medio Oriente y el Mediterráneo se introdujo como polizante en barcos y actualmente está establecida en el Golfo de México y el Caribe. Foto: Julio Lemos Espinal/CONABIO

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es nativa de Canadá y Estados Unidos. Fue introducida a México en criaderos para el mercado de mascotas y exportación, pero ha escapado a la vida silvestre ocasionando la disminución de otras poblaciones de anfibios y reptiles.

Foto: Héctor Ávila Villegas/CONABIO



UNA ESTRATEGIA PARA MÉXICO

Para enfrentar la introducción, dispersión y el establecimiento de las especies invasoras y sus efectos nocivos se requieren acciones coordinadas de todos los sectores, guiadas por una estrategia consensuada que identifique las prioridades de acción en el tema. La *Estrategia nacional sobre especies invasoras en México* propone una visión a diez años, tiempo en el cual México deberá consolidar sus sistemas de prevención, control y erradicación —de manera que los impactos negativos de las especies invasoras se reduzcan significativamente— y orientar la participación y el trabajo coordinado de instituciones y sectores clave de la sociedad para alcanzar la visión planteada. Hemos propuesto tres objetivos estratégicos que agrupan el conjunto de resultados prioritarios en materia de prevención, control y erradicación y difusión de información. Asimismo, se plantean cinco acciones estratégicas transversales que habilitarán el proceso de cumplimiento y seguimiento de esta estrategia. Para cada objetivo estratégico se han identificado las principales metas, acciones prioritarias y resultados, productos o servicios que deberán estar disponibles en 2020. Este documento incluye algunos ejemplos de temas relacionados con la problemática que representan las especies invasoras, con la finalidad de ilustrar la complejidad del tema; sin embargo, existen muchos otros ejemplos en la acuicultura, el acuarismo, la horticultura y el turismo que no se incluyen.



Este documento es el resultado del trabajo de un comité asesor (véase pág. 73) compuesto por expertos, académicos, representantes de la sociedad civil y de diversos sectores del gobierno federal, que durante dos años trabajaron aportando su conocimiento y experiencia con la finalidad de consolidar esta herramienta de planificación para México. El plan de trabajo para su instrumentación deberá ser desarrollado por cada institución acorde con sus atribuciones. Existen avances en la identificación de acciones concretas por parte del comité asesor, las instituciones y otros especialistas que en los pasados tres años han trabajado en el tema. La estrategia se vio enriquecida por los comentarios obtenidos en la consulta pública que se llevó a cabo entre enero y abril 2010, en la que participaron más de 230 personas de instituciones de los gobiernos federal y estatales, la academia, las organizaciones civiles y el público en general.

Para la elaboración de esta estrategia, el grupo asesor realizó un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) que como país tenemos con relación al tema de especies invasoras (véase Anexo 1). El documento identifica una serie de premisas consideradas importantes para atender este tema.

El gorrión casero (*Passer domesticus*) se distribuía originalmente del Medio Oriente a la región mediterránea, en 1850 fue introducida en Norteamérica. Se ha documentado que compite por el alimento y sitios de anidación con otras especies, aunque se encuentra principalmente en ambientes urbanos.
Foto: José Ignacio Granados Peón/CONABIO



PRINCIPIOS

1. La introducción de especies exóticas puede ser causada por las actividades humanas, de manera intencional o no intencional, o por medios naturales (vientos, corrientes marinas, entre otros).
2. Las especies exóticas pueden tornarse invasoras y tener efectos adversos sobre la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la salud y las actividades económicas productivas.
3. Las fronteras o límites políticos no impiden la entrada y dispersión de especies invasoras.
4. La introducción y dispersión de especies invasoras tienen como consecuencia el desplazamiento de especies nativas por competencia directa, depredación, transmisión de enfermedades o modificación del hábitat.
5. Las alteraciones en la estructura y composición de las poblaciones silvestres y la degradación de la integridad de los ecosistemas terrestres y acuáticos generan condiciones propicias para las invasiones biológicas.
6. Ante la amenaza que representa la sinergia entre el cambio climático y las especies invasoras, con efectos hasta ahora poco estudiados, debe prevalecer el principio precautorio y la visión a largo plazo.
7. Para enfrentar a las especies invasoras son necesarias acciones eficientes de prevención y detección temprana para reducir intervenciones costosas de erradicación, contención o mitigación de sus efectos.
8. Las acciones de prevención, control y erradicación de especies invasoras no sólo deben llevarse a cabo en las áreas protegidas, sino en todas las regiones del país.
9. La erradicación de especies invasoras requiere monitoreo y acciones de restauración de la integridad ecológica para evitar reintroducciones.
10. El control y manejo de las especies invasoras se debe realizar de manera integral, tomando en cuenta que afectan a los ecosistemas y no sólo a unos elementos de los mismos.
11. Considerando que las especies invasoras tienen la capacidad de adaptarse rápidamente a sus nuevos ambientes, las estrategias para su manejo deben revisarse y adecuarse de manera periódica.
12. Debido a que la problemática inherente a las especies invasoras afecta a la población en general y no sólo a los sectores directamente vinculados a su introducción, todas las autoridades, organizaciones civiles y la población en general tienen la responsabilidad compartida de evitar la entrada y dispersión de especies invasoras en el territorio nacional, así como de participar en su manejo y regulación.
13. Para enfrentar el problema de las especies invasoras es imprescindible que quienes toman las decisiones cuenten con información accesible, basada en el conocimiento científico más actualizado.
14. Una sociedad bien informada y concientizada tendrá más y mejores capacidades para participar en la solución del problema.



ESTRATEGIA: misión, visión y objetivos

Misión

Contribuir a la conservación del capital natural y el bienestar humano por medio de una Estrategia Nacional orientada a la prevención, el control y la erradicación de especies invasoras en México, que guíe la participación coordinada y la cooperación proactiva y responsable de todos los actores involucrados en la aplicación de acciones de monitoreo, detección, control y erradicación de las mismas.

Visión

Para atender la problemática de las especies invasoras, en el año 2020, México contará con sistemas eficientes de prevención, alerta y de respuesta temprana e instrumentos dentro de un marco legal congruente y conforme a las necesidades de prevención, mitigación, control y erradicación de estas especies.

Los ecosistemas de México, sobre todo si han sido alterados, y muchas de sus especies nativas podrían verse amenazadas por la introducción y establecimiento de especies invasoras. Foto: Miguel Sicilia/CONABIO

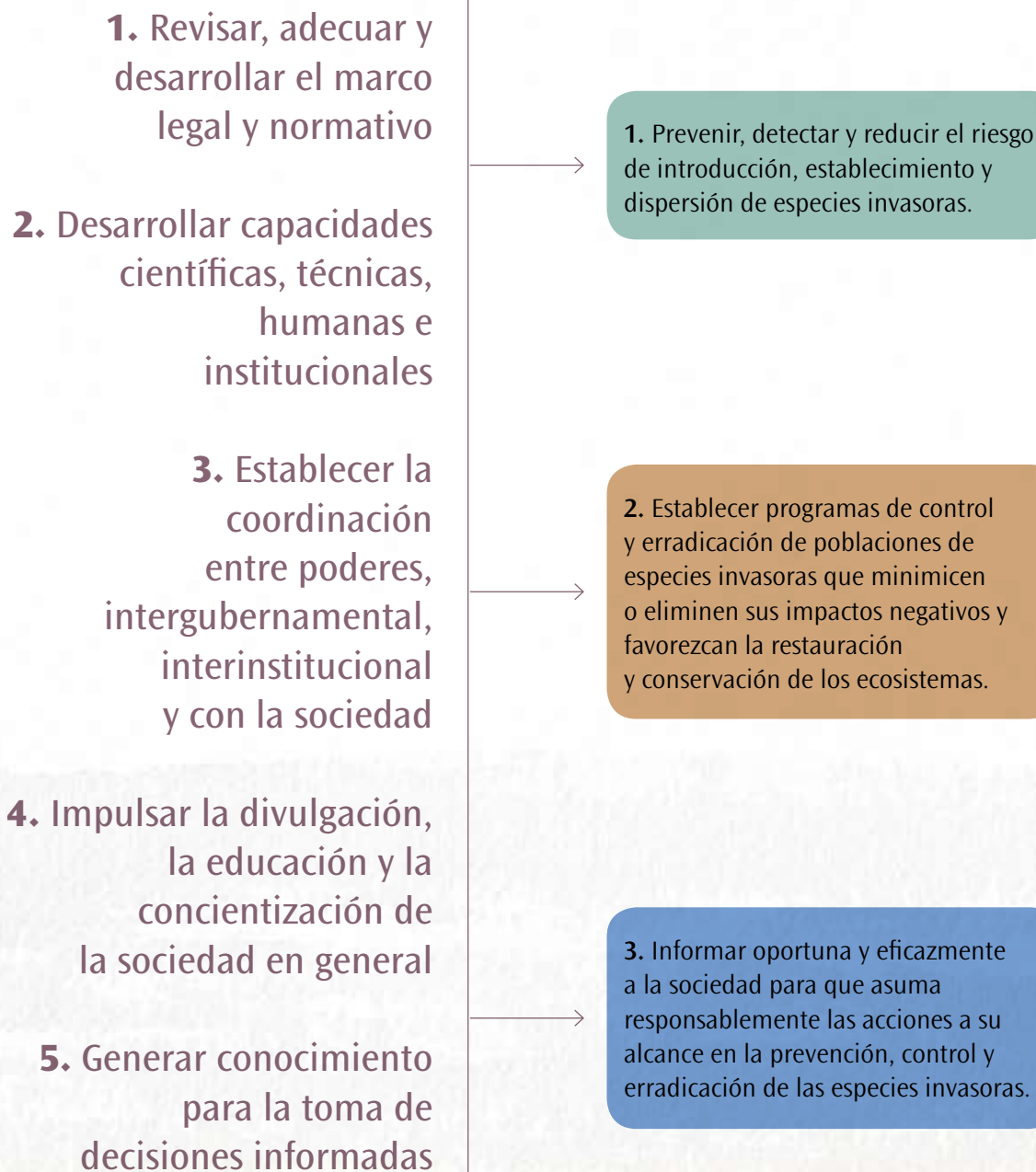
Acciones estratégicas transversales

Las acciones que son el motor que habilitará el proceso y cumplimiento de los objetivos de la estrategia y que deberán incorporarse a cualquier actividad de implementación de los mismos son:

- 1. Legislación y normatividad.** El marco legal y normativo debe ser suficiente y adecuado para atender los retos, vacíos, inconsistencias y debilidades que presentan las distintas vertientes de la problemática de las especies invasoras, además de promover la armonización de herramientas y la cooperación entre los diferentes sectores, entidades fedrativas y niveles de gobierno.
- 2. Desarrollo de capacidades.** En el marco de esta estrategia, las actividades que se lleven a cabo deben estructurarse alrededor de la creación de capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales que fortalezcan las competencias del país en materia de especies invasoras.
- 3. Coordinación.** Para llevar a cabo las acciones necesarias para atender los problemas causados por las especies invasoras de una manera eficiente, transparente y armónica es fundamental la colaboración y concurrencia de numerosos actores. En ese sentido, será necesario definir y establecer protocolos y acuerdos de coordinación y cooperación entre poderes, intergubernamental, interinstitucional y contar con la participación ciudadana bien informada.
- 4. Divulgación y comunicación.** El éxito de las acciones derivadas de esta estrategia depende no sólo de la actuación oportuna de las autoridades, sino del apoyo y cooperación de la sociedad. Es esencial que dichas actividades se apoyen en información actualizada y confiable que permita entender el contexto de la problemática y que sea accesible para los diferentes usuarios.
- 5. Conocimiento e información.** La toma de decisiones y las acciones a realizar deben basarse en información científica de la más alta calidad. Por ello se deberán fortalecer los mecanismos de obtención, intercambio, manejo y acceso de información a nivel nacional, la investigación científica que genere conocimiento para un mejor entendimiento sobre las invasiones biológicas, los impactos que ocasionan y los procesos de restauración, así como mejorar prácticas productivas y fomentar el uso de especies nativas.

ACCIONES ESTRATÉGICAS TRANSVERSALES

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS



METAS PARA EL 2020

**Objetivo
estratégico 1**
Prevenir, detectar
y reducir el riesgo
de introducción,
establecimiento
y dispersión de
especies invasoras

1.1 Marco jurídico nacional e internacional implementado para regular la introducción y el manejo de especies invasoras y de aquellas con potencial invasivo en el país.

1.2 Información científica y técnica, relevante, oportuna y accesible, que genere capacidades en diversos sectores para atender las prioridades relacionadas con las especies invasoras.

1.3 Vías de introducción y dispersión identificadas y vigiladas para las especies invasoras de mayor riesgo.

1.4 Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras.

1.5 Sistemas coordinados para la detección, manejo de riesgo y alerta temprana de ingreso y dispersión de especies invasoras.

1.6 Sustitución de especies invasoras nocivas, de uso arraigado, por especies nativas de menor riesgo.

1.7 Medidas de bioseguridad y sanitarias instrumentadas permanentemente en la introducción, manejo y uso de especies exóticas invasoras.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
<p>1.1 Marco jurídico nacional e internacional implementado para regular la introducción y el manejo de especies invasoras y de aquellas con potencial invasivo en el país.</p>	Revisar el marco jurídico nacional para detectar vacíos, inconsistencias y debilidades, contrarios al principio precautorio.	Diagnóstico del marco jurídico en materia de especies invasoras.
	Modificar, adecuar y desarrollar los instrumentos legales pertinentes.	Marco jurídico adecuado para regular la introducción y manejo de especies invasoras en el país.
	Establecer protocolos armonizados sobre el manejo de especies invasoras, considerando las atribuciones de los diferentes sectores.	Transparencia en las atribuciones y responsabilidades en la materia, dentro de cada sector para la atención coordinada de los problemas que ocasionan las especies invasoras.
	Establecer protocolos armonizados sobre las funciones de los diferentes niveles de gobierno.	Transparencia en las atribuciones y responsabilidades en la materia, dentro de cada nivel de gobierno para la atención coordinada de los problemas que ocasionan las especies invasoras.
	Reforzar la aplicación de convenios y acuerdos internacionales en lo concerniente a especies exóticas.	Reducción de introducciones intencionales y no intencionales de especies exóticas.
	Promover planes de acción regionales y en las entidades federativas que contribuyan a implementar la estrategia nacional.	Atención a problemáticas y prioridades específicas regionales y en las entidades federativas.
	Promover tratados binacionales de prevención con países fronterizos.	Lineamientos y protocolos regionales, así como campañas y planes de acción para prevenir la introducción y dispersión de especies invasoras.
	Revisar y armonizar las políticas de desarrollo económico regional a la luz de los problemas que causan las especies invasoras.	Las políticas de desarrollo regional incorporan el tema de especies invasoras y toman en cuenta medidas para prevenir su entrada y dispersión.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
<p>1.2 Información científica y técnica, relevante, oportuna y accesible, que genere capacidades en diversos sectores para atender las prioridades relacionadas con las especies invasoras.</p>	<p>Establecer líneas base nacional y regionales, sobre la situación de las especies invasoras en México.</p>	<p>Diagnósticos que permitan detectar vacíos de información, determinar prioridades (nacionales y regionales) y establecer programas de acción específicos.</p>
	<p>Establecer protocolos de revisión periódica de la información de especies invasoras en bases de datos.</p>	<p>Información actualizada, confiable y accesible a todos los usuarios a través del Sistema Nacional de Información sobre Especies Invasoras.</p>
	<p>Generar conocimiento con respecto a la biología de las especies invasoras, las interacciones con las especies nativas y los impactos a los ecosistemas.</p>	<p>Análisis de riesgos basados en información científica actualizada. Programas de restauración adecuados para las actividades de control y erradicación de especies invasoras. Valoración de los impactos que causan las especies invasoras.</p>
	<p>Realizar análisis de costo/beneficio de los efectos nocivos (económicos, ecológicos, a la salud y sociales) de las especies invasoras en el largo plazo, en las diferentes regiones del país.</p>	<p>Contar con información actualizada y relevante para la toma de decisiones relacionadas con importaciones, uso y manejo de especies invasoras, en especial las más nocivas.</p>
	<p>Promover la investigación para la correcta identificación de las especies invasoras.</p>	<p>Identificación confiable de las especies invasoras de todos los grupos de organismos.</p>
	<p>Generar conocimiento sobre las interacciones y sinergias de las especies invasoras con otros factores de amenaza a la biodiversidad, tales como el cambio climático, el cambio de uso de suelo, entre otros.</p>	<p>Manejo y planeación de medidas para la conservación, basados en conocimiento científico.</p>
	<p>Desarrollar y establecer acuerdos entre diversas instituciones y actores para la generación de nueva información.</p>	<p>Estándares para el manejo de información sobre especies invasoras.</p>
	<p>Desarrollar y establecer herramientas y procedimientos para generar, manejar y distribuir la información de especies invasoras en el país.</p>	<p>Consenso en el manejo de información de especies invasoras. Acceso a la información sobre especies invasoras en varios puntos de entrada y para diversos usuarios.</p>
	<p>Establecer protocolos y lineamientos para la interconexión de las bases de datos.</p>	<p>Disponibilidad de la información sobre especies invasoras por medio de una red en los portales de internet de diferentes instituciones.</p>
	<p>Proveer diferentes tipos de información de acuerdo con los distintos usuarios (p. ej. mapas, fichas informativas, bases de datos, consultas de series de tiempo o espaciales).</p>	<p>Acceso a información para atender las necesidades de los distintos usuarios.</p>

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
1.3 Vías de introducción y dispersión identificadas y vigiladas para las especies invasoras de mayor riesgo.	Identificar y analizar los puntos de introducción y rutas de movilización nacional e internacional.	Información base de las principales vías de introducción y dispersión de especies invasoras por actividades humanas.
	Identificar y analizar las actividades productivas de alto riesgo.	Información base sobre el riesgo relacionado con las actividades humanas.
	Desarrollar modelos predictivos para la dispersión natural de especies invasoras.	Información base de las principales vías naturales de introducción y dispersión de especies invasoras.
	Establecer protocolos y lineamientos para obtener estadísticas sobre importaciones, comercialización, transporte o movimiento de especies exóticas.	Indicadores de estadísticas revisados, consensuados y ampliados. Modelos predictivos y análisis de riesgo de rutas de introducción, desarrollados y actualizados continuamente.
	Predecir la dispersión e infestaciones potenciales considerando cambios en el uso de suelo, cambio climático, entre otros factores.	Reducción del riesgo por nuevas introducciones y la dispersión de especies invasoras introducidas.
	Desarrollar análisis de riesgo de vías de introducción y diseminación de especies invasoras.	Identificación de puntos clave de control de introducción y diseminación, con prioridades de atención y vigilancia establecidas.
	Evaluar la infraestructura y capacidades existentes para la vigilancia de vías de introducción y dispersión e identificación de vacíos.	Infraestructura y capacidades de vigilancia de vías de introducción y dispersión de especies invasoras, coordinadas y adecuadas al manejo del problema.
	Reforzar acciones de vigilancia (en aduanas, mercados, acuarios, viveros, centros de comercialización de plantas de ornato, entre otros).	Disminución de comercialización de especies enlistadas.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
1.4 Mecanismos y protocolos estandarizados de prevención en operación, para reducir el riesgo de introducción, establecimiento y dispersión de especies invasoras.	Implementar herramientas de análisis de riesgo en actividades relacionadas con importación, uso, comercio o movimiento de especies exóticas, invasoras o nativas trasladadas.	La toma de decisiones para el uso, introducción, comercialización o movimiento de especies exóticas, invasoras o nativas trasladadas está basada en información científica y en el principio precautorio.
	Realizar análisis de riesgo para las especies invasoras más nocivas.	Listas de especies por categorías de riesgo.
	Establecer programas de monitoreo sistemático y estandarizado en sitios identificados como de alto riesgo (p. ej. áreas protegidas, áreas agrícolas importantes, puertos de altura y de cabotaje, zonas de traslado de contenedores, cuerpos de agua mayores, presas y vías de comunicación, entre otros; véase meta 1.3).	Sitios de alto riesgo de entrada y dispersión de especies invasoras monitoreados y vigilados.
	Implementar mecanismos de acceso rápido a la información para personal de vigilancia (véase meta 1.2).	Identificación rápida, segura y oportuna de nuevas introducciones de especies exóticas.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
1.5 Sistemas coordinados para la detección, manejo de riesgo y alerta temprana de ingreso y dispersión de especies invasoras.	Establecer protocolos para evitar la entrada de especies invasoras a México.	Un sistema de detección temprana y respuesta rápida para especies invasoras en México.
	Identificar las responsabilidades de las diferentes entidades gubernamentales en materia de detección, manejo de riesgo y alerta temprana para identificar y corregir vacíos.	Acciones coordinadas de respuesta rápida funcionando de manera eficiente.
	Desarrollar planes de contingencias para acciones de contención de nuevas infestaciones.	Un sistema de respuesta rápida para especies invasoras en México que sea útil a diferentes escalas.
	Establecer programas específicos de detección para especies de mayor riesgo.	Medidas de prevención específicas para las especies invasoras de mayor riesgo para el país.
	Promover y dar seguimiento a los mecanismos de participación social en actividades de vigilancia.	Fortalecimiento de las acciones de monitoreo y detección temprana y generación de información.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
1.6 Sustitución de especies invasoras nocivas, de uso arraigado, por especies nativas o de menor riesgo.	Armonizar los programas sectoriales en materia de especies invasoras.	Programas sectoriales con una visión unificada sobre la problemática de las especies invasoras.
	Implementar protocolos de bioseguridad y analizar puntos críticos de control, entre otras acciones, para especies exóticas productivas de uso arraigado.	Identificación de las especies exóticas de uso arraigado que sean especies invasoras de mayor riesgo. Las actividades productivas cuentan con medidas para prevenir la dispersión de especies exóticas a los ecosistemas nativos.
	Identificar y desarrollar paquetes tecnológicos de especies nativas susceptibles de reemplazar especies productivas de uso arraigado.	Reducción de uso de especies exóticas con alto potencial de riesgo.
	Revisión de requerimientos de importación y uso de especies exóticas.	Los requerimientos son suficientes para detectar patógenos u otros problemas asociados con la importación de especies exóticas.
	Revisión de los requerimientos de permisos y lineamientos para manejo de especies exóticas en el país para incluir requerimientos de bioseguridad.	Manejo integral de las especies invasoras incorporado al proceso de toma de decisiones concernientes al uso de recursos.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
1.7 Medidas de bioseguridad y sanitarias instrumentadas permanentemente en la introducción, manejo y uso de especies exóticas invasoras.	Desarrollar tecnologías de reducción de riesgo para el uso de especies exóticas (esterilización, manejo de poblaciones de un solo sexo, sistemas cerrados de recirculación, radiación, entre otros).	Manejo más seguro de especies exóticas. Manejo confinado de especies exóticas.
	Establecer lineamientos de “buenas prácticas”, certificaciones y medidas de bioseguridad para las actividades relacionadas con importación, uso, comercio o movimiento de especies exóticas, invasoras o nativas trasladadas.	Las actividades que incluyen el uso, introducción, comercialización o movimiento de especies exóticas, invasoras o nativas trasladadas incorporan medidas de buenas prácticas, códigos de conducta voluntarios, certificaciones verdes y medidas de bioseguridad que reducen el riesgo de ingreso, establecimiento y diseminación de especies invasoras.
	Establecer incentivos económicos para promover la aplicación de medidas de bioseguridad.	Se aplican medidas de bioseguridad adecuadas de manera regular en todos los procedimientos que tengan que ver con especies invasoras.

METAS PARA EL 2020

**Objetivo
estratégico 2**
Establecer
programas
de control y
erradicación de
poblaciones de
especies invasoras
que minimicen
o eliminen sus
impactos negativos
y favorezcan la
restauración y
conservación de los
ecosistemas

2.1 Prioridades acordadas para el control o erradicación de especies invasoras.

2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos.

2.3 Mecanismos de financiamiento mixto para la prevención, control y erradicación en casos de atención urgentes.

2.4 Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de prevención, control y erradicación.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
2.1 Prioridades acordadas para el control o erradicación de especies invasoras.	Desarrollar protocolos para determinar prioridades de atención y acción basadas en información científica (análisis de riesgo).	Distribución de recursos enfocada en las prioridades del país en materia de especies invasoras.
	Asegurar que los programas de control y erradicación de especies invasoras incorporen (hasta donde sea posible) cuatro objetivos: conservación de la biodiversidad, seguridad alimentaria y productividad agrícola, mantenimiento de los servicios ecosistémicos y mejoramiento de la calidad de vida.	Enfoque holístico en los programas de control y manejo de especies invasoras.
	Desarrollar mecanismos específicos para el manejo y contención de especies invasoras arraigadas o que no se puedan erradicar.	Mitigación de daños y reducción de riesgo de dispersión de especies invasoras ya establecidas o arraigadas.
	Desarrollar lineamientos específicos para el uso y aprovechamiento sustentable de especies invasoras ya establecidas en el país.	Programas integrales de recuperación de especies nativas, que incluya el reemplazo de especies exóticas invasoras y el bienestar económico de la población que participe en dichos programas. Control de la dispersión de especies invasoras, bajo una evaluación rigurosa que no genere efectos secundarios negativos.
	Crear capacidades para llevar a cabo las labores de control y erradicación, basadas en información científica.	El país cuenta con personal capacitado para llevar a cabo las acciones de control y erradicación de diferentes grupos de organismos de manera efectiva y coordinada.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
<p>2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas y mitigación de sus impactos.</p>	<p>Desarrollar lineamientos para el manejo, control, erradicación y mitigación de daños de especies invasoras de mayor preocupación (véase objetivo 1).</p>	<p>Lineamientos de acción específicos e identificación de responsables para la atención efectiva de las especies invasoras, en especial las más nocivas.</p>
	<p>Implementar acciones para especies y áreas identificadas mediante la línea base (véase meta 1.2).</p>	<p>Programas de control, manejo y erradicación, funcionando o terminados, para las áreas y especies identificadas como de mayor preocupación en el diagnóstico nacional.</p>
	<p>Incrementar la capacidad de respuesta de las autoridades para las actividades de control y erradicación.</p>	<p>Las autoridades están informadas sobre la problemática de las especies exóticas invasoras y son capaces de responder de manera efectiva y puntual.</p>
	<p>Establecer acciones de monitoreo para áreas en donde se han llevado a cabo acciones de control y erradicación.</p>	<p>Acciones de control y erradicación, medidas y evaluadas, que mejoren y adapten las prácticas de manejo y así evitar nuevos brotes o dispersiones. La información permite actualizar las distribuciones y detectar de manera oportuna efectos no deseados.</p>
	<p>Elaborar planes de manejo, control y erradicación que contemplen medidas de restauración ecológica de las áreas dañadas.</p>	<p>Restauración de ecosistemas y reducción de riesgo de restablecimiento de especies erradicadas y el establecimiento de nuevas especies invasoras.</p>

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
2.3 Mecanismos de financiamiento mixto para la prevención, control y erradicación en casos de atención urgente.	Crear un fondo nacional para control y erradicación de especies invasoras.	Soporte financiero de proyectos y programas importantes asegurados.
	Establecer incentivos fiscales para promover la aplicación de medidas de bioseguridad en los sectores de producción y comercialización.	Medidas de bioseguridad en los procesos de producción y comercialización.
	Desarrollar incentivos económicos específicos, dentro de planes de atención integral, para llevar a cabo programas de erradicación de especies invasoras.	Los programas de erradicación o aprovechamiento económico de las especies invasoras cuentan con alternativas económicas viables que evitan su uso como recurso permanente.
	Establecer un fondo multisectorial de atención a contingencias causadas por las especies invasoras.	Soporte financiero transparente, asegurado y disponible, para la atención inmediata de emergencias relacionadas con las especies invasoras.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
2.4 Mecanismos e iniciativas para que la sociedad civil se integre de forma organizada a los esfuerzos de prevención, control y erradicación.	Desarrollar mecanismos para que la sociedad en su conjunto identifique rápidamente y registre las especies invasoras de mayor preocupación.	Redes de intercambio de información y documentación del registro de especies invasoras. Incremento de las capacidades de monitoreo y vigilancia. Procedimiento ágil y transparente para denunciar la introducción de especies invasoras.
	Establecer y promover incentivos positivos para promover la participación social en la estrategia planteada.	Integración coordinada de determinados sectores de la población al esfuerzo del gobierno para combatir a las especies invasoras.
	Establecer mecanismos de comunicación, denuncia y respuesta rápidos, claros y eficientes.	Autoridad competente con capacidades para atender denuncias de nuevas invasiones biológicas.
	Incluir mecanismos de participación pública en las campañas de prevención y detección temprana de especies exóticas no establecidas y consideradas más nocivas.	La ciudadanía participa en la vigilancia y detección temprana de nuevas invasiones.
	Conformar equipos voluntarios de monitoreo ambiental.	Incremento de las capacidades de identificación y vigilancia.
	Realizar campañas educativas (véase meta 3.1).	La sociedad civil cuenta con información adecuada para reducir el riesgo de introducción y dispersión de especies exóticas.

METAS PARA EL 2020

**Objetivo
estratégico 3**
Informar oportuna
y eficazmente
a la sociedad
para que asuma
responsablemente
las acciones a su
alcance en
la prevención,
control y
erradicación de las
especies invasoras

3.1 La población, grupos clave y autoridades conocen las amenazas e impactos que las especies invasoras ocasionan a la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la economía y salud; así como las medidas para su prevención y control.

3.2 Los planes y programas de educación a diferentes niveles habrán incorporado el tema de especies invasoras.

3.3 Existen guías informativas y de identificación de las especies invasoras de mayor preocupación, actualizadas y accesibles para el personal asociado a las vías de introducción y dispersión.

3.4 Existen redes interinstitucionales e interdisciplinarias consolidadas para el apoyo y la ejecución de programas de educación y divulgación sobre especies invasoras.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
<p>3.1 La población, grupos clave y autoridades conocen las amenazas e impactos que las especies invasoras ocasionan a la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, la economía y la salud, así como las medidas para su prevención y control.</p>	<p>Desarrollar y distribuir material de difusión y educación sobre especies invasoras (véase meta 1.2).</p>	<p>Información clara, contundente y basada en la mejor información científica disponible, distribuida en los diferentes sectores y niveles.</p>
	<p>Capacitar al personal gubernamental (federal, estatal y municipal/local) en las distintas vertientes de los problemas que causan las especies invasoras.</p>	<p>Mayor entendimiento, capacidad de soporte y participación en esfuerzos de prevención, control y erradicación.</p>
	<p>Capacitar a productores en los diferentes aspectos de prevención y bioseguridad en el manejo de especies exóticas.</p>	<p>Prácticas de manejo, producción y comercialización de especies exóticas que cumplen con los requerimientos de bioseguridad y prevención.</p>
	<p>Promover talleres de capacitación para personal que participa en campañas de control y erradicación sobre especies invasoras.</p>	<p>Programas de control y erradicación más exitosos basados en información científica y técnica apropiada.</p>
	<p>Diseñar y llevar a cabo campañas de educación a diferentes niveles.</p>	<p>La población, grupos clave y autoridades están informados y atentos al problema de las especies invasoras, apoyan los esfuerzos de prevención, control y erradicación.</p>
	<p>Informar continua y oportunamente sobre la situación de las especies invasoras en el país y las actividades de las diferentes instituciones con respecto al control de las mismas.</p>	<p>La población, grupos clave y autoridades están enteradas de las medidas y acciones que se están llevando a cabo para prevenir, controlar o erradicar especies invasoras en el país.</p>
	<p>Brindar información relevante a través de portales de internet de distintas instituciones.</p>	<p>Fuentes de información transparente y dirigida al público sobre las diferentes acciones relacionadas con las especies invasoras, con énfasis en las más nocivas.</p>

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
3.2 Los planes y programas de educación a diferentes niveles habrán incorporado el tema de especies invasoras.	Incluir el tema de especies invasoras en programas de educación básica, media y superior.	La población estudiantil está sensibilizada en el tema, apoya y participa en esfuerzos de prevención, control y erradicación.
	Desarrollar material de difusión y educación para programas escolares (véase meta 1.2).	La información distribuida a diferentes niveles escolares es clara, contundente y basada en la mejor información científica disponible.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
3.3 Existen guías informativas y de identificación de las especies invasoras de mayor preocupación, actualizadas y accesibles para el personal asociado a las vías de introducción y dispersión.	Desarrollar herramientas para la consulta de información sobre especies invasoras desde diferentes medios (carteles, folletos, guías, internet, entre otros).	La información sobre especies invasoras es accesible fácilmente en diferentes formatos y para diferentes sectores.
	Desarrollar herramientas para la identificación rápida de especies invasoras.	Se cuenta con herramientas para la identificación de especies invasoras de mayor riesgo en puntos de entrada o dispersión.
	Realizar talleres de capacitación para el uso de herramientas de identificación.	El personal asociado con la vigilancia de vías de introducción y dispersión, así como con labores de vigilancia, está capacitado para identificar y reportar a las especies invasoras más nocivas. Las redes de colaboradores apoyan en la identificación de especies invasoras.

Meta al 2020	Acciones prioritarias	Resultados esperados
3.4 Existen redes interinstitucionales e interdisciplinarias consolidadas para el apoyo y la ejecución de programas de educación y divulgación sobre especies invasoras.	Implementar mecanismos de cooperación interinstitucional que involucren a especialistas en las acciones de investigación, educación, difusión relacionadas con las especies invasoras.	Labores de educación y difusión sobre las especies invasoras, respaldadas por información científica generada por grupos interdisciplinarios de especialistas en cada tema.

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA

Existen cada vez más avances en diversos aspectos relacionados con la problemática de las especies invasoras en México que se han llevado a cabo por medio del esfuerzo conjunto de los gobiernos, la academia y la sociedad civil, sobre todo enfocados en especies que son un riesgo para el patrimonio natural del país. No obstante, contar con los objetivos y las líneas de acción consensuadas que plantea esta estrategia es un paso primordial para sistematizar y armonizar acciones y que los sectores involucrados actúen de manera coordinada, que no se dupliquen esfuerzos y se camine de manera conjunta para evitar, reducir, mitigar y eliminar los efectos nocivos que causan estas especies. Las líneas de acción de esta estrategia son ambiciosas, pero el Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras considera que es posible cumplir con las metas planteadas para el 2020. A partir de esta estrategia, diversos actores deberán incrementar los esfuerzos para prevenir y controlar a las especies invasoras que causan mayores impactos y que ya se encuentran en el territorio nacional o cuya entrada representa un alto riesgo para el capital natural de México.

Primera reunión del Comité Nacional Asesor para la Estrategia Nacional de Especies Invasoras en mayo de 2008. Foto: Juan Manuel Martínez/CONABIO



Para adoptar esta estrategia con responsabilidad deberá haber una fuerte voluntad política y la concurrencia de acciones y recursos. Esto requiere generar un organismo coordinador y un plan de acción que identifique actores y responsables específicos para ejecutar, coordinar y dar seguimiento a las metas en el corto, mediano y largo plazo. Se necesita también crear una ruta crítica que asegure la continuidad de las acciones, definir los mecanismos de seguimiento del proceso de implementación para evaluar el cumplimiento de las metas y establecer un conjunto de indicadores que permita medir los avances, corregir acciones y responder con transparencia. Un paso importante es que ya se han identificado acciones puntuales y necesidades de atención a temas y casos específicos. Aunque éstos quedan cubiertos por los objetivos de la estrategia, consideramos oportuno presentarlos en este documento (véase Anexo 2).

El pez león (*Pterois volitans*) es una especie venenosa pero muy popular entre los acuaristas. Su escape de acuarios se detectó en 2001 en la costa Atlántica de Estados Unidos y en 2009 se registró en el Caribe mexicano.
Foto: Mark Rosenstein



REGULACIÓN SOBRE ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

México, como signatario de instrumentos internacionales con alguna aplicación respecto a las especies invasoras, debe acatar las responsabilidades inherentes a la materia. El artículo 8h del CDB establece que las partes contratantes deberán “impedir la introducción, controlar o erradicar las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”.

En el ámbito mundial, el tema de las especies invasoras ha quedado incorporado tanto en tratados internacionales vinculantes como en instancias y foros de cooperación multilateral, cuyos acuerdos son de carácter voluntario. México ha adquirido compromisos de participación en ambos espacios: en tratados internacionales de los cuales es parte y en plataformas voluntarias de cooperación. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que los tratados internacionales celebrados y por celebrar por parte del Presidente de la República, aprobados por el Senado, son parte de la Ley Suprema de la Unión.

En el ámbito regional, México es miembro de la Organización Norteamericana para la Protección de las Plantas (NAPPO), que establece estándares fitosanitarios regionales aplicables a la exportación e importación de plantas. Asimismo, México cuenta con representación en los paneles del Grupo de Trabajo de Especies Acuáticas Nocivas de Estados Unidos (ANSTF), instancia encargada de prevenir y controlar introducciones de dichas especies a la región. La Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) se concentra en asuntos ambientales de interés común, la prevención de posibles conflictos ambientales derivados de la relación comercial y la promoción de la legislación ambiental, complementando las disposiciones ambientales del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Debido a que las especies invasoras son una de las principales amenazas por enfrentar para conservar la biodiversidad de la región, la CCA ha colaborado con diversas instituciones (CCA 2009). La Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte (ASPAN) tuvo en su agenda “combatir la propagación de especies invasoras tanto en aguas costeras como en aguas dulces” (ASPAN 2005).

En general, el marco internacional y regional establece guías y estándares que requieren instrumentación nacional y que constituyen un verdadero reto para México. En este sentido, se han llevado a cabo foros binacionales (entre México y los Estados Unidos) y nacionales para definir la agenda y la coordinación institucional de una estrategia que pretende sentar tales bases, mientras que el aparato legislativo atiende el tema con propuestas de corte legal en la materia.

En México existe un marco bien establecido para el manejo de plagas cuarentenarias de plantas y animales a través de normas fitosanitarias y zoonosanitarias, todas ellas fundadas y motivadas en las leyes de sanidad vegetal y animal, respectivamente. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), se encarga de aplicar estas normas y, a través de la Secretaría de Salud (SS), establece las que son necesarias para combatir plagas relacionadas con la salud humana; dichas normas pueden servir como base para la implementación de otras aplicables a especies invasoras que no necesariamente amenazan directamente a la agricultura o a la salud humana, sino al ambiente.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), es la responsable de vigilar el cumplimiento de la normatividad aplicable al manejo y aprovechamiento de la vida silvestre. Para ello existe un programa de inspección en puertos, aeropuertos internacionales y puntos fronterizos. Asimismo, la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de la SEMARNAT, en su sección sobre ecosistemas y biodiversidad, propone objetivos estratégicos y tácticos específicos para controlar las especies invasoras. Esto hace pensar que existe una infraestructura reglamentaria, la cual se podría extender para cubrir un concepto más amplio de especies invasoras, una vez que se establezcan la política y el marco legal, implementando la capacitación a funcionarios, no solamente de PROFEPA sino también de SAGARPA, de la Secretaría de Economía (SE) y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), entre otros sectores.

Con la adhesión de México al Convenio Internacional sobre el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques³, adoptado por la Organización Marítima Internacional (OMI), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Marina Mercante,

³ El Convenio es de gran importancia para prevenir, reducir y, en último término, eliminar los riesgos para el medio ambiente, la salud de los seres humanos, los bienes y los recursos, resultantes de la transferencia de organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos, por medio del control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques, así como evitar los efectos secundarios ocasionados por dicho control y promover los avances de los conocimientos y la tecnología conexos. El gobierno de nuestro país adoptó el referido Convenio. Sin embargo, aun cuando el Decreto de Aprobación apareció publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2007, su entrada en vigor ha quedado en espera en los diversos países, hasta que transcurran doce meses después de la fecha en que las flotas mercantes combinadas de por lo menos treinta Estados representen no menos del treinta y cinco por ciento del tonelaje bruto de la marina mercante mundial, conforme al artículo 17 del citado ordenamiento internacional.

lleva a cabo las diferentes medidas para la prevención, reducción y control de posibles invasiones biológicas (véase Anexo 3), ya que al ratificar este instrumento jurídico internacional, los Estados partes se comprometen a hacer plena y totalmente efectivas las disposiciones de dicho Convenio y de su Anexo, con el objeto de prevenir, reducir al mínimo y eliminar la transferencia de los organismos acuáticos perjudiciales y agentes patógenos mediante el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques. Con esta medida y a fin de evitar la intromisión de organismos acuáticos perjudiciales, los inspectores navales adscritos a las diversas Capitanías de Puerto de nuestros litorales efectúan las inspecciones pertinentes, de conformidad con el Artículo 65 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos (LNCM).

Asimismo, de conformidad con el Artículo 76 de la LNCM sobre Prevención y Control de la Contaminación Marina se prohíbe descargar, derramar, arrojar o cualquier acto equivalente lastre, escombros, basura, aguas residuales, así como cualquier elemento en cualquier estado de la materia o energía que cause o pueda causar daño a la vida, ecosistemas y recursos marinos, a la salud humana o a la utilización legítima de las vías navegables y al altamar que rodea a las zonas marinas mexicanas identificadas en la Ley Federal del Mar (SCT).

La Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT, a través de la Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables, analizó el marco jurídico nacional aplicable en torno a las especies invasoras, así como la distribución de competencias institu-

Maniobra en el buque Sonora de la Armada de México durante un proyecto de erradicación de especies invasoras en la Isla San Pedro Mártir, Golfo de California.
Foto: GECl



RECUADRO 1. MARCO NORMATIVO PARA ESPECIES INVASORAS

1. Legislación internacional

Tratados internacionales

- Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB)
- Convención de RAMSAR sobre los Humedales (RAMSAR)
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM o CONVEMAR)
- Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques
- Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del CDB
- Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (IPPC)
- Organización Norteamericana de Protección a las Plantas (NAPPO)
- Organización Marítima Internacional (OMI)
- Comisión sobre Cooperación Ambiental de América del Norte (TLCAN/CCA)

Acuerdos voluntarios

- Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO)
- Acuerdo sobre la aplicación de medidas sanitarias y fitosanitarias (OMC)

2. Legislación nacional

Leyes

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su Reglamento
- Ley Federal de Sanidad Animal (LFSA) y su Reglamento
- Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV) y su Reglamento
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS)
- Ley General de Salud (LGS)
- Ley de Navegación y Comercio Marítimos
- Ley de Puertos y su Reglamento

Reglamentos

- Reglamento de la Ley de Pesca

Normas

- Normas de sanidad vegetal y animal
- Normas de protección ambiental
- Normas sanitarias pesqueras
- Normas de salud

Instrumentos de política ambiental

- Carta Nacional Pesquera

Basado en Cornett, V. y P. Álvarez, 2009.



cionales, a efecto de encontrar los vacíos regulatorios y así desarrollar, en el marco de esta estrategia nacional, las acciones de mejora, actualización legal y regulatoria, que permitan manejar de forma integral el problema de las especies invasoras. La estrategia nacional para especies invasoras tendrá que determinar las acciones de vigilancia y aplicación de ley, y promover el ajuste e innovación del marco legal, los reglamentos y normas necesarias para ser eficientes y eficaces en la prevención, control y erradicación de las especies invasoras en México.

En 2010 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación modificaciones a la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y a la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento (DOF 2010), en las que se define el término "especie exótica invasora" y se establecen medidas para su manejo e identificación. Éste es un primer paso, importante pero no suficiente, por lo que se deberá continuar trabajando en ajustar los instrumentos legales hasta llenar los vacíos y las omisiones.

Así, se dispone de bases generales, pero no de instrumentos específicos para regular los problemas que ocasionan las especies invasoras. Arriaga y colaboradores (2004) y Espinosa-García (2009) indican que el marco legal para la prevención y control de las especies invasoras está incompleto o es deficiente. Ante un tema que rebasa las capacidades de cualquier institución o sector, se vuelve urgente contar con una estrategia en la materia para coordinar las acciones necesarias para enfrentar el problema.

El tema del día internacional de la biodiversidad en 2009 fueron las especies exóticas invasoras.

**DÍA INTERNACIONAL DE LA
DIVERSIDAD BIOLÓGICA**

22 DE MAYO DE 2009

**ESPECIES EXÓTICAS
INVASORAS**

DÍA INTERNACIONAL DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

**ESPECIES EXÓTICAS
INVASIVAS**
una amenaza a la diversidad biológica



www.cbd.int

La Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD)
A/C.10, Jacques Street, Suite 403, Montreal, Quebec, Canada H3T 1PM
Teléfono: (514) 291-9221 Fax: (514) 291-9222
www.cbd.int

Convenio sobre la
Diversidad Biológica



Crucero en el Golfo de California. La transportación marítima es una ruta común de introducción de especies invasoras. Foto: Isabel González/CONABIO

La maquinaria que se utiliza en diferentes lugares y la creación de nuevas vías de comunicación es una forma para el transporte accidental de organismos. Foto: Miguel Sicilia/CONABIO

Dispersión no intencional de malezas invasoras como *Centaurea solstitialis* por transporte terrestre. Foto: Jerry Asher/USDI BLM/Bugwood.org

Buque de carga cruzando el Canal de Panamá. Muchas especies invasoras han sido transportadas accidentalmente por las aguas de lastre. Foto: Georgia Born-Schmidt/CONABIO



RUTAS Y MECANISMOS DE INTRODUCCIÓN

El movimiento de los organismos y la colonización de nuevos sitios han ocurrido de manera natural a lo largo del tiempo. Sin embargo, el incremento de la población, sus desplazamientos y actividades, derivados del desarrollo económico, social y cultural, han aumentado la frecuencia, el número y la diversidad de organismos exóticos que son transportados y que pueden establecerse en nuevas áreas. Estos desplazamientos han ocasionado numerosos impactos negativos ecológicos, económicos y sociales. La identificación, análisis y manejo de estas rutas de introducción son herramientas clave para prevenir la entrada y dispersión de especies en regiones fuera de sus espacios de distribución natural histórica.

Las *rutas de introducción* son aquellos procesos por los que se traslada una especie de la región de donde es nativa a una nueva área a donde no llegaría por dispersión natural; los *vectores* son los mecanismos por los cuales se transporta dicha especie (Lockwood *et al.* 2007). Estos vectores son los medios, actividades o productos por medio de los cuales una especie exótica puede ser transportada a un nuevo entorno, sea de manera intencional o accidental (Koike *et al.* 2006).

Las *rutas de introducción naturales* incluyen vientos, corrientes u otros medios naturales, para los cuales las especies han desarrollado adaptaciones morfológicas o de comportamiento. Las *rutas de introducción arti-*



ficiales son aquellas que se abren o se incrementan como resultado directo de las actividades humanas. Éstas se pueden dividir en dos tipos: *rutas de introducción intencionales*, cuando resultan del transporte, comercio, manejo y liberaciones intencionales de organismos o propágulos, y *rutas de introducción no intencionales*, que transportan especies de manera indirecta, por ejemplo, las actividades asociadas a la construcción de infraestructura y vías de comunicación, aguas de lastre, organismos adheridos a los cascos de los buques, tierra para jardinería o viveros, importación de alimentos o turismo (Kriesch 2007). Se han reconocido tres categorías generales de *rutas de introducción*: las primeras están relacionadas con el transporte de personas y bienes; las segundas, asociadas con comercio de organismos vivos y sus productos, y las terceras incluyen las consecuencias de otras actividades humanas y causas naturales (Kriesch 2007).

El análisis y manejo de las rutas de introducción consiste en identificar las diferentes etapas del proceso desde su inicio hasta su destino, los posibles vectores y las especies que pueden ser transportadas a lo largo del mismo, para establecer acciones de detección, prevención y monitoreo. Algunos de los factores que deben considerarse son la velocidad de los vectores, la frecuencia de los viajes, la temporada del año, la cantidad de individuos, el tipo de especies susceptibles de ser transportadas y la similitud del área receptora con la región de origen, entre otros.

No todas las invasiones presentan señales claras que permitan determinar su ruta de introducción. Esto obstaculiza la puesta en marcha de las medidas necesarias para evitar la permanencia de la ruta. Algunas especies exóticas pueden estar presentes sin causar daños en un lugar determinado durante largos períodos y, por lo tanto, pasar inadvertidas. Ejemplo de ello son algunas especies de árboles o arbustos introducidos en un ecosistema en el que carecen de medios para reproducirse (por ejemplo, el polinizador específico). Estas especies sobreviven y no presentan comportamientos invasivos hasta la llegada, varios años después, del polinizador adecuado, introducido de manera accidental o intencional (Espinosa-García 2009). En estos casos, debido al lapso de tiempo que puede transcurrir entre estos dos eventos, es imposible trazar los pasos que trajeron a la especie original al nuevo hábitat. El monitoreo de las rutas de introducción y sus vectores es una de las principales herramientas que se deben considerar en el combate a las especies invasoras.

AGUAS DE LASTRE

El agua de lastre se utiliza para mantener la seguridad de los buques. Introduciéndola o desechándola, sirve para mantener el nivel del calado y la estabilidad del buque, aspecto importante para la adecuada propulsión, facilidad de maniobras y compensación de la pérdida de peso originada por el consumo del combustible. Debido al agua de lastre se ha incrementado significativamente la cantidad de plancton e invertebrados exóticos introducidos en diferentes regiones; dichas invasiones afectan severamente a los ecosistemas marinos y estuarinos (Salles Vianna da Silva *et al.* 2004).

Se calcula que anualmente se transfieren 10 mil millones de toneladas de agua de lastre y cerca de 3 mil especies de plantas y animales son transportadas diariamente por este medio en todo el mundo (Carlton y Geller 1993). En Australia, hay estudios que revelaron que se pueden encontrar más de 50 mil especies de zooplancton y 10 millones de organismos fitoplanctónicos en un metro cúbico de agua (Subba-Roa *et al.* 1994). Por ello, desde la década de los ochenta, cuando se descubrió que los florecimientos de dinoflagelados tóxicos de origen exótico eran los que implicaban un mayor costo económico y afectaciones a la salud humana (Hallegraeff 1998), se investigó activamente el agua de lastre y se desarrolló una estrategia de manejo para especies invasoras marinas.

Aún se desconocen muchas especies de fitoplancton marino y de otros grupos de invertebrados marinos, así como su distribución geográfica. Se considera que existe una gran cantidad de especies cosmopolitas, pero este hecho puede estar relacionado con las transferencias tempranas de especies, debido al transporte de barcos transoceánicos (Carlton y Rukelshaus 1997).

Los impactos causados por especies exóticas generalmente son irreversibles; en el medio marino el problema es complejo ya que prácticamente todas las especies marinas tienen en su ciclo de vida uno o varios estadios planctónicos que pueden ser transportados en las aguas o sedimentos de lastre.

Por estos motivos se han creado agencias internacionales que protegen el medio marino. Entre las más importantes están el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM), creado en 1902; la Organización Marí-

tima Internacional (OMI), creada en 1948 a través de su Comité de Protección del Medio Marino (de la que México es miembro desde 1954), y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (perteneciente a la UNESCO), creada en 1960, las cuales han formado un grupo para el estudio del agua y los sedimentos de lastre. En el año 2004 se adoptó el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, 2004, de la OMI", adoptado por nuestro país, cuyo Decreto de Aprobación apareció publicado en el Diario Oficial de la Federación el 18 de diciembre de 2007, quedando en espera su entrada en vigor internacionalmente, por lo que en tanto entre en vigor a nivel internacional, se elaborara una Norma Oficial Mexicana NOM", para su debida implementación (véase Anexo 3).

Las especies introducidas por aguas de lastre pueden causar los siguientes problemas:

- a) Problemas de salud, como el cólera o diferentes parasitosis que afectan al hombre, a los animales y a las plantas, incluyendo organismos de la acuicultura. Por ejemplo, problemas relacionados con las mareas rojas y el incremento de su frecuencia a nivel global o el fenómeno del Síndrome Paralítico por consumo de moluscos (PSP) (Anderson 1989; Hallegraeff 1993; Smayda 1990).
- b) Depredación de especies nativas y afectación del hábitat.
- c) Contaminación, como el bloqueo de tuberías y la clarificación de los cuerpos de agua asociados con la propagación de moluscos exóticos.

Algunas de las recomendaciones para disminuir el riesgo de traslación de especies por agua de lastre son: tener en cada puerto una zona recomendada para esta maniobra; evitar las aguas muy someras o zonas muy contaminadas (dragadas) y con presencia de mareas rojas; evitar, en la medida de lo posible, la descarga de agua de lastre y hacerlo sólo cuando sea estrictamente necesario. Adicionalmente, se han propuesto múltiples tratamientos mecánicos, físicos, químicos (Salles Vianna da Silva *et al.* 2004) y biológicos para matar, disminuir o esterilizar a los organismos contenidos en las aguas y sedimentos de lastre, así como pinturas especiales con biocidas para disminuir la cantidad de organismos que se adhieren a los cascos (Ferreira *et al.* 2004).

El tratamiento de agua de lastre más recomendado es el intercambio de agua de los tanques de lastre en alta mar (con profundidades de suelo marino mayores a 500 m), porque el medio oceánico es inhóspito para los organismos de agua dulce, estuarinos y la mayoría de las especies marinas costeras. Aunque ni éste ni ninguno de los otros tratamientos de agua de lastre es 100% eficiente, el intercambio en altamar, combinado con un sistema de control y revisión, disminuye drásticamente el riesgo de introducción de especies indeseables (Salles Vianna da Silva *et al.* 2004).

RECUADRO 2. AGUAS DE LASTRE: UNA RUTA DE INTRODUCCIÓN SIN FRONTERAS

Las aguas de lastre son una de las rutas de introducción que, por antigüedad y frecuencia, han transportado mayores volúmenes de organismos de un sitio a otro. Dentro de las principales invasiones por agua de lastre documentadas en el mundo, se destacan las siguientes:

- a) El mejillón zebra *Dreissena polymorpha*, originario de Europa, que se estableció en los Grandes Lagos y que actualmente ha invadido 40% de los ríos americanos, desde el norte hasta el sur, en ambas costas de los Estados Unidos (Gauthier y Steel 1996). En 2008 se detectó su presencia en California y se encuentra en la zona fronteriza con México.
- b) El ctenóforo *Mnemiopsis leidyi*, especie endémica del Atlántico Norte americano, fue encontrado en Europa por vez primera en 1982, en el Mar Negro, de donde se extendió al mar Azov en 1988, al mar Egeo en 1990, al mar Marmara en 1992 y, en 1999 ya había alcanzado los mares Mediterráneo y Caspio (Shiganova *et al.* 2001; Swedish Environmental Protection Agency 2005). Décadas después ya había causado la extinción de varios ctenóforos nativos (GESAMP 1997).
- c) La estrella de mar *Asterias amurensis*, originaria de Japón e introducida en Australia, así como dinoflagelados tóxicos de los géneros *Alexandrium* y *Gymnodinium*, que afectaron severamente las pesquerías y la acuicultura (Hallegraeff y Bolch 1991).
- d) Una epidemia de cólera, causado por *Vibrio cholerae*, que inició en 1962 en Indonesia y volvió a ser importante a nivel mundial en 1992, debido a la introducción de la bacteria por buques cargueros procedentes de América del Sur (McCarthy y Khambaty 1994; Simanjuntak *et al.* 2001).
- e) La macroalga *Caulerpa taxifolia*, que se reproduce por fragmentación, es nativa de las costas y mares que rodean Hawái, donde no presenta ninguna tendencia invasiva. Fue introducida accidentalmente en el mar Mediterráneo y de ahí se transportó por medio de buques domésticos a parte de Europa. En 1987 se encontró una pequeña población a 3 km de Mónaco; en 1991 se reportó una superficie cubierta de 30 ha y en 1996 cubría ya cerca de 3 000 ha. Actualmente cubre millones de hectáreas en las costas de Francia, España, Italia y el mar Adriático y ha desplazado a las macroalgas nativas, limitando el hábitat para larvas de peces e invertebrados (Meinesz y Hesse 1991; Meinesz *et al.* 1993).



El mejillón zebra (*Dreissena polymorpha*) es un molusco invasor que se ha registrado en California, Estados Unidos, cerca de la frontera de México.
Foto: Randy Westbrook, USGS, Bugwood.org



La estrella de mar japonesa (*Asterias amurensis*) se encuentra en la lista de las 100 especies invasoras consideradas como más dañinas a nivel mundial. Se alimenta de una gran variedad de presas. Una vez que se establece es muy difícil erradicarla por el gran tamaño de sus poblaciones. Foto: Wikimedia



PREVENCIÓN DE INTRODUCCIONES

Para enfrentar los efectos nocivos de las especies invasoras hace falta combinar diferentes enfoques, ya que las acciones que se emprendan dependen de la situación particular de cada invasión biológica. Además de los procedimientos referentes a la prevención, control y erradicación, existen otras herramientas, como el análisis de riesgo, cuyo enfoque es impedir el establecimiento de agentes invasores o epidemias en el medio (Drake 2005). El análisis de riesgo proporciona apoyo técnico para la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre (Suter II 2007).

El proceso de análisis de riesgo está dividido en: *evaluación del riesgo*, que estima la posibilidad de que ocurra un evento y la severidad del mismo, y *manejo del riesgo*, que identifica, evalúa, selecciona e implementa acciones para reducir el riesgo (Andersen *et al.* 2004). El análisis de riesgo a la biodiversidad por especies invasoras requiere la participación de un equipo interdisciplinario, ya que involucra temas como ecología, economía y estadística. La disciplina de la ecología examina las características de las especies y las condiciones ambientales para determinar su potencial invasivo en un determinado ecosistema; la economía calcula las condiciones de transporte de estas especies y los costos de prevención y control, y la estadística provee metodologías que permiten realizar análisis rigurosos para obtener valores de probabilidades (Leung *et al.* 2002).

Existen diferentes metodologías de análisis de riesgo; algunas están dirigidas a grupos de organismos específicos, otras proveen lineamientos más generales y otras están orientadas a las rutas de introducción. Esto es importante ya que cada caso debe analizarse de manera individual y no olvidar que el escenario depende de la especie, ecosistema, ruta de introducción, frecuencia de introducción, época del año, daños potenciales, beneficios potenciales, entre otros.

Como regla general, los análisis de riesgo deben realizarse con datos científicos sólidos y con procesos transparentes y abiertos a escrutinio público para su evaluación. Las herramientas de valoración deben abordar, de manera independiente, cada uno de los pasos de la invasión incluyendo transporte, establecimiento, proliferación e impacto. Al hacer el análisis se

Limpeza de vehículos para prevenir dispersión de malezas en Estados Unidos, promovido por S-K Environmental.
Foto: Georgia Born-Schmidt/
CONABIO

debe reconocer que, dependiendo de las circunstancias de la introducción, la especie y el ecosistema pueden adquirir diferente peso en la estimación, aunque de modo general es posible calcular el riesgo asociado con grupos taxonómicos o tipos de ecosistemas. Adicionalmente, se tienen que plasmar el grado de incertidumbre y la calidad de los datos, además de la confiabilidad de su procedencia (Campbell y Kriesch 2003).

Los análisis de riesgo proporcionan la información necesaria a quienes toman las decisiones sobre los organismos que pueden ser introducidos y el posible impacto a las especies y los ecosistemas nativos. Dichas evaluaciones deben estar basadas en la mejor evidencia científica disponible, ser completas y estar explícitamente presentadas en el documento de evaluación (Griffin 2008). Considerando que los componentes en la definición de riesgo contemplan la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso y la magnitud de las consecuencias, los lineamientos para evaluarlo deben arrojar como resultado, la valoración de estos dos elementos.

En el ámbito fitosanitario la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a través de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), establece la Norma Internacional para Medidas Fitosanitarias (ISPM) Núm. 11, titulada: "Análisis de riesgo de plagas cuarentenarias" (FAO 2004), la cual permite identificar el riesgo, evaluarlo e identificar opciones de manejo.

Basada en los lineamientos emitidos por la FAO/CIPF, la metodología del análisis de riesgo de plagas (ARP) ha sido formalmente aplicada durante casi 18 años por la Dirección General de Sanidad Vegetal para la toma de

La depredación de aves por mamíferos invasores (roedores, gatos y perros ferales) es uno de los principales problemas ocasionados por estas especies en las islas.

Foto: David Mudge/Nga Manu (Many birds) images

Crías de pez león (*Pterois volitans*) capturadas por miembros de la Comunidad de Punta Allen que participan en la erradicación de la especie en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Los juveniles tienen mayor capacidad de desplazamiento que los individuos adultos.

Foto: Alma Álvarez Morales



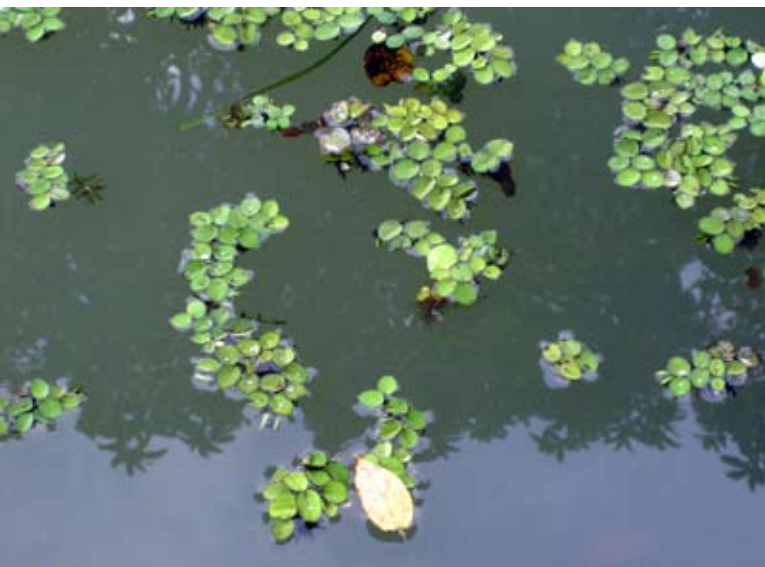
decisiones. Nuestro país participa y trabaja en forma constante con las organizaciones regionales de protección vegetal, OIRSA y NAPPO, con las cuales ha establecido paneles de trabajo en materia de ARP, disminuyendo las diferencias o posibles controversias en su aplicación, con el propósito de facilitar el comercio y evitar el uso de medidas injustificadas, como barreras al comercio (Elizalde 2001; SAGARPA 1996).

Es necesario tener en cuenta que un ARP considera como *plaga* a cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno que sea dañino para las plantas o productos vegetales, e identifica como *plaga cuarentenaria* al organismo de importancia económica potencial para México, aun cuando dicha plaga no exista o, si está presente, se mantenga confinada y bajo control oficial (FAO 2004).

El ARP requiere estar suficientemente documentado, de manera que cuando se realice una revisión o surja una controversia puedan conocerse claramente las fuentes de información y los fundamentos utilizados al tomar la decisión de actuar, en relación con las medidas fitosanitarias establecidas o que hayan de adoptarse (FAO 2004). La Dirección General de Sanidad Vegetal cuenta con más de tres mil requisitos fitosanitarios que aportarán, con base en la evaluación del riesgo, las medidas fitosanitarias apropiadas para mantener un nivel adecuado de protección. Contar con análisis de riesgo es fundamental para la toma de decisiones ya que se reduce la subjetividad y se documentan los procesos. Estos análisis requieren la cooperación de científicos, del sector académico y de la industria agrícola.

Salvinia molesta es una planta exótica de crecimiento rápido que se dispersa mediante corrientes y entre cuerpos de agua por equipo contaminado, y barcos.
Foto: Georgia Born-Schmidt/
CONABIO

El curso-taller de capacitación sobre evaluación, control y monitoreo de especies invasoras en islas de México fue organizado por GECI, CONANP, INE y CONABIO y estuvo dirigido a representantes de las áreas naturales protegidas insulares de México, la DGVS, SEMAR, PROFEPA y comunidades de pescadores en Baja California. Tuvo lugar en Ensenada e Isla Guadalupe en diciembre de 2008.
Foto: Isabel González /CONABIO



RECUADRO 3. ANÁLISIS DE RIESGO DE PLAGAS

Los requisitos generales para el Análisis de Riesgo de Plagas (ARP) están integrados en tres etapas.

Etapas 1: Inicio del proceso de análisis de riesgo de plagas

De manera general, existen dos puntos de inicio para un ARP: 1. Iniciado por una vía de entrada y 2. Iniciado por una plaga.

En la etapa 1 se ha identificado una lista de plagas (en caso de iniciación por una vía de entrada) que ha de ser sometida a evaluación del riesgo. Se examinan esas plagas por separado y para cada una de ellas se determina si cumple los criterios para incluirla entre las plagas cuarentenarias, que es aquella plaga que puede tener importancia económica potencial para el área en peligro, aun cuando la plaga no exista o, si existe, no está extendida y se encuentra bajo control oficial (FAO 2004; IPPC 2009).

Etapas 2: Evaluación del riesgo de plagas

Teniendo presentes todos los aspectos de cada plaga, y en particular la información sobre su distribución geográfica conocida, biología y su importancia económica, se evalúa el potencial de establecimiento, dispersión e importancia económica en el área de ARP. Por último, se determina el potencial de introducción en el área (FAO 2004).

Etapas 3: Manejo del riesgo de plagas

Para el manejo de riesgo de plagas se toma como base la información recopilada en la etapa 2. Se deberán aplicar medidas fitosanitarias en la superficie mínima necesaria para la protección eficaz del área en peligro. Se deben presentar en una lista las opciones en el manejo del riesgo que permitan reducirlo a un nivel aceptable: éstas incluyen las vías de entrada y en particular las condiciones que permitan la entrada de productos básicos (FAO 2004).

Documentación del proceso de ARP

Al finalizar el ARP debe estar suficientemente documentado, de manera que cuando se realice una revisión o surja una controversia puedan conocerse claramente las fuentes de información y los fundamentos utilizados para decidir actuar tomando en cuenta las medidas fitosanitarias adoptadas o que hayan de adoptarse (FAO 2004).

Con base en la evaluación del riesgo la Dirección General de Sanidad Vegetal cuenta con más de 3 000 requisitos, los cuales reflejan las medidas fitosanitarias apropiadas para mantener un nivel de protección adecuado.

Conclusiones

- El ARP es un componente necesario para la toma de decisiones fitosanitarias.
- El ARP reduce la subjetividad y documenta procesos.
- Los ARP requieren la cooperación de científicos, sector académico e industria agrícola.

Alejandra Elizalde, SENASICA-SAGARPA

RESPUESTA TEMPRANA

El término de *respuesta temprana* se refiere a las acciones inmediatas a realizar cuando la prevención ha fallado y las especies invasoras pueden detectarse y tratarse antes de que se establezcan y dispersen. Para llevar a cabo estas acciones con la oportunidad requerida es fundamental contar con una infraestructura que facilite la acción rápida para contener o erradicar estas infestaciones.

El monitoreo es una de las actividades cruciales para la respuesta rápida, y aunque existen pocos casos en los que se haya implementado, hay ejemplos de ello para especies nocivas para la salud humana y animal, como el del National Biological Information Infrastructure de Estados Unidos para la influenza aviar (NBII, 2010).

Preparación del veneno para aplicarlo en los troncos de *Tamarix* sp. durante la campaña de control de tamariscos en Isla Cerralvo en 2010.
Foto: Margarita García



RECUADRO 4. LA RESPUESTA TEMPRANA: ERRADICACIÓN DE LA PALOMILLA DEL NOPAL

La palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum* Berg.), de origen sudamericano, fue ampliamente utilizada como control biológico de especies de nopal (*Opuntia* sp.), consideradas plantas exóticas invasoras en Australia, Sudáfrica y el Caribe. En 1989 se encontró en la península de Florida y en varias islas del Caribe, por lo que se convirtió en una amenaza para los desiertos de Norteamérica. A partir del 2000 las agencias gubernamentales, en conjunto con organizaciones civiles, plantearon la importancia de este hecho debido a los daños sociales, económicos y ecológicos que causaría a las nopaleras en México. En respuesta, se publicó la norma oficial NOM-EM-040-FITO-2003 que previene la introducción, diseminación y establecimiento de la palomilla del nopal en México. Aunada a este esfuerzo, en vinculación con organismos internacionales, se inició una campaña de educación técnica dirigida al monitoreo de nopaleras con el fin de tener un sistema de detección temprana en todo el país.

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

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

Jordan Golubov, UAM-Xochimilco, Aridamérica y
Alejandra Elizalde, SENASICA-SAGARPA

Larvas de la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*), una especie que amenaza las diversas especies de nopales y los ecosistemas áridos y semiáridos y las nopaleras de México.
Foto: Ignacio Baez/USDA



IMPACTOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Las especies invasoras causan pérdidas cuantiosas que alcanzan miles de millones de dólares al año, además del valor intrínseco a la pérdida de biodiversidad, ésta como parte del capital natural de un territorio nacional. Existen estimaciones concretas del impacto económico sobre algunos sectores productivos, aunque hacen falta estudios más detallados, sobre todo para México. En los Estados Unidos se ha estimado que los impactos de las 50 mil especies invasoras registradas significan aproximadamente 120 mil millones de dólares en daños a cultivos, suministros de agua y ecosistemas nativos (Pimentel *et al.* 2001 & 2005). En México, este tipo de valoraciones apenas se están desarrollando, por lo que no se cuenta con las estimaciones de los costos que implica la presencia de especies invasoras. Sin embargo, se cuenta con algunos ejemplos, como la evaluación de costos asociados a los daños causados por la introducción de los peces loricáridos o plecos a la presa Infiernillo, en el límite entre Michoacán y Guerrero, que llevó a pérdidas económicas estimadas en más de 13 millones de dólares (Stabridis Arana *et al.* 2009) o lo invertido en la campaña contra la palomilla del nopal (*Cactoblastis cactorum*) entre 2002 y 2009, que asciende a unos 5 millones de dólares (SAGARPA-SENASICA 2009), cantidad que, aunque considerable, sería ampliamente rebasada por las consecuencias económicas y sociales que tendría el establecimiento de la palomilla en el país. A los costos directos para el manejo de las especies invasoras hay que añadir los que derivan de los efectos provocados sobre el medio ambiente. Por ejemplo, el gobierno sudafricano invierte 40 millones de dólares al año para el control de tres especies de plantas invasoras cuyo impacto no sólo ha afectado a la diversidad

Ganado en los Tuxtlas. El cambio de uso de suelo, por actividades como la ganadería abre oportunidades para la introducción de especies exóticas.

Foto: Mari Carmen García/
CONABIO



biológica local, sino también ha reducido las reservas de algunos acuíferos y ha aumentado el peligro de incendios. A esto se debe agregar que las especies invasoras, al generar daños económicos, contribuyen a la inestabilidad social y representan consecuentemente obstáculos para el desarrollo y el crecimiento económico de las regiones (Pimentel *et al.* 2001; Sala *et al.* 2000). En cuanto a la salud pública y humana, las especies invasoras tienen consecuencias que pueden ser directas, relacionadas con la exposición a nuevas enfermedades y parásitos, e indirectas, derivadas de exposiciones más elevadas y frecuentes a plaguicidas y otros químicos necesarios para erradicar y controlar a esas especies.

Gatos ferales (*Felis catus*) en la isla Pájaros situada en la laguna grande de Coyoaca, Gro. Los gatos abandonados causan daños a las poblaciones nativas de aves en muchas islas del país. Foto: Michael Schmidt

Rabijunco pico rojo (*Phaethon aethereus*) en Isla Farallón de San Ignacio, Golfo de California. Después de la erradicación de la rata negra en 2007, el éxito reproductivo de estas aves aumentó, así como sus áreas de anidación. Foto: J.A. Soriano/GECI



RECUADRO 5. IMPACTOS DE LAS MALEZAS ACUÁTICAS

En los sistemas acuáticos de México se encuentran varias especies que no son originarias de nuestro país. El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), la hydrilla (*Hydrilla verticillata*), la oreja de ratón (*Salvinia* spp), el pino salado (*Tamarix ramosissima*) y el carrizo gigante (*Arundo donax*) constituyen un grave problema que afecta directamente el abastecimiento de agua. La proliferación de estas plantas provoca impactos económicos, ecológicos y a la salud. Dentro de los efectos a la economía podemos citar las pérdidas de agua por evapotranspiración, el azolvamiento prematuro de embalses, la limitación de la actividad pesquera y recreativa, la obstrucción de canales de riego y de tomas en plantas hidroeléctricas y la operación de obras hidráulicas (Gopal 1987). Dentro de los problemas de salud, las malezas acuáticas constituyen el hábitat para el desarrollo de organismos vectores de enfermedades graves y hasta mortales como el dengue, la filariasis, la helmintiasis, la encefalitis, el paludismo y la fiebre amarilla, entre otras (Hernández y Pérez 1995). Dentro de las afectaciones ecológicas, la acumulación de grandes cantidades de malezas acuáticas provoca el estancamiento de agua, con lo que disminuye el oxígeno disuelto que ocasiona la muerte de especies acuáticas (Barrett 1989). Se puede mencionar también el cambio de las condiciones físico-químicas de los cuerpos de agua y el desplazamiento de plantas acuáticas nativas. Recientemente se demostró que la presencia de malezas acuáticas está ligada a la proliferación de cianofitas (Wilde *et al.* 2008), florecimientos ante los que hay que estar alerta, pues algunas de estas algas producen toxinas y pueden provocar la muerte de animales o humanos que beban el agua donde estos organismos proliferen.

Maricela Martínez Jiménez, IMTA



El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) es una maleza acuática que crece muy rápidamente cubriendo extensas superficies en presas, lagunas y canales de riego, impidiendo el libre paso del agua o la navegación; además, afecta la supervivencia de las plantas y los animales nativos. Foto: Hernando Cabral



Hydrilla verticillata, una invasora de cuerpos de agua dulce que cubre la superficie del agua impidiendo el paso de la luz del sol. Foto: Chris Evans, River to River CWMA, Bugwood.org



El carrizo gigante (*Arundo donax*) es una planta acuática invasora que afecta los humedales del norte de México. Foto: Ignacio March

RECUADRO 6. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS ACUÁTICOS EN TABASCO:
IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LOS PLECOS (LORICÁRIDOS)

Los plecos son un grupo de más de 680 especies conocidas de la familia Loricariidae, nativas de la cuenca del Amazonas en Sudamérica. También conocidos como peces diablo, limpiapeces o limpiavidrios, se han expandido de forma alarmante en unos cuantos años. Se tiene el registro de que unas doce especies de estos peces se han establecido en el medio silvestre de diversas regiones del planeta, como en Estados Unidos, Taiwán, Filipinas, Japón, Singapur y México, causando graves daños. En nuestro país se detectaron por primera vez en 1995, en el río Mezcala, en la cuenca del río Balsas. Los peces diablo tienen diversas particularidades en su morfología, fisiología y comportamiento que acentúan el potencial invasivo; desplazan a otras especies de diversas formas, entre las que destacan la ingestión incidental de sus huevos y la competencia por algas y detritus. Son también posibles portadores de enfermedades y parásitos. Han contribuido a causar estragos devastadores en la que fuera la pesquería de agua dulce más importante de México (Mendoza *et al.* 2009).

En Tabasco, como resultado de talleres con pescadores y usuarios de los municipios de Balancán y Tenosique, llevados a cabo en 2007 (Barba *et al.* 2007; Barba y Estrada 2007), se concluyó que un efecto negativo en la pesca fue la presencia del pez diablo, el cual se capturó por primera vez en esta zona en el año 2005.

Se ha capturado en una variedad de ambientes, tanto en ríos y cuerpos lagunares como en fondos blandos someros y fondos rocosos. Se capturan con cualquier tipo de arte de pesca, principalmente red de filamentos (64%) y en periodos nocturnos (71%). El número promedio de peces diablo capturados por red es de 210 organismos, con un peso promedio de 400g. De las personas encuestadas en los talleres mencionados, 45% desconoce alguna utilidad del pez diablo, mientras que el 55% restante señaló que lo utiliza como carnada para langostinos y otros peces.

De acuerdo con el censo-población de 2007, un total de 12,887 personas dependen directamente de la pesca. El número de afectados (directa e indirectamente) fue de 51,548 personas. La invasión de los peces diablo requiere acciones inmediatas. Se llevan ya a cabo diversos estudios para su aprovechamiento; sin embargo, es necesario que las propuestas de aprovechamiento económico tengan una visión integral, acompañadas de investigación aplicada, para su reemplazo por especies nativas y acciones de prevención para evitar reintroducciones.

Everardo Barba, ECOSUR-Villahermosa

Los impactos económicos de los plecos incluyen daños a las riberas por sus hábitos de anidación, y el desplome de industrias pesqueras importantes, como el caso de la presa Infiernillo, en Michoacán.

Foto: Roberto Mendoza



USO DE ESPECIES EXÓTICAS EN ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

El uso de especies exóticas en actividades productivas (agricultura, ganadería, acuicultura, silvicultura, producción y venta de plantas de ornato) ha sido muy amplio desde hace más de un siglo. A estos usos se suma la reciente producción de plantas para biocombustibles, que también contribuyen a satisfacer la demanda, siempre en aumento, de servicios de la población. Sin embargo, en varios casos, ha tenido costos muy altos desde el punto de vista ambiental. Algunos de ellos directos, como la pérdida de la biodiversidad y la introducción y propagación de parásitos y enfermedades, y otros indirectos, que han incrementado los efectos negativos de otros factores de presión, como la deforestación de selvas y bosques, el sobrepastoreo de matorrales desérticos, la disminución del acceso a recursos hídricos, la erosión de suelos y la contaminación con agroquímicos, entre otros.

En el norte del país, 80% de las introducciones de flora para diferentes fines (alimentación, ornato, reforestación, investigación) son especies que provienen de África, Asia y Europa, como resultado de la colonización y dominación española. La familia Poaceae es la que registra mayor número de especies introducidas al país. Entre las especies que destacan están los pastos introducidos, como el zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), el zacate llanero (*Andropogon gayanus*), el zacate Tanzania (*Panicum maximum*) y el zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*). Estos pastos se introdujeron intencionalmente por la disponibilidad de tecnologías para su cultivo y se han utilizado para el control de la erosión, la estabilización de orillas de carreteras y canales o para forraje de ganado. En general, son especies con facilidad de adaptación, rápido crecimiento, resistencia a la sequía y alta productividad de biomasa. Su adaptación ha sido exitosa debido a la similitud de condiciones climáticas entre las áreas de introducción y la distribución original. Su dispersión en ecosistemas nativos se dio en

La casuarina o pino australiano (*Casuarina equisetifolia*) altera la química del suelo y por lo tanto las condiciones en las que se desarrollan las especies nativas.
Foto: Forest & Kim Starr/
USGS/ Bugwood.org



relativamente pocos años en los que prácticamente ha reemplazado la cubierta vegetal nativa y modificado los regímenes de incendios en la región (Arriaga *et al.* 2004; Villaseñor y Magaña 2006).

El caso de las especies exóticas acuáticas fue inicialmente promovido por organismos internacionales, como la FAO, y fue acogido en las estrategias implementadas por organismos gubernamentales, orientadas a elevar la oferta de alimentos y materias primas. Estas introducciones frecuentemente se han llevado a cabo directamente en los cuerpos de agua naturales, lo que ha provocado el establecimiento y propagación de especies invasoras y enfermedades en diversas zonas del territorio nacional, con el consecuente impacto a diversas especies nativas, deterioro de ambientes acuáticos y terrestres y pérdida de servicios ecosistémicos y productividad. Ejemplo de ello son las tilapias, carpas, rana toro, langostas australianas o la translocación del camarón del Pacífico al Golfo de México.

La introducción de algunas especies exóticas para programas de reforestación o para la conservación de suelos, como la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), han empobrecido la calidad de hábitats nativos, alterado la disponibilidad de recursos hídricos y han causado problemas de salud en humanos. El lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), usado en gran medida con fines ornamentales, ha ocasionado impactos a actividades productivas como la pesca y la navegación.

La introducción de plantas exóticas con potencial invasivo para la generación de biocombustibles representa un gran riesgo. Muchas de estas especies se seleccionan por presentar características que contribuyen a la naturalización y establecimiento de las mismas en nuevas áreas, característica del potencial invasivo que pueden tener (Barney y DiTomaso 2008; Buddenhagen *et al.* 2009; GISP 2008), por lo que se debe evitar su producción en el país.

Por otra parte, procesos como la ganaderización de las selvas tropicales, que además fue favorecida por las políticas de desarrollo para expandir la frontera agropecuaria nacional y resolver los problemas de repar-

Las tilapias se han introducido a numerosos cuerpos de agua en México y han llegado a ocasionar la extinción de poblaciones de peces nativos. Foto: Miguel Sicilia/CONABIO

Los plecos, también conocidos como limpiapeces, se han expandido en pocos años; representan una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos en México. Foto: Wikimedia



to agrario, abre oportunidades para la introducción y el establecimiento de especies exóticas. A pesar de que las zonas tropicales cálido-húmedas de México agrupan los ecosistemas naturales más ricos, diversos y complejos que se conocen (Márquez-Cabrera 2010), la vegetación del trópico húmedo del país se ha reducido severamente en los últimos cincuenta años. Actualmente sólo 17% de las selvas húmedas existentes están conservadas en condición primaria (Challenger y Dirzo 2009).

La falta de congruencia entre políticas ambientales y productivas, aunada al hecho de que no se valora la pérdida de la biodiversidad y no se ha invertido en generar paquetes tecnológicos con especies nativas, ha promovido el uso de especies exóticas. Las políticas públicas que en el largo plazo propician el uso de especies exóticas potencialmente invasoras deben considerar los impactos de las mismas en todos los entornos: ambientales, sociales y económicos. La producción de alimentos debe armonizarse con la conservación de la base natural de producción, es decir, mantener el balance con los ecosistemas y por ende con los servicios ambientales que brindan.

Muchas especies exóticas son de uso arraigado y son importantes para la seguridad alimentaria y la economía. Las especies que no han mostrado ser una amenaza no son las que nos preocupan y en las que se enfoca esta estrategia. Sin embargo, deberán revisarse las medidas de bioseguridad que aseguren el uso de especies exóticas de manera que su aprovechamiento sea posible bajo condiciones que eviten su dispersión e introducción a ecosistemas naturales.

La aplicación de medidas preventivas constituye el método de control más adecuado para el manejo de especies invasoras. De tal forma que el uso de herramientas como los análisis de riesgo y otros mecanismos de prevención, como el HACCP (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009), en los programas de producción sustentados en el uso de especies exóticas debe tener un carácter obligatorio. Especialmente en las zonas vecinas a las áreas naturales protegidas (ANP), sobreentendiendo que dentro de las ANP y otros ecosistemas de importancia estratégica para la conservación, la introducción de especies

El zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) es un pasto africano que se encuentra ampliamente distribuido en varias regiones de México.
Foto: Pedro Tenorio Lezama

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), originario de Eurasia tropical, fue introducido como planta forrajera en el norte del país. Ha invadido matorrales, pastizales xerófilos y selvas bajas caducifolias.
Foto: Pedro Tenorio Lezama



exóticas debe estar estrictamente prohibida o ser regulada bajo estrictas medidas de bioseguridad que permitan asegurar su confinamiento.

La regulación de especies exóticas potencialmente invasoras, dentro de las políticas productivas, tendría fuertes reacciones de diversos sectores cuyos intereses se verían afectados. Sin embargo, México debe comenzar la armonización considerando experiencias recientes que han demostrado que las especies invasoras no sólo causan graves daños al medio ambiente natural, sino que afectan la producción de alimentos, dañan la infraestructura pública, degradan las tierras de cultivo, incrementan la vulnerabilidad de sufrir embargos comerciales, afectan la calidad del agua y los paisajes de valor turístico e histórico; por lo que sus impactos pueden significar elevados costos, tanto por el daño directo como por el gasto invertido para su control y erradicación (Aguirre-Muñoz *et al.* 2009).

El perico monje (*Myiopsitta monachus*) es nativo de Argentina y Uruguay y se ha reconocido como una plaga para los cultivos. Se adapta fácilmente a ambientes urbanos por lo que tiene una demanda muy alta como mascota en México. La gente desconoce los daños potenciales, los libera y contribuye a alimentarlos, como a otras especies como las palomas y los gorriones caseros. Foto: Patricia Koleff/CONABIO

Las palomas domésticas (*Columba livia*) son nativas de Europa y han sido introducidas en todo el mundo, causan daños a edificios y pueden transmitir enfermedades a otras especies. Foto: Isabel González/CONABIO



CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS

La pertinencia de evaluar la posibilidad, en términos de costo y técnicas disponibles, del control o la erradicación de las especies invasoras se confirma al comprobar que son una grave amenaza para la biodiversidad, los ecosistemas y los recursos naturales de alto valor para México. Tal es el caso de peces exóticos en cuerpos de agua continentales que desplazan a las especies nativas, de la palomilla del nopal para las zonas áridas y semiáridas y las nopaleras, de las malezas acuáticas que reducen considerablemente el recurso agua, así como de los mamíferos (gatos, ratas y cabras, entre otros) introducidos en islas, que representan una amenaza para las especies endémicas que las habitan.

En cuanto a erradicación de especies introducidas en islas, México ha realizado una labor que destaca en el ámbito internacional. A lo largo de la última década se han erradicado cuarenta poblaciones de mamíferos introducidos en 28 islas, lo que es un paso fundamental para la conservación de más de cien especies y subespecies endémicas que habitan las islas del noroeste de México (Aguirre-Muñoz *et al.* 2008).

El resultado ejemplar en las islas del golfo de California ha sido producto de la iniciativa de algunos individuos y organizaciones civiles, apoyados por un esquema de colaboración interinstitucional y de cooperación internacional. La restauración de todas las islas de México —quedan algo más de treinta islas con mamíferos introducidos— es una meta viable para 2025, lo que representaría un hito de importancia mundial.

La erradicación de *Arundo donax* es complicada porque el crecimiento de esta planta es más rápido que el de muchas especies nativas.

Foto: Ignacio March

Erradicación de plantas introducidas en Isla Isabel, Nayarit, para disminuir una de las fuentes de alimentación de la población de roedores invasores.

Foto: GECl



RECUADRO 7. ACCIONES DE RESTAURACIÓN EN ISLA GUADALUPE

La isla Guadalupe es un volcán de 5800 m de altura. La superficie emergida es de 1298 m y aproximadamente 250 km². Es un importante centro de endemismo expresado en 34 especies de plantas, incluyendo dos géneros (Moran 1996); ocho aves terrestres (Hubs y Jehl 1976); un ave marina (Jehl y Everett 1985); once caracoles terrestres (Pilsbry 1927) y al menos 18 especies de insectos (González 1981). Además, es un importante sitio de reproducción de mamíferos marinos, como el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), el elefante marino (*Mirounga angustirostris*) y numerosas especies de aves, entre ellas el albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*).

Con la introducción de cabras durante el siglo XIX, la cobertura arbórea —pino, ciprés, encino, palma y junípero— se redujo de manera dramática; únicamente 6% de la cobertura original ha sobrevivido (Oberbauer 2005; Rodríguez-Malagón 2006). Por otro lado, los gatos ferales han causado la extinción de seis especies de aves y amenazan la permanencia de numerosas poblaciones de aves nativas.

Para promover la restauración ambiental de la isla, el Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., en colaboración con dependencias gubernamentales (SEMARNAT y SEMAR) e instituciones académicas, implementaron el proyecto “Restauración y conservación de la isla Guadalupe”. La erradicación de cabras, iniciada en 2003, concluyó con éxito en 2006. El monitoreo para la confirmación se ha llevado a cabo durante 2007-2009. Gracias a la erradicación, por primera vez en más de 150 años, se ha registrado la germinación y sobrevivencia de reclutas de especies arbóreas (más de 130 000 en 2009), así como la observación de seis especies nativas que se creían extintas o extirpadas de la isla. La erradicación de gatos ferales—que representa un reto mundial— está en fase de planeación. En tanto la erradicación de esta nociva especie sea un hecho, se han llevado a cabo acciones de control puntual alrededor de las zonas de anidación de aves marinas para mitigar los impactos por depredación. El proyecto de restauración ambiental de la isla Guadalupe, sumado a los avances en las otras islas de la región, tiene relevancia nacional y mundial (Aguirre-Muñoz *et al.* 2005). El proyecto se considera a la fecha, un modelo de conservación insular que coloca a México como líder internacional en la conservación de ecosistemas.

La experiencia práctica acumulada, aunada al desarrollo de nuevas tecnologías en otras latitudes y al apoyo de la sociedad y del gobierno, permitirá la formulación de un programa integral de erradicación de fauna introducida para las islas del país. Se impone un avance rápido en los aspectos legales y de financiamiento —ahora inexistente— hacia un esquema que favorezca la restauración insular en México. Con tales elementos, resulta viable la implementación exitosa de acciones de restauración de especies y funciones ecológicas.

Luciana Luna y Alfonso Aguirre, GECI

Monitoreo de rata negra en la isla San Pedro Mártir, Golfo de California, una actividad central para evaluar el éxito del programa y una herramienta importante de detección temprana. Foto: GECI



ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas (ANP) son el instrumento de conservación de la biodiversidad más consolidado en México. Su misión es conservar el patrimonio natural de México y los procesos ecológicos, por lo que es fundamental mantenerlas libres de especies invasoras. Hasta ahora, la mayoría de los esfuerzos de control y erradicación de especies invasoras se han concentrado en las ANP insulares del Pacífico norte y del golfo de California por la fragilidad de estos ecosistemas, que albergan numerosas especies endémicas.

En México, el número registrado de especies de flora exótica invasora supera por mucho a la fauna introducida. En las ANP de las regiones norte y Sierra Madre Occidental y la región noroeste y Alto Golfo de California de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (DOF 2007), que abarcan gran parte de los desiertos de América del Norte, se han establecido numerosas especies de pastos y plantas exóticas propias de ambientes áridos y semiáridos de otras regiones del mundo (Bogdan 1997; Desert Museum 2008; Science Daily 2002), tales como el zacate buffel, especie invasora ampliamente cultivada para su uso en ganadería extensiva, lo que a su vez incrementa sus oportunidades de establecimiento y dispersión (Chambers y Hawkins 2004).

La prevención, control y erradicación de las especies invasoras debe considerarse en la gestión de las ANP, como lugares de conservación, de desarrollo sustentable y de investigación. Por ello es de gran importancia que cada ANP cuente con un programa adecuado de prevención, que incluya acciones de vigilancia y monitoreo continuo, con el objetivo de reducir el número de introducciones de especies

El albatros de Laysan (*Phoebastria immutabilis*) habita en varias áreas naturales protegidas insulares del Pacífico. En Isla Guadalupe su población es muy vulnerable a los gatos, ratas y ratones introducidos.

Foto: Isabel González/
CONABIO



exóticas y detectar de forma temprana a las especies potencialmente invasoras (De Poorter *et al.* 2007).

A partir de 2008, la CONANP ha llevado a cabo diferentes acciones encaminadas a conjuntar la información sobre las especies exóticas, invasoras y ferales, y su distribución en las ANP de competencia federal, con el fin de obtener un diagnóstico y establecer prioridades de acción en todo el país (CONANP 2009b). Los resultados indican que las ANP son vulnerables a los daños ocasionados por las especies invasoras. Sin una gestión para prevenir y combatir estas especies, los valores del área protegida, incluyendo los servicios de los ecosistemas y la diversidad biológica, inevitablemente, se verán seriamente afectados. Sin embargo, esta amenaza ha permitido crear capacidades para lograr combatir eficazmente a las especies invasoras.

El tema de las invasiones biológicas es transversal e incluye una dimensión ecológica, socioeconómica e incluso ética. Las acciones de control o erradicación con frecuencia resultan costosas y muy difíciles de desarrollar y las alternativas de prevención, detección y acción temprana, aún siendo de máxima prioridad, requieren conocer el comportamiento de esas especies en otras áreas donde también hayan sido introducidas. De este modo, la generación de experiencias de manejo y control, la cooperación y el intercambio de información constituyen las máximas fortalezas para solucionar estos problemas ecológicos (Schüttler y Karez 2008).

Varias especies de tilapia se introdujeron a México en las décadas de los 60 y 70. Actualmente México es uno de los principales productores a nivel mundial; sin embargo, muchas especies nativas han sido puestas en riesgo o han desaparecido.

Las tortugas japonesas (*Trachemys scripta elegans*) son muy populares como mascotas, liberadas al medio silvestre, fuera de su área de distribución natural (EUA y norte de México), compiten y se hibridizan con especies endémicas.

Fotos: Miguel Sicilia/CONABIO



RECUADRO 8. ESPECIES INVASORAS DE MAYOR IMPACTO REGISTRADAS EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Origen ^{1,2}	Número de ANP en las que se han registrado ³
Plantas	<i>Arundo donax</i>	Carrizo o caña gigante	Europa del Este y Asia	6
	<i>Pennisetum ciliare</i>	Zacate buffel	África	13
	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate Bermuda	Europa, Nte de África y Asia tropical	17
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Zacate egipcio o pata de pollo	África (Nigeria)	16
	<i>Eichhornia crassipes</i>	Lirio acuático o jacinto de agua	Sudamérica	8
	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino de los tontos o pino australiano	Australia y parte del Indo Pacífico	15
	<i>Tamarix ramosissima</i>	Pino salado o cedro salado	Europa del Este y Asia	12
Peces	<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa común	Europa y Este y Sur de Asia	15
	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia del Nilo	África	19
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia de Mozambique	África	14
	<i>Pterois volitans</i> y <i>P. miles</i>	Pez león, rojo y pez de fuego del diablo	Pacífico Oeste y Oceanía	8
Anfibios	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	Noroeste de México hasta Brasil (traslocada)	25
Reptiles	<i>Trachemys scripta elegans</i>	Tortuga japonesa	Estados Unidos	2
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza garrapatera	Península ibérica, Medio Oriente y África	13
	<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica	Europa, Norte de África y Medio Oriente	7
	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero o gorrión inglés	Medio Oriente y el Mediterráneo	10
Mamíferos	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	India	15
	<i>Felis catus</i>	Gato doméstico (feral)	Península Ibérica, Norte de África, Asia	29

¹ Álvarez-Romero et al. 2008.

² CONABIO. 2009.

³ CONANP. 2009a.



Loterías Marías
Juego de Lotería
para Niños, 12 años

Loterías Marías
Juego de Lotería
para Niños, 12 años

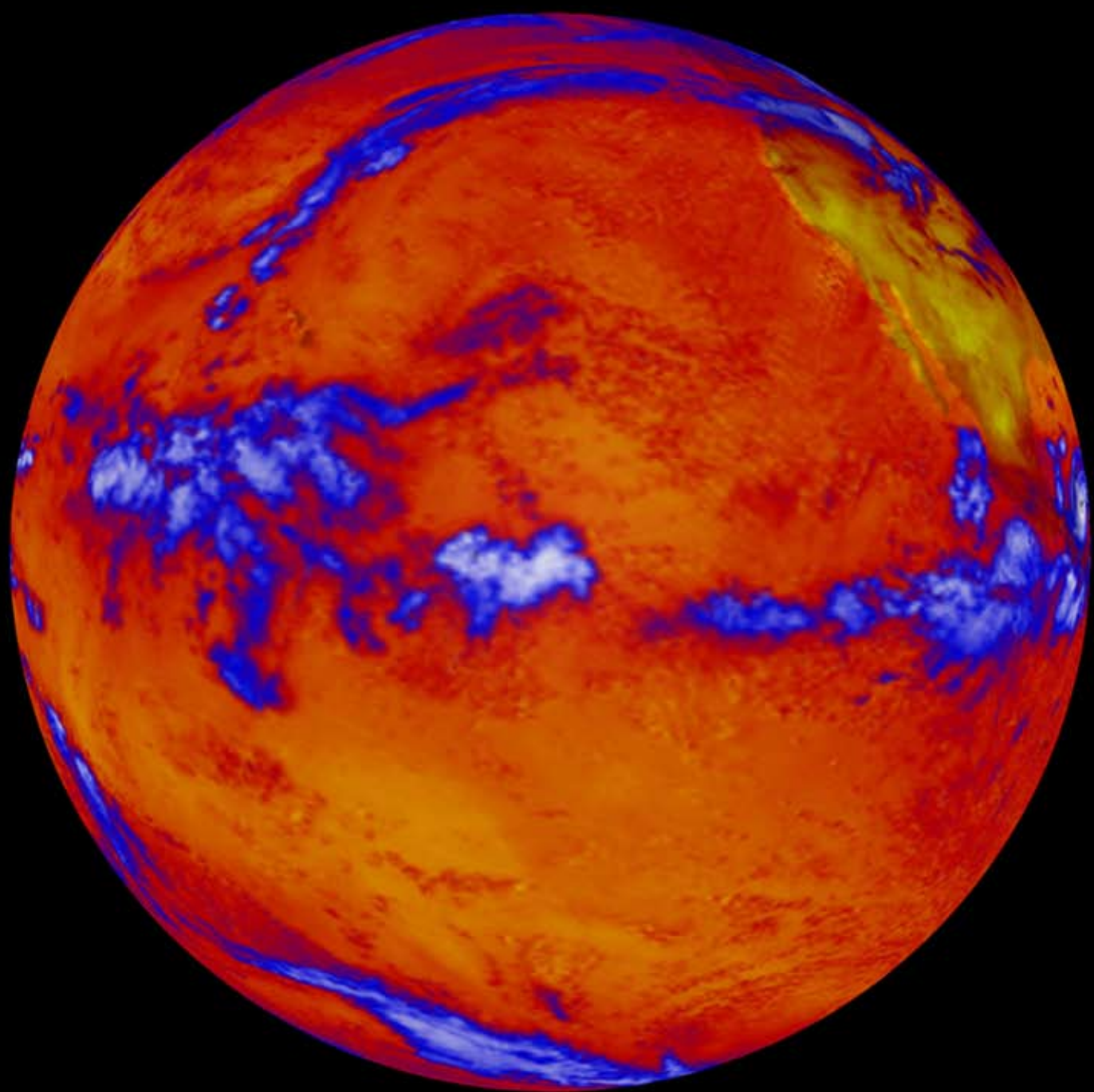
EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DIFUSIÓN

Es de vital importancia abordar desde la perspectiva educativa el creciente impacto de las especies exóticas invasoras, ya que en la mayoría de los casos su introducción y dispersión resulta de las actividades humanas; tienen efectos no sólo en los ecosistemas y la vida silvestre, sino en la salud humana y las actividades productivas de las cuales dependen la economía y el bienestar social. El conocimiento sobre las especies invasoras y sus efectos es aún insuficiente. Es necesario un esfuerzo educativo que responda a las dimensiones del problema para informar, sensibilizar y concientizar a los diferentes actores involucrados directa e indirectamente.

Para ello se requiere un diseño educativo específico enfocado en las condiciones particulares de cada uno de los sectores sociales a los que se dirige; esfuerzo que requiere de la cooperación interinstitucional en la conformación de grupos de trabajo, la oportuna participación de los medios de comunicación y, sobre todo, la disposición de los distintos sectores y organizaciones civiles. Los programas de educación ambiental contribuyen a prevenir la introducción y a la detección temprana de especies exóticas, lo cual es menos costoso que la puesta en marcha de programas de control y erradicación.

Estas necesidades exigen que la sociedad esté informada oportunamente y a fondo y sea conocedora de los impactos ecológicos, económicos y sociales que generan estas especies. Una vía de solución es poner al alcance del público información oportuna, con conocimientos de alta calidad que sean significativos, completos y acordes a los grupos sociales a los que se dirija, orientando el contenido hacia un enfoque de prevención de impactos y, a su vez, que promueva el reemplazo de las especies invasoras por especies nativas. De manera especial, deben dirigirse esfuerzos específicos de orientación e información hacia distintos importadores y consumidores que introducen especies exóticas con fines comerciales para la agricultura, la ganadería, el ornato, la producción de cosméticos, entre otros. En algunos casos, como la importación de especies de la vida silvestre, existen protocolos internacionales que hay que cumplir, como en el caso de las especies enlistadas en los apéndices del tratado de CITES.

Página opuesta: niños con juegos educativos de las islas Marías. Los programas de educación ambiental son fundamentales para apoyar a prevenir la introducción de especies invasoras y en la detección temprana de especies exóticas.
Foto: J.A. Soriano/GECI



EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las especies invasoras y el cambio climático son dos de las principales amenazas para la estructura, función e integridad de los ecosistemas y los servicios que proveen; sus impactos sinérgicos son relativamente desconocidos, aunque de la mayor preocupación (Barnard *et al.* 2005).

Se espera que, en combinación con los impactos del cambio climático, se incrementarán los problemas causados por las especies invasoras; en particular, el reemplazo de especies nativas que sean más vulnerables ante las nuevas condiciones climáticas (Low 2008). Diversas investigaciones sugieren que el cambio climático podría disparar la expansión de especies invasoras a nuevas regiones. Por ejemplo, en la costa del Mediterráneo el efecto del cambio climático se ha sumado a otros factores de presión como la contaminación, la destrucción y la fragmentación de hábitats, y ha provocado la disminución en la diversidad de especies nativas. Es probable que el cambio climático sea el causante de la dominancia de especies invasoras euritermas (aquéllas que soportan grandes oscilaciones de temperatura) (Galil 2008).

A pesar de estos hallazgos, el tema de las especies invasoras no ha recibido el reconocimiento que merece en los diversos foros donde se discuten los impactos del cambio climático. En Australia se han identificado acciones prioritarias, como la remoción de malezas de poblaciones periféricas, la mejora en las prácticas de manejo en pastizales susceptibles al fuego, una mejor preparación ante eventos extremos como ciclones, el control legislativo estricto en cultivos usados para biocombustibles y el debate de las metas de conservación ante un futuro de cambios continuos (Low 2008).

A pesar de que es prácticamente imposible detener completamente los efectos del cambio climático o erradicar todas las especies invasoras, sí es posible aminorar otras amenazas, como la contaminación, la salinización, el sobrepastoreo y la sobreexplotación, entre otras. Es fundamental llevar a cabo estas acciones para mantener los ecosistemas saludables, lo cual se ha reconocido como una de las mejores prácticas para resistir las invasiones biológicas (MA 2005).

Página opuesta: el cambio climático y las invasiones biológicas son procesos clave que afectan a la biodiversidad global, por lo que sus efectos deben ser analizados en conjunto.

Foto: NASA-MSFC

COMITÉ ASESOR NACIONAL SOBRE ESPECIES INVASORAS

Nombre	Institución
Alfonso Aguirre	GECI, A.C.
Porfirio Álvarez	DGPAIRS-SEMARNAT
Everardo Barba	ECOSUR-Villahermosa
Hesiquio Benítez	CONABIO
Salvador Contreras-Balderas†	Bioconservación, A.C.
Teresa Coronado	Secretaría de Marina
Andrea Cruz	CONABIO
Alejandra Elizalde	SENASICA-SAGARPA
Francisco J. Espinosa-García	CIECO-UNAM
María Emilia Fuentes López	SCT
Patricia Fuentes Mata	INAPESCA-SAGARPA
Luis Fueyo Mac Donald	CONANP-SEMARNAT
Osiris Gaona Pineda	IE, UNAM
Fernando Gavito	CONANP-SEMARNAT
Margarita García	CONANP-SEMARNAT
Miguel Arturo Giles	SCT/Consultor
Jordan Golubov	UAM-Xochimilco, Aridamérica
Ana Isabel González	CONABIO
Gustavo González Villalobos	DGGFS-SEMARNAT
Ricardo Hernández	DGVS-SEMARNAT
Patricia Koleff	CONABIO
Antonio Low Pfeng	INE-SEMARNAT
Ignacio March	TNC-Programa México
Maricela Martínez	IMTA-SEMARNAT
María Esther Meave del Castillo	UAM-Iztapalapa
Rodrigo Medellín	IE, UNAM
María Cristina Meléndez	CEDES Sonora
Roberto Mendoza	FCB, UANL
Martha Merino Pérez	CECADESU-SEMARNAT
Leonardo Meza	CECADESU-SEMARNAT
Virgilio Moreno	SNICS-SAGARPA
Francisco Javier Navarrete	PROFEPA-SEMARNAT
Antonio Ordóñez	PRONATURA

Nombre	Institución
Frizia Ortiz de Ora	DGSPNR-SEMARNAT
Antonio David Quiroz	CONAFOR-SEMARNAT
Óscar Ramírez	CONANP-SEMARNAT
Carlos Ramírez	IINSO, UANL
Vicente Rosas	SENASICA-SAGARPA
Karina Santos del Prado	INE-SEMARNAT
Roxana Silva	INAPESCA-SAGARPA
Gustavo Torres	SENASICA-SAGARPA
Maribel Torres Cruz	PROFEPA-SEMARNAT
Luz María Torres	INAPESCA-SAGARPA
Heike Vibrans	COLPOS
Jaime Villa Castillo	CONAFOR-SEMARNAT
Raúl Villaseñor	CONAPESCA-SAGARPA

Agradecimientos especiales a Francisco Padrón, Eduardo Morales, Georgia Born-Schmidt, Yolanda Barrios, Verónica Aguilar, Carlos Galindo Leal, Claudia Barrita, Sandra Rojas, Eder Morales, Teresa Cuevas, Bernardo Terroba, Gloria Espinosa y Patricia Galindo por su apoyo en el desarrollo de la Estrategia, así como a numerosos especialistas y personal de la CONABIO que ha colaborado durante varios años en la generación y compilación de conocimiento sobre las especies invasoras.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS CLAVE

Control. Mantenimiento de una población de determinada especie dentro de ciertos niveles o debajo de un umbral (en términos de número de individuos de la población y su área de distribución), dentro del cual el impacto negativo sobre los recursos naturales o en particular de las especies nativas es prácticamente eliminado, tolerable o aceptable (Parkes 1993).

Erradicación. Remoción permanente de la población entera de una especie dentro de un área y tiempo determinados (Parkes 1993).

Especie exótica (introducida o no nativa). Es la especie, subespecie o taxón inferior que se establece fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial (fuera del área que ocupa de manera natural o que no podría ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano) e incluye cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie que puede sobrevivir y reproducirse (CDB 2009, IUCN 2000). Este término también puede aplicarse a niveles taxonómicos superiores, como género o familia (IUCN 2000; Lever 1985).

Especie exótica invasora. Es aquella especie o población que no es nativa, que se encuentra fuera de su ámbito de distribución natural, que es capaz de sobrevivir, reproducirse y establecerse en hábitat y ecosistemas naturales y que amenazan la diversidad biológica nativa, la economía y la salud pública (DOF 2010).

Especie invasora. Una especie exótica que se establece en hábitats o ecosistemas naturales o seminaturales; es un agente de cambio y representa una amenaza para la biodiversidad nativa (CDB 2009; IUCN 1999).

Impacto negativo. Son los efectos adversos que pueden tener las especies invasoras sobre la flora y la fauna nativas, los ecosistemas, la economía, la sociedad o la salud, de acuerdo con sus características biológicas intrínse-

cas, tales como su estrategia de vida y sus hábitos de alimentación. Dichos efectos se generan a través de competencia, depredación, herbivoría, hibridación o transmisión de enfermedades e incluyen factores de vulnerabilidad en las áreas a las que ha sido introducida (Álvarez-Romero *et al.* 2008). Los impactos pueden ser reales o potenciales.

Introducción. Transferencia por parte del ser humano de ejemplares vivos a una nueva región, fuera del área de distribución natural de la especie o taxón (histórica o actual). Puede ocurrir dentro de un mismo país o entre diferentes países o continentes (IUCN 2000; Lever 1985). El proceso de introducción puede ocurrir de manera inadvertida o deliberada, como consecuencia de actividades humanas específicas (IUCN 2000; McNeely *et al.* 2001).

Medidas sanitarias y fitosanitarias. Cualquier medida aplicada para proteger la salud humana, animal o vegetal en un área o región de la introducción, establecimiento o dispersión de plagas, enfermedades u organismos portadores de los mismos. Estas medidas intentan prevenir o limitar daños derivados de organismos patógenos mediante protocolos y procedimientos establecidos para la prevención, contención y respuesta rápida (IUCN 2000; McNeely *et al.* 2001).

Naturalización. Se refiere al proceso de establecimiento de una especie exótica en el área donde fue introducida. Este establecimiento está asociado a un área o lugar que por sus características (similitud ambiental al área de distribución original o condiciones adecuadas) permite el establecimiento de poblaciones autosuficientes en vida libre. El proceso de naturalización de una especie requiere que hayan sido superadas algunas barreras bióticas y abióticas para que la especie sobreviva y se reproduzca regularmente en el nuevo ambiente (Lever 1985; Richardson *et al.* 2000).

Plaga. Cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO 2004; IPPC 2009).
Plaga cuarentenaria. Plaga de importancia económica potencial para el área en peligro, aun cuando la plaga no esté presente o, si está presente, no está extendida y se encuentra bajo control oficial (FAO 2004; IPPC 2009).

Ruta de introducción. Es el proceso por el que se traslada una especie de la región donde es nativa a una nueva área a la que no llegaría por dispersión natural; los vectores son los mecanismos por los cuales se transporta dicha especie (Lockwood *et al.* 2007). Estos vectores son los medios, actividades o productos por medio de los cuales una especie exótica puede ser transportada a un nuevo entorno, sea de manera intencional o accidental (Koike *et al.* 2006).

INFORMACIÓN SOBRE LA TERMINOLOGÍA UTILIZADA

Sobre especies exóticas invasoras

Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez, 2008. *Animales exóticos de México: una amenaza para la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONABIO. 2009. *Sistema de Información sobre Especies Invasoras*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: www.biodiversidad.gob.mx

IUCN. 2009. *Invasive Species Specialist Group*. Disponible en: www.issg.org

McNeely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P.J. Schei y J.K. Waage (eds.). 2001. *Global strategy on invasive alien species*. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

NRMMC. 2007. *Australian Pest Animal Strategy - A national strategy for the management of vertebrate pest animals in Australia*. Commonwealth of Australia.

Ries, P., M.E. Dix, M. Lelmini y D. Thomas. 2004. National Strategy and implementation plan for invasive species management. USDA y Forestry Service.

Sobre términos legales y convenios internacionales

Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2002. Decisión VI/23 adoptada por la Sexta Conferencia de las Partes a la Convención sobre Diversidad Biológica. La Haya, Países Bajos 7-19 de abril de 2002. Disponible en: www.cbd.int/invasive/

Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. 2008. *Glosario de términos fitosanitarios*, NIMF n°5. FAO, Roma. Disponible en: www.ippc.int/IPP/Es/default_es.jsp

Ley Federal de Sanidad Animal. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de junio de 1993. Última reforma publicada DOF 16-06-2004.

Ley Federal de Sanidad Vegetal. Nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de enero de 1994. Última reforma publicada DOF 26-07-2007.

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). *Diario Oficial de la Federación* del 28 de enero de 1988. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Ley General de Vida Silvestre. Nueva ley publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 06-04-2010.

Organización Marítima Internacional. 2008. Disponible en: www.imo.org/

Términos generales de biología y ecología

Begon, M., J.L. Harper y C.R. Townsend. 1996. *Ecology: individuals, populations and communities*. Blackwell. Londres: Blackwell Science.

Lawrence, E. (ed.). 2003. Diccionario AKAL de términos biológicos. En: *Henderson's dictionary of biological terms*. Tres Cantos, Madrid, España. Masteroffset, Colmenar Viejo.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ANP	Área natural protegida
ARP	Análisis de riesgo de plagas
ASPAN	Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte
CBD	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, SEMARNAT
CEDES	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora
CIECO	Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM
CIEM	Consejo Internacional para la Exploración del Mar
CIPF	Convención Internacional de Protección Fitosanitaria
COLPOS	Colegio de Posgraduados
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal, SEMARNAT
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT
CONAPESCA	Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, SAGARPA
DGGFS	Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos, SEMARNAT
DGPAIRS	Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial, SEMARNAT
DGSPRNR	Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables, SEMARNAT
DGVS	Dirección General de Vida Silvestre, SEMARNAT
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FCB	Facultad de Ciencias Biológicas, UANL
GECI	Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C.
GISP	Global Invasive Species Program
IE	Instituto de Ecología, UNAM
IINSO	Instituto de Investigaciones Sociales, UANL
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, SEMARNAT
INAPESCA	Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA
INE	Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT

IUCN	International Union for Conservation of Nature / Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
NAPPO	Organización Norteamericana para la Protección de las Plantas
OIRSA	Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria
OMI	Organización Marítima Internacional
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAT
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, SAGARPA
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SAGARPA
SS	Secretaría de Salud
TLCAN	Tratado de Libre Comercio para América del Norte
TNC	The Nature Conservancy-Programa México
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México

REFERENCIAS

- Aguirre-Muñoz, A., D.A. Croll, D.C. Josh, *et al.* 2008. High-impact conservation: invasive mammal eradications from the islands of western Mexico. *Ambio* 37 (2): 101-107.
- Aguirre-Muñoz, A., J. Maytorena, B. Keitt, B.R. Tershy y M. Rodríguez. 2005. Cartografía base para la conservación de isla Guadalupe: avances, perspectivas y necesidades. En: K. Santos del Prado y E. Peters (eds.). *Isla Guadalupe. Restauración y conservación*. INE, SEMARNAT, CICESE, GECI, SEMAR, México, pp. 19-25.
- Aguirre-Muñoz, A., R.E. Mendoza-Alfaro, H. Arredondo, *et al.* 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En: R. Dirzo, R. González e I.J. March (comp.). *Capital natural de México. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 277-318.
- Álvarez-León, R. y F.P. Gutiérrez-Bonilla. 2007. Situación de los invertebrados acuáticos introducidos y transplantados en Colombia: antecedentes, efectos y perspectivas. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 31(121): 557-574.
- Álvarez-Romero, J.G., R.A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008. *Animales exóticos de México: una amenaza para la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología, UNAM, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- Andersen, M.C., H. Adams, B. Hope y M. Powell. 2004. Risk assessment for invasive species. *Risk analysis* 24 (4): 787-793.
- Anderson, D.M. 1989. Toxic algal bloom and red tides: A global perspective. En: T. Okaichi, D.M. Anderson y T. Nemoto (eds.). *Red tides: Biology, environmental science and toxicology*. Elsevier Science Inc., Nueva York, pp. 11-16.
- Arriaga, L., A.E. Castellanos, E. Moreno y 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.
- ASPAN. 2005. *Prosperity Agenda. Security and Prosperity Partnership of North America*. Disponible en <www.spp.gov/prosperity_agenda/index.asp?dName=prosperity_agenda#enhance_quality> (consultado en septiembre de 2009).
- Baillie, J.E.M., C. Hilton-Taylor y G.M. Mace. 2004. *IUCN Red list of threatened species. A global species assessment*. International Union for Conservation of Nature. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Barba, E. y F. Estrada. 2007. Taller sobre el aprovechamiento integral del pez diablo en los municipios de Tenosique y Balancán. *Produce Tabasco* 5(3): 5-6.
- Barba, E., C. Escalera y M.P. Cano. 2007. El plecos, del acuario al humedal ¿Especie invasora o recurso alternativo? *Produce Tabasco* 5(3): 16-18.
- Barnard, P., W. Thuiller y G. Midgley. 2005. Invasive species under global change-signs from a homogenized world. *GISP News* 4: 8-11.
- Barney, J.N. y J.M. DiTomaso. 2008. Nonnative Species and Bioenergy: Are We Cultivating the Next Invader? *Bioscience* 58(1): 64-70.
- Barrett, S.C.H. 1989. Waterweed Invasions. *Scientific American* 260: 90-97.
- Bogdan, A.V. 1997. *Pastos tropicales y plantas de forraje (pastos y leguminosas)*. AGT, S.A.
- Buddenhagen, C., C. Chimera y P. Clifford. 2009. Assessing biofuel crop invasiveness: a case study. *PlosOne* 4(4): e5261.
- Burgiel, S., G. Foote, M. Orellana y A. Perrault. 2006. *Invasive alien species and trade: Integrating prevention measures and international trade rules*. Centre for Environmental Law and Defenders of Wildlife, Washington, D.C.
- Butchart, S.H.M., A.J. Stattersfield y T. Brooks. 2006. Going or gone: defining "Possibly extinct" species to

- give a truer picture of recent extinctions. *Bulletin of the British Ornithologists Club* 126 (A): 7-24.
- Campbell, F. y P. Kriesch. 2003. *Invasive Species Pathways team: Final report*.
- Carlton, J.T. 2001. *Introduced species in U.S. coastal waters. Environmental impacts and management priorities*. Arlington, Estados Unidos.
- Carlton, J.T. y J.B. Geller. 1993. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science* 261: 78-82.
- Carlton, J.T. y M.H. Rukelshaus. 1997. Nonindigenous marine invertebrates and algae. En: D. Simberloff, D.C. Schmitz y T.V. Brown (eds.). *Strangers in paradise. Impact and management of nonindigenous species in Florida*. Florida, pp. 187-201.
- CCA. 2009. *Protección de las Áreas Prioritarias de Conservación ante Especies Exóticas Invasoras*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Disponible en <www.cec.org/programs_projects/project/index.cfm?programId=4&projectID=232&varlan=espanol> (consultado en septiembre 2009).
- CDB. 2009. Conferencia de las Partes COP 6, Decisión VI/23: *Especies exóticas que amenazan a los ecosistemas, los hábitats o las especies*. Convenio sobre Diversidad Biológica. Disponible en <www.cbd.int/decision/cop/?id=7197> (consultado en julio de 2010).
- Challenger, A.R. y R. Dirzo. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: R. Dirzo, R. González e I.J. March (eds.). *Capital natural de México. Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 37-73.
- Chambers, N. y O.T. Hawkins. 2004. *Plantas invasoras del desierto sonorense*. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange & National Fish and Wildlife Foundation.
- CONABIO. 2009. *Sistema de Información sobre Especies Invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en <www.conabio.gob.mx/invasoras> (consultado en mayo de 2009).
- CONANP. 2009a. *Base de datos de la Dirección de especies prioritarias-Especies invasoras*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Archivo interno (consultado en septiembre de 2009).
- CONANP. 2009b. *Diagnóstico de Especies Invasoras (EI) y sus efectos en las ANP's de Competencia Federal*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Datos no publicados.
- CGPM. 1999. *Los puertos mexicanos en cifras*. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México.
- Cornett, V. y P. Álvarez. 2009. Resumen de la normatividad sobre especies invasoras en México. En: A. Aguirre-Muñoz, R.E. Mendoza-Alfaro, H. Arredondo, et al. 2009. *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. Capital natural de México: Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 288-289.
- D'Antonio, C.M. y P.M. Vitousek. 1992. Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 63-87.
- D'Antonio, C.M. y S. Kark. 2002. Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. *TRENDS in Ecology and Evolution* 17(5): 202-204.
- De Poorter, M., S. Pagad y M. Irfan Ullah. 2007. *Invasive alien species and protected areas. A scoping report Part 1*. GISP y IUCN. Ginebra, p. 94.
- DesertMuseum. 2008. *Buffelgrass (Pennisetum ciliare)*. Disponible en <www.desertmuseum.org/invaders/invaders_buffelgrass.htm>
- DOF. 2007. *Acuerdo por el que se establecen nueve direcciones regionales de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. Diario Oficial de la Federación, 20 de julio de 2007.
- DOF. 2010. *Ley General de Vida Silvestre*. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la LGEEPA y de la LGVS. Diario Oficial de la Federación, 6 de abril de 2010.
- Drake, J.M. 2005. Risk analysis for invasive species and merging infectious diseases: concepts and applications. *American Midland Naturalist* 153: 4-19.
- Elizalde, J.N.A. 2001. *Evaluación de riesgos fitosanitarios en el comercio internacional de productos vegetales*. Cibrián-Tovar, J. y SAGARPA. Montecillo, México.
- Espinosa-García, F.J. 2003. *La amenaza de las plantas exóticas invasoras*. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, Morelia.
- Espinosa-García, F.J. 2009. Invasive weeds in Mexico: Overview of awareness, management and legal aspects. En: *Memoria del Seminario michoacano sobre la problemática ambiental de las especies introducidas. Caso Eucalyptus*. Morelia.
- Espinosa-García, F.J. y H. Vibrans. 2009. The need of a national weed management strategy in Mexico. En: T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore y T. Hubbard (eds.). *Invasive plants on the move: Controlling them in North America. Based on presentations from Weeds across borders 2006 conference*. Arizona-Sonora Desert Museum. Tucson, pp. 43-52.

- Espinosa-García, F.J., J.L. Villaseñor y H. Vibrans. 2009. Chapter 5 Mexico: Biodiversity, distribution and possible economic impact of exotic weeds. En: T.R. Van Devender, F.J. Espinosa-García, B.L. Harper-Lore y T. Hubbard (eds.). *Invasive plants on the move: Controlling them in North America. Based on presentations from Weeds across borders 2006 conference*. Arizona-Sonora Desert Museum. Tucson, pp. 43-52.
- FAO. 2004. *Directrices para el análisis de riesgo de plagas. Normas Internacionales para medidas fitosanitarias. Sección 1, Reglamentación para la importación*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- Ferreira, C.E.L., J.E.A. Goncalvez y R. Countinho. 2004. Cascos de navios e plataformas como vectores na introdução de espécies exóticas. En: J. Salles Vianna da Silva y R.C. Correa Luz de Sosa (eds.). *Agua de lastro e bioinvasao*. Interciencia. Río de Janeiro, pp. 143-155.
- Galil, B.S. 2008. Alien species in the Mediterranean Sea which, when, where, why? *Hydrobiología* 606(1): 105-116.
- Gauthier, D. y D.A. Steel. 1996. A synopsis of the situation regarding the introduction of nonindigenous species by ship-transported ballast water in Canada and selected countries. *MS Rep Fish Aquat Sci Can* 2380(4): 157.
- GESAMP. 1997. *Opportunistic settlers and the problem of the ctenophore Mnemiopsis leidyi invasions in the Black Sea*. Group of Experts on Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. Reports and Studies No. 58. International Maritime Organization, Londres.
- GISP. 2008. *Biofuel crops and the use of non-native species: mitigating the risks of invasion*. Global Invasive Species Programme. Publications 7. Disponible en <www.gisp.org/publications/reports/BiofuelsReport.pdf> (consultado en febrero de 2010).
- González, M.H. 1981. *Estudio sobre recursos naturales de Isla Guadalupe, Baja California, México*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Gopal, B. 1987. *Water Hyacinth*. Elsevier Science Publishers. Amsterdam.
- Griffin, R. 2008. *Risk Analysis overview*. USDA/APHIS/PPQ. Raleigh, Estados Unidos.
- Gurevitch, J. y D.K. Padilla. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *TRENDS in Ecology and Evolution* 19(9): 470-474.
- Hallegraeff, G.M. 1993. A review of harmful algal bloom and their apparent global increase. *Phycologia* 32: 79-99.
- Hallegraeff, G.M. 1998. Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficiency of possible ballast water management strategies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 168: 297-309.
- Hallegraeff, G.M. y C.J. Bolch. 1991. Transport of toxic dinoflagellate cysts via ships' ballast water. *Mar. Pollut. Bull* 22: 27-30.
- Hernández-Becerril, D.U., M.E. Meave del Castillo y C. Flores-Granados. 2003. Dinoflagelados del orden Dinophysiales en las costas mexicanas. En: M.T. Barreiro, M.E. Meave del Castillo, G. Figueroa-Torres y M. Signoret (eds.). *Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Planctología, A.C. (SOMPAC), pp. 19-42.
- Hernández, H.F. y B.M.E. Pérez. 1995. El vuelo del mosquito: un debate sobre mosquitos. *Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional* 14: 5-15.
- Hubs, C.L. y J.J.R. Jehl. 1976. Remains of pleistocene birds from Isla Guadalupe. *Condor* 78: 421-422.
- IMTA, TNC-México, CONABIO, Aridamérica y GECL. 2008. *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México*. Jiutepec, Morelos. 44 pp. + anexos.
- IPPC. 2009. *NIMF No. 5 Glosario de términos fitosanitarios*. International Plant Protection Convention. Roma.
- IUCN. 1999. *Especies Invasoras Exóticas, Cuarta Reunión del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico*. International Union for Conservation of Nature. Montreal.
- Jehl, J.J.R. y W.A. Everett. 1985. History and status of the avifauna of Isla Guadalupe, Mexico. *Transactions of the San Diego Society of Natural History* 20: 313-336.
- Koike, F., M.N. Clout, M. Kawamichi, M. DePoorter y K. Iwatsuki. 2006. *Assessment and control of biological invasion risks*. Shoukadoh Book Sellers e IUCN. Kyoto y Gland, Suiza.
- Kolar, C. 2004. Risk assessment and screening for potentially invasive fishes. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38: 391-397.
- Kriesch, P. 2007. *Training and Implementation Guide for Pathway Definition, Risk Analysis and Risk Prioritization*. National Invasive Species Council.
- Leung, B., D.M. Lodge, D. Finnoff, et al. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 269: 2407-2413.
- Lever, C. 1985. *Naturalized mammals of the world*. Longman. Nueva York.
- Lockwood, J.L., M.F. Hoopes y M.P. Marchetti. 2007. *Invasion ecology*. Blackwell Publishing. Oxford.
- Low, T. 2008. *Climate change & Invasive Species. A review of interactions*. Assistant Secretary Biodiversity Conservation Branch Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. Canberra, Australia.
- MA. 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Millenium Ecosystem Assessment. Island Press. Washington, D.C.

- MARPOL. 1973. *Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1973 y su Protocolo de 1978 (MARPOL 73/78)*, Anexos I, II y V.
- Márquez-Cabrera, F. 2010. *El trópico húmedo de México y sus paradigmas en la ganadería de Tabasco*. Asociación Nacional de Egresados de Chapingo. Texcoco, México.
- McCarthy, S.A. y F.M. Khambaty. 1994. International dissemination of epidemic *Vibrio cholerae* by cargo ship ballast and other nonpotable waters. *American Society for Microbiology* 60(7): 2597-2601.
- McNeely, J.A., H.A. Mooney, L.E. Neville, P. Schei y J.K. Waage. 2001. *A global strategy on invasive alien species*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- Meinesz, A. y B. Hesse. 1991. Introduction et invasions de l'algue tropicale *Caulerpa toxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Océanologica Acta* 14: 415-426.
- Meinesz, A., J. Vaugelas, B. Hesse y X. Mari. 1993. Spread of the introduced tropical green algae *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *Journal of Applied Phycology* 5: 141-147.
- Mendoza, R., B. Cudmore, R. Orr, J. Fisher, S. Contreras, W. Courtney, P. Koleff, N. Mandrak, P. Álvarez, M. Arroyo, C. Escalera, A. Guevara, G. Greene, D. Lee, A. Orbe C. Ramírez, O. Strabidis. 2009. *Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. Casos de prueba para el pez cabeza de serpiente (Channidae) y el pleco (Loricariidae) en aguas continentales de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal.
- Mooney, H.A. y R.J. Hobbs. 2000. *Invasive species in a changing world*. Island press. Washington, D.C.
- Moran, R. 1996. *The flora of Guadalupe Island, Mexico. Memoirs of the California Academy of Sciences*, 19. California Academy of Sciences, San Francisco.
- Naranjo, E.J. y R. Dirzo. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En R. Dirzo, R. González y I.J. March (comps.). *Capital natural de México. Vol II: Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 247-276.
- NBII. 2010. *National Avian Influenza Surveillance Information*. National Biological Information Infrastructure (de Estados Unidos para la influenza aviar. Disponible en <wildlifedisease.nbii.gov/ai/> (consultado en enero, 2010).
- Nogales, M., A. Martín, B.R. Tershy, et al. 2004. A review of feral cat eradication on islands. *Conservation Biology* 18 (2): 310-319.
- Oberbauer, T.A. 2005. La vegetación de Isla Guadalupe: entonces y ahora. En: K. Santos del Prado y R.E. Peter (eds.). *Restauración y conservación de la Isla Guadalupe*. Instituto Nacional de Ecología, México, pp. 39-54.
- Okolodkov, Y.B., R. Bastida-Zavala, A.L. Ibáñez, et al. 2007. Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar* 32: 29-67.
- Parkes, J.P. 1993. The ecological dynamics of pest-resource-people systems. *New Zealand Journal of Zoology* 20: 223-230.
- Pilsbry, H.A. 1927. Expedition to Guadalupe Islands, Mexico in 1922. Land and freshwater mollusks. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 4: 159-203.
- Pimentel, D., L. Lach, R. Zúñiga y D. Morrison. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50 (1): 53-65.
- Pimentel, D., R. Zúñiga y D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* 52: 273-288.
- Pimentel, D., S. McNair, J. Janecka, et al. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84: 1-20.
- Primack, R.B. 2002. *Essentials of conservation biology*. Sinauer Associates Inc. Sunderland, EUA.
- Ricciardi, A. y J.B. Rasmussen. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 13 (5): 1220-1222.
- Richardson, D.M., P. Pysek, M. Rejmánek, et al. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Rodríguez-Malagón, M. 2006. *Diagnóstico del bosque de ciprés de la Isla Guadalupe, México, a través de imágenes de satélite de alta resolución*. Licenciatura en Biología, Facultad

- de Ciencias. Universidad de Baja California, Ensenada.
- SAGARPA-SENASICA. 2009. *Situación de la Palomilla del nopal (Cactoblastis cactorum Berg.) para México*.
- SAGARPA. 1996. *Norma Oficial Mexicana NOM-006-FITO-1996. 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 éstos no estén establecidos en una Norma Oficial específica*.
- Sala, O.E., F.S.I. Chapin, J.J. Armesto, et al. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2010. *Science* 287: 1770-1774.
- Salles Vianna da Silva, J., F. da Costa Fernandes, R.C. Correa Luz de Sosa, K.T. Sampaio Larsten y O.M. Danelon. 2004. Agua de lastro e bioinvasao. En: J. SallesVianna da Silva y R.C. Correa Luz de Sosa (eds.). *Agua de lastro e bioinvasao*. Interciencia. Río de Janeiro, pp. 1-10.
- Schüttler, E. y C.S. Karez. 2008. *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas*. UNESCO, Montevideo.
- ScienceDaily. 2002. *Buffelgrass, an invader fueling wildfires in the Sonoran desert*. Disponible en <www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm> (consultado en septiembre 2009).
- Shiganova, T.A., Z.A. Mirzoyan, E.A. Studenikina, et al. 2001. Population development of the invader ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea and other seas of the Mediterranean basin. *Marine Biology* 139: 431-445.
- Simanjuntak, C.H., W. Larasati, S. Arjoso, et al. 2001. Cholera in Indonesia in 1993-1999. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 65 (6): 788-797.
- Simberloff, D. 2000. Non indigenous species: a global threat to biodiversity and stability. En: P. Raven y T. Williams (eds.). *Nature and human society: the quest for a sustainable world*. National Academy Press. Washington, D.C.
- Smayda, T.J. 1990. Novel and nascent phytoplankton blooms in the sea: Evidence for a global epidemic. En: E. Graneli, B. Sundström, J.L. Elder y D.M. Anderson (eds.). *Toxic marine phytoplankton*. Elsevier Science Inc. Nueva York, pp. 29-40.
- Stabridis Arana, O., A. Guevara Sanguinés, R.E. Mendoza Alfaro, et al. 2009. Análisis socioeconómico de los efectos de la familia Loricariidae en México: el caso de la presa Adolfo López Mateos (El Infiernillo). En: Comisión de Cooperación Ambiental (ed.). *Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras*. CCA. Montreal, pp 53-61.
- Subba-Roa, D.V., W.G. Spriles, A. Locke y J.T. Carlton. 1994. Exotic phytoplankton from ships ballast waters. Risk of potential spread mariculture sites in Canada's east coast. *Ca. Data Rep. Fish Aquatic* 937: 1-51.
- Suter II, G.W. (ed). 2007. *Ecological risk assessment*. CRC Press, Taylor & Francis Group. Florida.
- Swedish Environmental Protection Agency. 2005. Web site on alien species in Swedish seas and coastal areas. Disponible en <www.frammandearter.se/o/2english/pdf/Mnemiopsis_leidyi.pdf> (consultado en febrero 2010).
- Trevino, H.S., A.L. Skibiell, T.J. Karels y F.S. Dobson. 2007. Threats to avifauna on Oceanic islands. *Conservation Biology* 21 (1): 125-132.
- Veitch, C.R. y M.N. Clout. 2002. Turning the tide: the eradication of invasive species. *Proceedings of the International Conference on Eradication of Island Invasives*.
- Vié, J.C., C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart. 2009. *Wildlife in a changing world - An analysis of the 2008 IUCN red list of threatened species*. IUCN. Gland, Suiza.
- Villaseñor, J.L. y F.J. Espinosa-García. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* 10: 113-123.
- Villaseñor, J.L. y P. Magaña. 2006. Plantas introducidas en México. *Ciencias* 82: 38-40.
- Wilcove, D.S., D. Rothstein, J. Dubow, A. Phillips y E. Losos. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience* 48 (8): 607-615.
- Wilde, S.B., S.K. Williams, T. Murphy, et al. 2008. Mortality of Bald Eagles and American Coots in Southeastern reservoirs linked to novel epiphytic cyanobacterial colonies on invasive aquatic plants. *Advances in Experimental Medicine and Biology* 619: 754-755.

ANEXO 1. ANÁLISIS FODA

	Ámbito interno	Ámbito externo	
FORTALEZAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Expertos en especies invasoras (EI) dispuestos a colaborar. 2. Recursos para investigación (en varias instituciones). 3. Marco normativo general. 4. Capacidad institucional para manejo sanitario. 5. Mecanismos de respuesta a emergencias en funcionamiento, tanto de protección civil y salud como fitosanitarias, que se pueden adaptar al manejo de EI. 6. Experiencias nacionales exitosas (p. ej. islas). 7. Listas de EI disponibles. 8. Documentación de impactos ambientales y económicos para algunas EI. 9. Algunas rutas de introducción de EI han sido identificadas y evaluadas. 10. Protocolos de análisis de riesgo para determinados grupos de EI. 11. Se han realizado algunos proyectos de investigación en EI. 12. México ha suscrito acuerdos internacionales en materia de EI. 13. Inicio de coordinación interinstitucional. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se han evaluado algunos ejemplos de los efectos de EI en relación a los intereses del público. 2. Interés de sectores comercializadores en participar. 3. Interés de los medios de comunicación. 4. Tecnologías de información disponibles para comunicación. 5. Sólido espíritu de cooperación internacional en materia de EI. 6. Existe potencial operativo para el manejo de las EI. 7. Para muchas EI de interés compartido ya existe bastante información. 8. Voluntad de integración y coordinación con los países de la región (Norteamérica, Sudamérica y el Caribe). 	OPORTUNIDADES
DEBILIDADES	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta de conocimiento de la ecología e impactos de las EI. 2. Falta de coordinación y seguimiento entre instituciones. 3. No hay sistemas de monitoreo y detección temprana. 4. Vacíos e inconsistencias en el marco normativo. 5. Carencia o deficiencia de medidas para el control de la entrada y expansión de EI. 6. Carencia de planes educativos que incluyan el tema de las EI. 7. No se aplican las leyes, reglamentaciones o normas de manera adecuada. 8. Poca integración con otros países para trabajar en el tema. 9. Modelo prevaleciente en utilización y manejo de recursos: predomina la ganancia a corto plazo. 10. Políticas antagónicas entre instituciones. 11. Falta de visión a largo plazo por parte de individuos, organizaciones y gobiernos. 12. Falta de personal calificado. 13. Se requiere mayor capacidad del gobierno para la atención del problema. 14. Ausencia de voluntad política para institucionalizar el tema. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incremento de la introducción y dispersión de EI, en especial ante el cambio climático. 2. Aumento de daños ecológicos severos (i.e. fragmentación y destrucción de hábitat, cambios en el uso de suelo). 3. Mayor introducción y uso de EI por presiones económicas y sociales. 4. Mayor potencial de daños ecológicos y económicos a causa de la diseminación de EI. 5. La conversión de las EI con usos productivos en incentivos perversos que las perpetúan y diseminan. 6. Aumento en los movimientos comerciales y tránsito de personas. 7. Información insuficiente a los diversos sectores sobre el problema que causan las EI. 8. Incertidumbre presupuestaria de las agencias ambientales y el personal que ejerce las regulaciones. 9. Fuerte arraigo en la economía local y nacional de algunas EI. 10. Incertidumbre de los efectos del cambio climático. 11. Incremento de las invasiones biológicas en los países vecinos. 12. Existencia de EI con poblaciones en fase latente. 	AMENAZAS

ANEXO 2. PROPUESTAS PUNTUALES RELACIONADAS CON LA ATENCIÓN AL TEMA DE ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

Las siguientes propuestas resumen las principales acciones sugeridas que se recibieron durante la consulta pública.

1. Coordinación (institucional, nacional e internacional)

- Establecer acciones prioritarias conjuntas entre académicos y diversas instituciones.
- Coordinar en los principales puertos y sus zonas marítimas, programas para llevar a cabo campañas académicas y consolidar grupos de investigación que tengan conocimiento específico y local.

2. Leyes y normatividad

- Promover revisiones estrictas de maderas importadas en las aduanas.
- Generar mecanismos de regulación obligatorios sobre especies invasoras a través de normas, con énfasis en evitar que se introduzcan al país especies identificadas de manera incorrecta.
- Incrementar la observancia de la legislación nacional e internacional.
- Aplicar sanciones a quien introduzca o libere especies exóticas invasoras.
- Reglamentar las acciones de control de agua de lastre mediante mecanismos administrativos y legales, para monitorear las aguas de las embarcaciones.
- Mejorar la regulación de los programas con especies exóticas, tanto en las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre, como en el tráfico y comercio de especies.
- Generar instrumentos apropiados y realizar acciones para atender los problemas causados por las especies invasoras.
- Identificar y atender los vacíos en las atribuciones de vigilancia de las diferentes dependencias para asegurar que cada situación se atienda de manera eficiente.
- Revisar las políticas y proyectos de desarrollo eco-

nómico regional para armonizarlas con la visión de prevención de la introducción de especies invasoras y la erradicación de especies invasoras establecidas.

- Promover que en el caso del comercio de especímenes haya medidas sanitarias desde su embarque en los países de origen.

3. Educación ambiental y difusión

- Generar información básica a escala local.
- Interactuar con los actores principales en las áreas involucradas y con pobladores afectados.
- Difundir información sobre las atribuciones y funciones de diferentes dependencias que atienden el tema.
- Informar a la población en general, por diversos medios, de la importancia de la erradicación, estudio y control de especies invasoras.

4. Creación de capacidades

- Desarrollar sistemas de producción para la utilización de la ictiofauna nativa. Su cría es importante como parte del patrimonio cultural y biológico de cada región, como fuente de alimentación y consumo, como promotor de crecimiento productivo, empleo y divisas, particularmente si se desarrolla en un contexto de mercado y rentabilidad, de manera que pueda satisfacer la demanda regional existente y las crecientes oportunidades de mercado.

5. Investigación para generar información

- Incrementar los recursos económicos para programas y proyectos de investigación que generen conocimiento relacionado con las especies invasoras.
- Evaluar el potencial de las especies exóticas para introducir otros patógenos.
- Evaluar los efectos de remover especies invasoras arraigadas en el ecosistema y desarrollar mecanismos de restauración del mismo.

6. Prevención y monitoreo

- Compartir información entre los diferentes sectores, por ejemplo, los comerciantes de especies exóticas pueden apoyar reportando cantidad de ejemplares, especies y compradores para tener un registro actualizado de ventas.
- Exigir estudios de mercado *a priori* al otorgar permisos para el cultivo de especies exóticas para evitar consecuencias de liberaciones al medio ambiente.
- Realizar labores de prevención en la acuicultura por medio del monitoreo y captura de especies invasoras o mediante el uso de trampas para impedir la liberación de las mismas a cuerpos de agua (lagos, ríos o canales).
- Crear instrumentos de monitoreo e incentivos para incorporar a diferentes sectores en las acciones de monitoreo (por ejemplo, productores de peces que monitoreen la zona para detectar escapes y darles algún tipo de compensación, como la reducción de impuestos, entre otros).
- Desarrollar mecanismos estandarizados de muestreo de poblaciones naturales.
- Desarrollar protocolos de muestreo y análisis de muestras de especies exóticas sujetas a comercio internacional.
- Promover el desarrollo de técnicas de monitoreo con secuenciación genética de segunda generación.

7. Control, manejo, erradicación

- Adaptar técnicas de erradicación acordes con las características e historia de vida de cada especie de interés.

8. Casos específicos para los que es urgente actuar

Varias especies invasoras se mencionaron como prioritarias: la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), la cuija o escorpión (*Hemidactylus frenatus*) y la espada del Sur (*Xiphophorus hellerii*), aunque no se indicaron acciones concretas. En el caso del pez león (*Pterois volitans*), se recomendó la investigación del posible desplazamiento de masas de huevo por cruceros. Con respecto a las plantas invasoras, como blancos prioritarios se señalaron: los pastos en general (Poaceae), y en particular, la gramínea corre-

dora (*Rottboellia cochinchinensis*), el zacate buffel (*Cynodon plectostachyus*), así como la higuera (*Ricinus communis*) de la familia Euphorbiaceae. Se hizo hincapié que para *Polygonum convolvulus*, una enredadera, es necesario realizar un estudio integral de la especie, mientras que para el coquillo amarillo (*Cyperus esculentus*) hace falta una evaluación de su uso para biodiesel.

En cuanto a las malezas acuáticas se propuso realizar un diagnóstico para el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en los distritos de riego cercanos al río Bravo y al río Colorado, en Baja California, puesto que son dos de los puntos de introducción de esta maleza acuática exótica. Para *Salvinia* se sugirió establecer acciones de contención y barreras para evitar que se propague más. Estas mismas acciones se proponen para que las especies de *Hydrilla* no entren al país desde Guatemala.

9. Implementación

- Evaluar la disponibilidad de recursos. Tomar en cuenta que muchas de las especies exóticas invasoras ya tienen alguna importancia económica.
- Aterrizar con acciones prácticas, directas, medibles y sujetas a recursos disponibles.
- Establecer una comisión intersecretarial para atender el tema y coordinar los esfuerzos de todos a largo plazo.
- Establecer mecanismos para administrar de manera eficiente los recursos asignados.
- Promover el tema como prioridad nacional y adjudicarle personal y presupuesto.
- Establecer mecanismos que aseguren la continuidad permanente de estas acciones para que no estén sujetas a programas sexenales.
- Dar atención al tema como de seguridad nacional.
- Establecer medición de resultados para rendir cuentas de manera permanente a la sociedad, de las acciones desarrolladas.
- Establecer mecanismos de retroalimentación en sentido vertical y horizontal.
- Definir los mecanismos de seguimiento y corroboración del cumplimiento de las metas de esta estrategia y los planes de acción que se deriven.

ANEXO 3. ACTIVIDADES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MARINA MERCANTE, SCT EN RELACIÓN CON EL CONVENIO INTERNACIONAL PARA EL CONTROL Y LA GESTIÓN DEL AGUA DE LASTRE Y LOS SEDIMENTOS DE LOS BUQUES

Es importante destacar que aun cuando no ha entrado en vigor internacionalmente el Convenio Internacional para el Control y la Gestión del Agua de Lastre y los Sedimentos de los Buques, la Dirección General de Marina Mercante de la SCT busca implementar las siguientes medidas, además de elaborar una Norma Oficial Mexicana (NOM) sobre la materia, con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones contenidas en el Convenio que nos ocupan a nivel nacional, en tanto entra en vigor internacionalmente el referido instrumento.

- Analizar y comparar las estrategias y medidas adoptadas por otros países sobre este problema y diagnosticar su viabilidad en el ámbito marítimo nacional, con apoyo y participación de las instituciones afines en la materia.
- La creación de un grupo de trabajo interinstitucional que impulse y dé atención constante a la problemática de las especies invasoras que llegan por aguas de lastre en los buques, identificando y observando las zonas portuarias con ecosistemas sensibles o propensos a invasiones. En el grupo de trabajo debe interactuar personal técnico y legal, de manera que las medidas preventivas sean implementadas armónicamente, acotando las disposiciones técnicas dentro del marco legal correspondiente.
- Celebrar reuniones y acuerdos con las instituciones nacionales y extranjeras afines sobre la problemática de las invasiones que pudieron haber sido

consecuencia del agua de lastre, a fin de emparejar las acciones preventivas en el ámbito marítimo y que sirvan de referencia de las zonas y especies delicadas o invasoras al respecto.

- Recopilar la información sobre arribos y despachos de embarcaciones con tanques de aguas de lastre, así como sus maniobras en los puertos mexicanos de mayor actividad con embarcaciones mayores de 400 metros de eslora. En su momento y conforme a la Regla E-1 del Convenio Internacional para el Control y Gestión del Agua de Lastre y Sedimentos, aplicará el reconocimiento respectivo, por medio y con auxilio de las Capitanías de Puerto.
- Capacitar al personal que tenga la función de verificar y aplicar las medidas provisionales, con base en la información recolectada e investigada, en lo concerniente al medio ambiente y las especies invasoras, en tecnología aplicable al control de organismos en los tanques de agua de lastre, sistemas de gestión del agua de lastre, especificaciones técnicas para los sistemas, instrumentos de verificación y procedimientos de aprobación y certificación. Para ello, el Fideicomiso de Formación y Capacitación para el Personal de la Marina Mercante Nacional (FIDENA) se encuentra realizando adecuaciones para incluir este tema en los planes de estudio de las Licenciaturas de Piloto y Maquinista Naval, que se imparten en las tres Escuelas Náuticas Mercantes de nuestro país. Asimismo, se tiene previsto organizar conferencias para el personal de la Marina Mercante Nacional.

