



La biodiversidad de México está amenazada por la sobreexplotación de poblaciones silvestres, así como por la destrucción y fragmentación del hábitat (Aguirre *et al.*, 2009). Otro factor grave es la introducción de especies exóticas invasoras (Vitousek *et al.*, 1996; Leung *et al.*, 2002), que causan daños a los ecosistemas, provocando desequilibrio ecológico como cambios en la composición de las comunidades, desplazamiento de especies nativas de flora y fauna, modificación y degradación de ecosistemas acuáticos y terrestres, reducción de la diversidad genética y enfermedades que afectan directamente la salud humana (Carlton, 2001; D'Antonio y Kark, 2002; Mack y Erneberg, 2002; Aguilar, 2005; Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005; March y Martínez, 2008). Este problema se agudiza debido al proceso de movilización de especies por parte del ser humano; en pocos siglos trasladó y dispersó numerables especies consideradas exóticas, las cuales rebasaron todo tipo de barreras geográficas de forma intencional o accidental (Aguirre *et al.*, 2009). Las especies invasoras pueden ser introducidas en una nueva región mediante tres mecanismos: la importación de un producto, la llegada de un vector de transporte y la propagación natural desde una región vecina, donde la especie exótica ya está establecida (Mendoza, 2014).

La IUCN y el Convenio sobre Diversidad Biológica definen la especie exótica invasora como un organismo que se establece en un ecosistema o hábitat natural o seminatural ajeno al de su origen; con capacidades de inducir cambios y amenaza la diversidad biológica nativa. En sentido estricto, se trata de especies o poblaciones capaces de competir fuertemente con las especies locales y causar daños considerables a la biodiversidad, economía y salud pública (IUCN, 2000). El comportamiento invasivo no es exclusivo de especies exóticas, ya que especies nativas pueden volverse invasoras cuando son introducidas a una región distinta de su área de distribución dentro del mismo país, o incluso en su sitio de origen cuando se altera la dinámica ecológica del ecosistema (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2009; Conabio, 2014) como Ambrosia

● CONCIENCIA

Plantas exóticas invasoras presentes en las áreas naturales protegidas (ANP) de México y su impacto en la biodiversidad

Josué Raymundo Estrada Arellano*, Gabriel Fernando Cardoza Martínez*,
Jaime Sánchez Salas*

ambrosoides (chicurria), especie nativa del Río Nazas, Durango, México, que presenta un comportamiento invasivo.

IMPACTOS CAUSADOS POR ESPECIES INVASORAS

Debido a su habilidad para perturbar los ecosistemas naturales, las especies invasoras son consideradas como una amenaza para los servicios de los ecosistemas utilizados por el ser humano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), por ejemplo, filtración de agua, conservación de suelos y conservación de biodiversidad (Pimentel *et al.*, 2000).

Los impactos ecológicos que causan las especies invasoras pueden ser desastrosos 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). En general deterioran los recursos naturales y, en consecuencia, los servicios ambientales, por lo que afectan la producción de alimentos y pueden ser devastadoras en ecosistemas agropecuarios (Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005). De igual forma, dañan la infraestructura pública, degradan las tierras de cultivo, afectan la calidad del agua y los paisajes de valor turístico e histórico. Por todo esto, su impacto puede significar elevados costos, tanto por el daño directo como por el gasto invertido en su control o erradicación (Pimentel, Zuniga y Morrison, 2005).

Otras características de estas especies es que tienen un elevado potencial para afectar negativamente una serie de acciones de restauración ecológica, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos na-

* Universidad Juárez del Estado de Durango.
Contacto: j.sanchez@ujed.mx



turales (Chornesky *et al.*, 2005). A manera de círculos viciosos, probablemente relacionados con sequías inusuales, muchas especies invasoras adaptadas al fuego contribuyen a promover regímenes anómalos del mismo e incendios catastróficos que, a su vez, afectan la biodiversidad nativa (Hiremath y Sundaram, 2005).

Las especies invasoras de forma directa pueden provocar la destrucción de alimentos o cosechas, la disminución en la supervivencia, el éxito reproductivo y producción de animales domésticos, la reducción en la cantidad y calidad de determinadas actividades extractivas como la pesca o el marisqueo, etc. También pueden ocasionar daños considerables en las infraestructuras, obstruyendo y destruyendo canales o diques y alteración de cimientos entre las principales causas. A las pérdidas directas se añaden las indirectas derivadas del coste de combatir los efectos de las invasiones biológicas, incluyendo las medidas de cuarentena, detección temprana, control y erradicación, así como solventar económicamente los daños producidos por éstas (Capdevila-Argüelles, Zillett y Suárez, 2013).



ESPECIES INVASORAS EN MÉXICO

Los problemas relacionados con las especies exóticas invasoras son complejos y vastos; no obstante, el mayor obstáculo es que el tema es poco conocido y, en consecuencia, subestimado (Espinosa-García, 2009; Espinosa-García y Vibrans, 2009).

En México, como en otras regiones del mundo, se han introducido numerosas especies exóticas; sin embargo, las acciones contra estas especies se han enfocado básicamente a aquéllas que causan daños económicos a las actividades agrícolas o pecuarias, por lo que han ignorado a las que afectan o pueden afectar a la biodiversidad terrestre, marina o dulceacuícola del país (IMTA *et al.*, 2007).

Aunque en los ecosistemas del país los impactos de las especies invasoras no han sido cuantificados, la información disponible indica que el daño a los mismos es considerable (Espinosa-García y Vibrans, 2009; Es-

pinosa-García, 2003). Si bien se tiene una aproximación sobre el número de plantas no nativas a escala nacional (Espinosa-García y Vibrans, 2009; Villaseñor y Espinoza-García, 2004), actualmente no se sabe con certeza cuántas especies exóticas invasoras están establecidas en México, cuál es su distribución ni cuáles son sus tamaños poblacionales (Conabio, 2014). Por ejemplo, en el caso particular de las plantas, actualmente se desconoce el número total e identidad de las especies

que muestran un comportamiento invasor, su distribución dentro del territorio nacional, su relación con los diferentes tipos de vegetación, el uso del suelo y su interacción con el cambio climático (IE y UNAM, 2010).

Tabla I. Plantas invasoras más dañinas del mundo presentes en México.

Terrestres	
Nombre común	Nombre científico
Arroyuda	<i>Cecropia peltata*</i>
Carrizo	<i>Arundo donax</i>
Chumbera	<i>Opuntia stricta*</i>
Clidemia	<i>Clidemia hirta</i>
Falopia japonesa	<i>Fallopia japonica</i>
Guaco mikania	<i>Mikania micrantha*</i>
Kudzú	<i>Pueraria lobata</i>
Lantana	<i>Lantana camara*</i>
Lechetrezn frondosa	<i>Euphorbia esula</i>
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa*</i>
Miconia	<i>Miconia calvescens*</i>
Siam	<i>Chromolaena odorata*</i>
Tamarisco	<i>Tamarix ramosissima</i>
Acuáticas	
Alga wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>
Caulerpa	<i>Caulerpa taxifolia</i>
Jacinto de agua	<i>Eichhornia crassipes</i>

Fuente: Aguirre *et al.* (2009). * Especies nativas de México.

Para México, el Sistema Nacional sobre Especies Invasoras de la Comisión Nacional para la Biodiversidad (Conabio) ha identificado de manera preliminar

472 especies de plantas, muchos de los registros se relacionan con las actividades productivas y no con los inventarios en los ecosistemas naturales. A lo anterior habría que sumarle el número de especies invasoras que, sin estar aún comprobadas con presencia en el territorio nacional, representan un serio riesgo por tener ocurrencia en países y regiones vecinas, además de las que ya se encuentran en el país y no han sido monitoreadas o identificadas (Aguirre y Mendoza, 2008; García *et al.*, 2014).

Con relación al panorama mundial, al cotejar con la lista de las “100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo”, compilada por la IUCN, al menos 46 de las especies de esta lista se encuentran en nuestro país, 36 exóticas y diez nativas que han sido reportadas como invasoras en otras partes del mundo (Aguirre *et al.*, 2009) (tabla I).

ESPECIES INVASORAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)

Las áreas naturales protegidas en sus distintas modalidades de conservación constituyen un valioso instrumento de política ambiental para proteger la riqueza biológica y para llevar a cabo acciones para la preservación de la biodiversidad (Semarnap, 1997); sin embargo, la introducción de especies exóticas invasoras constituye una de las principales amenazas para la diversidad y su presencia en estas áreas no se limita a pocas regiones o países. En 2007, como resultado del estudio realizado por el Programa Global de Especies Invasoras, se identificaron 487 áreas de protección distribuidas en 106 países incluyendo México y el Caribe, donde se encontraron 326 especies invasoras (Global Invasive Species Programme, 2007). Por ello, actualmente se han incrementado los esfuerzos a fin de enfrentar y mitigar los impactos ocasionados por estas especies en las Áreas Naturales Protegidas de México (García *et al.*, 2014).

En las ANP de las regiones norte y Sierra Madre Occidental y la región noroeste y Alto Golfo de California, 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; DesertMuseum, 2008; ScienceDaily, 2002) como el zacate buffel (*Pennisetum*

ciliare), el bromo (*Bromus rubens*) y el zacate Johnson (*Sorghum halepense*), especies invasoras ampliamente cultivadas para su uso en ganadería extensiva, lo que a su vez aumenta sus oportunidades de establecimiento y dispersión (Chambers y Hawkins, 2004).

Tabla II. Número de registros de especies invasoras en áreas naturales protegidas.

Región	ANP	No. de plantas exóticas e invasoras
Península de Baja California y Pacífico Norte	Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna	50
	Reserva de la Biosfera El Vizcaíno	35
Noroeste y Alto Golfo de California	Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar	65
	Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos Río Cuchujaqui	70
Noroeste y Sierra Madre Oriental	Área de Protección de Flora y Fauna Cuatrociénegas	46
	Reserva de la Biosfera de Mapimi	46
	Parque Nacional Cumbres de Monterrey	95
	Reserva de la Biosfera El Cielo	45
Centro y Eje Neovolcánico	Reserva de la Biosfera Sierra Gorda	73
Planicie Costera y Golfo de México	Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas	80

Fuente: Conanp, 2009.

La Conanp enlistó las especies invasoras presentes en las ANP de México (Conanp, 2009) (tabla II); sin embargo, aún no se cuenta con información detallada de presencia, distribución y tamaño de las poblaciones de estas especies. Esta información se deriva de los análisis de los planes de manejo de las áreas de protección, pero se sabe que al menos 23 especies (de todos



los grupos taxonómicos) reportadas en la lista de las 100 especies invasoras más dañinas del mundo, compilada por la UICN, están presentes en estas áreas de conservación (García *et al.*, 2014). Dentro de las especies más dañinas se encuentran aquellas capaces de hibridar con especies nativas, alterándose así el *pool* génico original de las poblaciones nativas (Mooney y Cleland, 2001; Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). Es por esta razón que la conservación de la biodiversidad en un país debe contemplar la prevención, detección temprana, manejo, control, erradicación, concientización pública, regulación y legislación; además de la investigación sobre especies invasoras como una alta prioridad (IMTA *et al.*, 2007).

ESPECIES INVASORAS PRIORITARIAS DE ALTO IMPACTO A LA BIODIVERSIDAD EN LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

A partir de 2008, la Conanp ha llevado a cabo diferentes acciones encaminadas a conjuntar la información sobre las especies exóticas invasoras 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, como resultado se obtiene una lista con las especies más ampliamente distribuidas y de mayor impacto a los ecosistemas en las ANP (Conanp, 2009) (tabla III).

Tabla III. Especies de mayor impacto en las áreas naturales protegidas.

Nombre científico	Nombre común	Origen	No. de ANP donde se ha registrado
<i>Arundo donax</i>	Carrizo	Europa del este y Asia	6
<i>Cenchrus ciliaris</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	Sudamérica	8
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Pino de los tontos o pino australiano	Australia	15
<i>Tamarix ramosissima</i>	Pino salado o cedro salado	Europa del este y África	12

Fuente: Conanp, 2009.

Tabla IV. Acciones aplicadas en las diferentes ANP para el combate de especies exóticas invasoras.

ANP	ESPECIE	ACCIÓN	AÑO
Parque Nacional Cañón del Sumidero	<i>Cupressus</i> spp.	Erradicación	2009-2010
Reserva de la Biosfera de Mapimí	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Xanthium strumarium</i>	Erradicación	2010-2011
Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Arundo donax</i>	Control	2005-actual
Parque Nacional Maderas del Carmen	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Arundo donax</i>	Control	2005-actual
Área de Protección de Flora Fauna Cuatrociénegas	<i>Arundo donax</i>	Control	2006-actual
Parque Nacional Cumbres de Monterrey	<i>Arundo donax</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	Diagnostico	2011
Parque Nacional Isla Isabeles	Árboles frutales exóticos	Erradicación	2008
Reserva Nacional Forestal y Refugio de Flora y Fauna Silvestre Ajos Bavispe	<i>Prosopis velutina</i> <i>Baccharis sarothroides</i> <i>Tamarix ramosissima</i>	Control	2007-2010
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, Sonora	<i>Pennisetum ciliare</i>	Control	2007-actual
Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar	<i>Tamarix ramosissima</i> <i>Pennisetum ciliare</i>	Control	2007-actual
Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California Archipiélago del Espíritu Santo-Isla Cerralvo	<i>Tamarix ramosissima</i>	Control	2009-2011
Parque Nacional Arrecife Alacranes	<i>Nopalea cochenillifera</i> <i>Casuarina equisetifolia</i> <i>Xanthium strumarium</i>	Control y Erradicación	2008-2011
Reserva de la Biosfera Sian Ka'an	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Control	1995-actual
Parque Nacional Isla Contoy	<i>Cocos nucifera</i>	Control	-----

Fuente: Conanp, Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación 2009.

ACCIONES DE CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ESPECIES INVASORAS EN ANP

Las acciones dirigidas para lograr la prevención, control y erradicación en las ANP han sido insuficientes debido a falta de información, presupuesto y especia-

listas para llevar a cabo las acciones pertinentes. En los últimos años se han mostrado avances importantes para la erradicación de este tipo de especies, en fauna específica en las Islas del Pacífico Norte y Golfo de California. Sin embargo, de 93 programas de prevención, control y erradicación que se han llevado a cabo en las ANP o zonas prioritarias de conservación, poco más de la mitad pueden ser considerados casos exitosos ya que fueron concluidos de manera satisfactoria (tabla IV), evitando que sus poblaciones se tornen perjudiciales sobre la biodiversidad, economía y salud humana (Conanp, 2009).



ESTRATEGIA NACIONAL SOBRE ESPECIES INVASORAS DE MÉXICO

El Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras propone una estrategia nacional sobre especies invasoras en México, para llevarlo a cabo en un periodo de diez años. El objetivo es enfrentar la introducción, dispersión y el establecimiento de las especies invasoras y sus efectos nocivos por medio de acciones coordinadas de todos los sectores, guiadas por una estrategia consensuada que identifique las prioridades de acción en el tema, tiempo en el cual México deberá consolidar sus sistemas de prevención, control y erradicación, además de orientar la participación y el trabajo coordinado de instituciones y sectores clave de la sociedad para alcanzar el objetivo planteado (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010). A pesar del compromiso de México, con base en acuerdos internacionales y recientemente nacionales, aún no existen lineamientos claros para la prevención, control y erradicación de las especies exóticas invasoras. No obstante, existen regulaciones que podrían ser adaptadas con facilidad para las especies

invasoras, éstas facilitarían la implementación de la estrategia nacional. La mayor parte de la regulación nacional se enfoca en la prevención y metodológicamente existen opciones que pueden ser usadas y adaptadas con este objetivo (Mendoza et al., 2014).

No obstante, las entidades y dependencias del gobierno federal, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y Secretaría de Marina (Semar) que tienen atribuciones en relación con la gestión de las especies exóticas invasoras, enfrentan el reto de la complejidad del tema de las invasiones biológicas; sin embargo, éstas promueven proyectos productivos que implican la introducción de especies invasoras (Mendoza *et al.*, 2014). Esto involucra la urgente necesidad de contar con los mecanismos de coordinación y colaboración que hagan posible implementar la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras en México (Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010).

NUEVOS ENFOQUES Y ACCIONES PARA CONTROL DE LAS ESPECIES INVASORAS

La domesticación de especies nativas es una estrategia que puede resultar interesante en el control de especies invasoras. Ésta es una tarea emprendida por instituciones como Sagarpa y Conafor para lograr el fortalecimiento de los ecosistemas con especies nativas. No obstante, estas acciones requieren de particular cuidado, por lo que es necesario seguir lineamientos



probados para evitar repercusiones negativas sobre el ecosistema y asegurar la supervivencia e integración de las especies reintroducidas (Mendoza *et al.*, 2014).

Para lograr la restauración del ecosistema invadido es necesario contar con el conocimiento de los factores que propiciaron la invasión, los elementos básicos y función del ecosistema alterado. En la mayoría de los casos, la restauración de ecosistemas invadidos no logrará la erradicación de la especie invasora, por lo que será necesario considerar opciones ante los resultados de la restauración y las medidas de manejo permanentes que permitan mantenerla como un elemento minoritario del ecosistema (Lindig-Cisneros y Riosmena-Rodríguez, 2014).



getativa, semillas sin requerimientos pregerminativos, flores perfectas) y de hábitat (Pyšek, Prach, y Smilauer, 1995; Rejmanek, 1995; Reichard y Hamilton, 1997); y solamente aspectos abióticos como el clima, competencia o depredación por especies nativas pueden controlarlas de manera natural (Lodge, 1993; Moyle, 1986; Newsome y Noble, 1986). En este sentido, estudios sobre la ecología poblacional permitirán conocer aspectos característicos que se involucran directamente en la agresividad invasiva de las mismas (Crowley, 1986).

POSIBILIDADES DE ESTABLECIMIENTO DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN NUEVAS ÁREAS

Estas especies viajan intencionalmente o por accidente, de una región a otra, libres de competidores, enfermedades o depredadores naturales. En ocasiones proliferan en su nuevo hábitat, transformando los ecosistemas completamente y provocando que las especies nativas experimenten un proceso de desplazamiento (CCA, 2001). Para tratar de explicar el éxito en la colonización de las especies exóticas invasoras, los estudios se han enfocado en aspectos de la historia natural de las especies que las pueda inducir a un crecimiento poblacional acelerado (Flores *et al.*, 2008); de igual forma, otros se dirigen al estudio de la estructura genética para comprender la plasticidad fenotípica que incrementa un cambio potencial acelerado en la evolución de las especies invasoras (Sakai *et al.*, 2000). La capacidad de una especie para ser invasora se le puede atribuir a varios aspectos biológicos (por ejemplo, forma de crecimiento, altura de la planta, la forma de vida, reproducción ve-

CONCLUSIONES

Actualmente, es insuficiente la información sobre la distribución de especies invasoras, agresividad y distribución. Es por esto que se deben iniciar esfuerzos para conocer las especies exóticas invasoras principales de las ANP, con el objetivo de aplicar medidas de mitigación, control y erradicación. Así se podrán predecir los cambios potenciales en la distribución de las mismas y determinar la afectación a la que se enfrentan las comunidades nativas. Además, se requieren esfuerzos a nivel nacional e internacional para coordinar programas que involucren autoridades, organizaciones civiles, instituciones académicas, centros de investigación y a la población en general.





REFERENCIAS

Aguilar, V. (2005). Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. *Biodiversitas*. 60: 7-10.

Aguirre, A., y Mendoza, R. (2008). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En R. Dirzo, R. González y I. 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. 277-318.

Aguirre M., A., Mendoza A., R. *et al.* (2009). *Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía*, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, p. 286.

Bogdan, A.V. (1997). *Pastos tropicales y plantas de forraje (pastos y leguminosas)*. AGT, S.A.

Carlton, J.T. (2001). *Introduced species in U.S. coastal waters. Environmental impacts and management priorities*. Arlington. pp. 36.

Capdevila-Argüelles, L., Zilletti, B., y Suárez, V.A. (2013). Causas de la pérdida de biodiversidad: especies Exóticas Invasoras. *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Segunda época, Tomo X. pp. 55-75.

Chambers, N. y Hawkins, O.T. (2004). *Plantas invasoras del desierto sonorense*. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange & National Fish and Wildlife Foundation.

Chornesky, E.A., Bartuska, A.M., Aplet, G.H., *et al.* (2005). Science Priorities for Reducing the Threat of Invasive Species to Sustainable Forestry. *BioScience*. 55(4): 335-348.

Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA). (2001). Prevención de la introducción y propagación de especies invasoras acuáticas en América del Norte: actividades del taller, 28 al 30 de marzo 2001. 81 pp.

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.
- Conabio. (2014). *Sistema de información sobre especies invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en. URL:<http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras>
- Conanp. (2009b). *Diagnóstico de especies invasoras (EI) y sus efectos en las ANP de competencia federal*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Crawley, M.J. (1986). The population biology of invaders. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B*. 314: 711-729.
- D'Antonio, C.M., y Vitousek, P.M. (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 Kark, S. (2002). Impacts and extent of biotic invasions in terrestrial ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 17(5): 202-204.
- DesertMuseum. (2008). *Buffelgrass (Pennisetum ciliare)*. Disponible en www.desertmuseum.org/invasors/invasors_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.
- 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 Vibrans, H. (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.
- Flores M., J.J., Prado N., A., A.L. Domínguez O., R. et al. (2008). El carrizo gigante, especie invasora de ecosistemas riparios. *Conabio. Biodiversitas*. 81: 6-10.
- García, M., Ramírez, O., Ruiz, T., et al. (2014). Especies invasoras acuáticas en áreas naturales protegidas, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 445-468.
- Global Invasive Species Programme. (2007). *Invasive alien species and protected areas: A scoping report. Part I. Scoping the scale and nature of invasive alien species threats to protected areas, impediments to its management and mean to address those impediments*. Disponible en http://www.issg.org/pdf/publications/GISP/Resources/IAS_ProtectedAreas_Scoping_I.pdf pp. 93
- Hiremath, A.J., y Sundaram, B. (2005). The Fire-Lantana Cycle Hypothesis in Indian Forests. *Conservation and Society*. 3(1): 26-42.
- IMTA, Conabio, GECI, Aridamérica, The Nature Conservancy. (2007). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*, Jiutepec, Morelos. pp. 72
- Instituto de Ecología y Universidad Nacional Autónoma de México. (2010). *Estrategia adaptativa para el control de las plantas invasoras: respuesta a un problema complejo del cambio climático*. Informe final. México. pp. 159.
- IUCN. (2000). *Guía para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. The World Conservation Union and the Species Survival Commission.
- Leung, B., Lodge, D.M., Finnoff, D., et al. (2002). An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Science USA*. 269: 2407-2413.
- Lindig-Cisneros, R., y Riosmena-Rodríguez, R. (2014). Restauración de ecosistemas acuáticos. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 499-505.
- Lodge, D.M. (1993). Species invasions and deletions: community effects and responses to climate and hábitat change. Pp. 367-387. En: P. M. Kareiva; J. G. Kingsolver & R. B. Huey (eds.). *Biotic Interactions and Global Change*. University of Chicago Press. Chicago.

- Mack, R.N. y Erneberg, M. (2002). The United States naturalized flora: Largely the product of deliberate introductions. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 89: 176-189.
- March, I.J., y Martínez, M. (2008). *Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua–The Nature Conservancy–Conabio–Aridamérica-geci. pp. 72.
- Mendoza, R. (2014). Riesgo de introducción y medidas de prevención. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 85-93.
- Mendoza, R., Ramírez-Martínez, C., Aguilera, C. et al. (2014). Principales vías de introducción de las especies exóticas. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 43-73.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC. 100 pp.
- Mooney, H.A., y Cleland E.E. (2001). The evolutionary impact of invasive species. *PNAS*. 98(10): 5446-5451.
- Moyle, P.B. (1986). Fish introductions into North America: patterns and ecological impact. Pp. 27-43. En: H. A. Mooney y J. A. Drake (eds.). *Ecology of Biological Invasions of North America and Hawaii*. Springer-Verlag. N. Y.
- Newsome, A.E., y Noble, I.R. (1986). Ecological and physiological characters of invading species. Pp. 1-20. En: R. H. Groves y J. J. Burdon (eds.). 1986. *Ecology of Biological Invasions*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Ortiz M., A. (2014). Gestión de las especies exóticas invasoras: análisis de la legislación mexicana. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 169-184.
- Pimentel, D., Lach, L., Zúñiga, R. et al. (2000). Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience*. 50 (1): 53-65.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., et al. (2001). Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 84: 1-20.
- Pimentel, D., Zuniga, R., y Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*. 52: 273-288.
- Pyšek, P., Prach, K., y Smilauer P. (1995b). Relating invasion success to plant traits: an analysis of the Czech alien flora. Pp. 39-60. En: P. Pyšek; K. Prach; M. Rejmanek & M. Wade (eds.). *Plant Invasions-General Aspects and Special Problems*. SPB Academic. Amsterdam.
- Reichard, S.H., y Hamilton, C.W. (1997). Predicting invasions of woody plants introduced into North America. *Conserv. Biol*. 11: 193-203.
- Rejmanek, M. (1995). What makes a species invasive? Pp. 3-13. En: P. Pyšek; K. Prach; M. Rejmanek & M. Wade (eds.). *Plant Invasions-General Aspects and Special Problems*. SPB Academic. Amsterdam.
- Sakai, A.N., Allendorf, F.W., Holt, J.S., et al. (2000). The Population Biology of Invasive Species. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*. 32: 305-332.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2009). 413 St. Jacques Street, Suite 800 Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9.
- Semarnap. (1997). *Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural, 1997-2000*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca–Instituto Nacional de Ecología. pp. 207
- ScienceDaily. (2002). *Buffelgrass, An Invader dueling Wildfires In The Sonoran Desert*. Disponible en: www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm
- Veitch, C.R., y Clout, M.N. (2002). *Turning the Tide: The Eradication of Invasive Species*. IUCN. Suiza.
- Villaseñor, J.L., y Espinoza-García, F.J. (2004). The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and distributions*. 10: 113-123.
- Vitousek, P., D'Antonio, C.M., Loope, L.L., et al. (1996). Biological invasions as global environmental change. *American Scientist*. 84: 468-478.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., A. et al. (1998). Quantifying threats to imperiled species in the United States. *Bioscience*. 48(8): 607-615. www.sciencedaily.com/releases/2002/05/020517075618.htm