

# 24 PECES INVASORES EN EL CENTRO DE MÉXICO

Topiltzin Contreras-MacBeath,\* María Teresa Gaspar-Dillanes,  
Leticia Huidobro-Campos y Humberto Mejía-Mojica

---

RESUMEN / ABSTRACT 414

INTRODUCCIÓN 415

LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO 415

LAS ESPECIES EXÓTICAS EN LA REGIÓN 416

REFERENCIAS 422

---

\* Autor para recibir correspondencia: <topis@uaem.mx>

Contreras-MacBeath, T., M.T. Gaspar-Dillanes, L. Huidobro-Campos y H. Mejía-Mojica. 2014. Peces invasores en el centro de México, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 413-424.

## RESUMEN

En la región central de México, concretamente la mesa central y la cuenca del Balsas, son reconocidas 25 especies de peces exóticos invasores; la introducción de la gran mayoría de éstas ha tenido como principal vía el comercio; son utilizadas en la producción para consumo humano, la pesca deportiva o como animales de uso ornamental. La región es uno de los principales centros de cultivo, importación y venta de muchas de estas especies en México. Los grupos con mayor presencia en la región son los cíclidos y pecílidos, mientras que los loricáridos han causado un enorme impacto en los ecosistemas acuáticos en la región del Balsas. Algunas especies están restringidas a lagos o embalses en donde han causado la disminución o erradicación de las especies nativas.

## ABSTRACT

*In central Mexico, specifically the central plateau and the Balsas basin, 25 invasive exotic fish species are recognized. The introduction of the vast majority of these species has had trade as a main pathway, because of their use for human consumption, sport fishing or as ornamentals. The region is a major production, import and sale center of many of these species. The groups with the largest presence in the region are cichlids and poeciliids, while armoured catfish have caused an enormous impact on aquatic ecosystems in the Balsas basin. Some species are restricted to lakes or reservoirs where they have caused the decrease or elimination of native species.*

## INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas han afectado severamente la condición de los ecosistemas dulceacuícolas de todo el planeta por la construcción de presas, extracción de agua, contaminación, introducción de especies exóticas, sobrepesca y acuicultura. Como consecuencia, se ha reducido de manera considerable su capacidad para sostener su biodiversidad natural, de tal forma que muchas poblaciones están declinando rápidamente y han ocurrido numerosas extinciones (Revenge *et al.*, 2000; MA, 2005; Dudgeon *et al.*, 2006; Abell *et al.*, 2008; Salafsky *et al.*, 2008). Se sabe que las tasas de declinación de la biodiversidad dulceacuícola son mayores que las que ocurren actualmente en los ambientes terrestres y marinos (Ricciardi y Rasmussen, 1999; Dudgeon *et al.*, 2006).

La situación anterior es muy lamentable, ya que los ecosistemas dulceacuícolas sostienen una proporción importante de la biodiversidad global. En este sentido, los ecosistemas dulceacuícolas ocupan apenas 0.8% de la superficie planetaria; sin embargo, albergan al menos 100 000 especies, lo que representa cerca de 6% de todas las especies descritas (Abell *et al.*, 2008). Alrededor de 12 000 especies de peces viven en aguas dulces, lo que representa 43% de la diversidad global del grupo y una cuarta parte de la diversidad de vertebrados (Nelson, 2006). Si a estas cifras se le suman anfibios, reptiles acuáticos (cocodrilos y tortugas) y mamíferos (nutrias, delfines de río y ornitorrincos), se llega a un tercio de la diversidad de vertebrados (Dudgeon *et al.*, 2006). Desafortunadamente las aguas dulces son tal vez los ecosistemas más afectados del planeta. Éstos tienen además contacto directo con sus cuencas de captación, por lo que las alteraciones en el uso del suelo los afectan considerablemente (Malmqvist y Rundle, 2002).

La introducción de especies exóticas se encuentra entre los impactos más importantes, menos controlados y menos reversibles que ocurren en los ecosistemas y que afectan de manera muy importante su biodiversidad, biogeoquímica y usos económicos (Strayer, 2010). Éstos se suman a los impactos físicos y químicos que los humanos producen en los ambientes dulceacuícolas, tal vez en parte porque las especies invasoras son más exitosas en ambientes degradados o modificados por los humanos (Dudgeon *et al.*, 2006). Los impactos de las especies invasoras van más allá de los ambientales, ya que por ejemplo en 2005 en Estados Unidos se habían registrado 138 especies invasoras

y se calculó, para ese año, que las pérdidas económicas eran de alrededor de 5 400 millones de dólares anuales (Pimentel *et al.*, 2005).

Las introducciones de especies en ambientes acuáticos pueden ser intencionales, como en la acuicultura extensiva o en el caso de las introducciones de especies depredadoras como la lobina para la pesca deportiva, o accidentales, como aquellas que se escapan de las unidades piscícolas, o las que son transportadas en el lastre de las embarcaciones (Zambrano *et al.*, 2006). Esta situación ha sido descrita para las aguas dulces de México (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998; Contreras-Balderas *et al.*, 2008).

Las especies invasoras representan uno de los problemas más severos y menos controlados en México, como lo demuestra el hecho de que éste ha crecido mucho sobre todo en los últimos años; en 1904 se reconocían cuatro especies de peces invasoras, siete en 1969, 55 en 1983, 94 en 1997, 113 en 2008 (Contreras-Balderas *et al.*, 2008) y 118 en 2009 (Aguirre Muñoz y Mendoza Alfaro *et al.*, 2009). Estos mismos autores, con base en datos de Contreras-Balderas (1999), mencionan que las especies invasoras son la principal amenaza para 76 especies enlistadas por la NOM-059-Semarnat-2010 (DOF, 2010).

## LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO

La presente descripción incluye las regiones biogeográficas Mesa Central y Balsas descritas por Miller (2005), que en su conjunto abarcan la región central de México y que es considerada por el mismo autor como uno de los más importantes centros de endemismo de especies ícticas del país. La región incluye cuatro de las ocho ecorregiones dulceacuícolas sobresalientes descritas por Revenge *et al.* (2000). Diversos autores han definido esta región como una zona de transición entre las dos grandes provincias biogeográficas americanas, la Neártica y la Neotropical (Morro-ne, 2005; Huidobro *et al.*, 2006; Corona *et al.*, 2007).

La altiplanicie mexicana limita al este con la Sierra Madre Oriental, al oeste con la Sierra Madre Occidental y al sur con el Eje Neovolcánico o sierra Volcánica Transversal, que la separa de la cuenca del Balsas. Es una meseta extensa cuya altitud es de 1 000 m en el norte y de más de 2 500 m en el sur. Las sierras de Zacatecas, Guanajuato y Querétaro la dividen en dos grandes subregiones: la Mesa del Norte y la Meseta

Central o Mesa de Anáhuac. La primera está formada de materiales sedimentarios y volcánicos, es muy seca, tiene llanuras salinas llamadas bolsones que estuvieron antiguamente ocupadas por lagos. En la segunda o Meseta Central, los fenómenos volcánicos han sido muy intensos; en el Eje Volcánico Transversal los materiales ígneos separaron numerosas cuencas, algunas de ellas cerradas, como el valle de México, las de Pátzcuaro y Cuitzeo, y los llanos de Apam y de San Juan, entre otras. Sus ríos principales son al sur y suroeste el Lerma-Santiago, que nace en el valle de Toluca y desemboca en el océano Pacífico después de atravesar el lago de Chapala. El río Tula, formador del Pánuco que desemboca en el golfo de México, riega la porción sureste de la altiplanicie; recibe las aguas procedentes de la cuenca del valle de México recolectadas por el Gran Canal del desagüe y el gran colector.

El valle de México o Mesa de Anáhuac está rodeado por elevadas montañas que forman parte del Eje Volcánico Transversal. Es una cuenca cerrada natural que fue abierta artificialmente por medio del túnel de Tequiquiac, situado al noroeste al pie del cerro de Xalpan. Este túnel recoge las aguas del valle de México por el gran canal del desagüe y descarga en el río Tula. Fisiográficamente la cuenca del valle de México puede dividirse en tres subregiones que en otra época estuvieron ocupadas por lagos. Al sur, la región de Xochimilco y Chalco, entre la sierra del Ajusco, la sierra Nevada y la sierra de Santa Catarina. Al centro, la región de Texcoco y México, en donde se encuentran la capital de la República mexicana y el lago de Texcoco; la sierra de Guadalupe, el cerro de Chiconautla y el cerro Patlachique separan esta región de la de Zumpango y Xaltocan, la cual se prolonga hacia el noroeste hasta la base de la sierra de Pachuca. Numerosos ríos descienden de las montañas que rodean la cuenca y en muchos de ellos se han construido presas para regular su escurrimiento hacia la ciudad de México, por donde cruzan entubados y desaguan en el Gran Canal.

La cuenca del Balsas, región Mixteca, región de los Valles, región del Zempoaltépetl forman una región baja, situada entre el Eje Volcánico, la Sierra Madre del Sur y las montañas de la Mixteca: sierra de Tlaxiaco y sierra de Tamazulapan. El descenso del Eje Volcánico Transversal al río Balsas no es uniforme, ya que el terreno desciende primero y vuelve a elevarse, localizándose, entre ambas partes altas, valles como los de Cuernavaca, Cuautla y Yauteppec, así como algunos lagos. El río Balsas tiene su origen en el valle de Puebla con el río Atoyac o Poblano, el cual al unirse al Mixteco forma el

Mezcala que corre de este a oeste y al que se unen después numerosos afluentes que bajan tanto del Eje Volcánico como de la Sierra Madre del Sur. Al unirse el río Cocula cambia su nombre por el de Balsas, siendo su principal afluente el río Tepalcatepec, que corre de este a oeste y le tributa antes de que tuerza hacia el sur para cortar la Sierra Madre del Sur y desembocar en las Bocas de Zacatula en el océano Pacífico.

De acuerdo con la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), así como los generados recientemente (Mejía-Mojica *et al.*, 2012), en la región central de México se tienen registradas 121 especies de peces de agua dulce pertenecientes a 24 familias. Existen dos zonas en la región central de México con mayores valores de riqueza y endemismo en lo que a especies icticas se refiere; la primera incluye la llamada “bajo Lerma” (Díaz-Pardo *et al.*, 1993) que abarca la cabecera del río Ameca y el lago de Chapala, donde se han registrado 48 especies icticas, 38 de las cuales son endémicas (79%), y la segunda se asocia al “medio Lerma”, donde se encuentran los lagos michoacanos (Pátzcuaro, Cuitzeo y Yuriria), en los que se han registrado 63 especies, 49 de las cuales son endémicas (77%).

Desafortunadamente esta región ha sido también identificada como una de las más impactadas en lo que a ambientes ribereños se refiere (Garrido *et al.*, 2010), algo que también ha sido descrito para los lagos (Bernal-Brooks, 1998; Fisher *et al.*, 2003; von Bertrab, 2003); esta situación ha traído impactos importantes en la ictiofauna nativa (De la Vega-Salazar, 2006; Domínguez-Domínguez *et al.*, 2006; 2008; Mercado-Silva *et al.*, 2009; Magurran, 2009). La situación es tan grave que ha conducido a la extinción de seis especies de peces dulceacuícolas: *Chirostoma bartoni*, *Chirostoma charari*, *Evarra bustamantei*, *Evarra eigenmanni*, *Evarra tlahuacensis* y *Skiffia francesae*, esta última considerada como extinta en la naturaleza (Contreras-MacBeath, 2005).

#### LAS ESPECIES EXÓTICAS EN LA REGIÓN

De las 123 especies de peces de agua dulce registradas para la región central de México, 98 son nativas y 25 exóticas (Fig. 1).

En el cuadro 1 se presenta la lista de las 25 especies de peces dulceacuícolas exóticas registradas para la región central de México, señalando la familia a la que pertenecen, su origen y los motivos de su introducción al país.

Al hacer un análisis del cuadro se pueden apreciar algunos aspectos interesantes, como el dominio de los cíclidos, con 36% del total de las especies exóticas en el área, seguidos por los pecílidos con 24%, por los

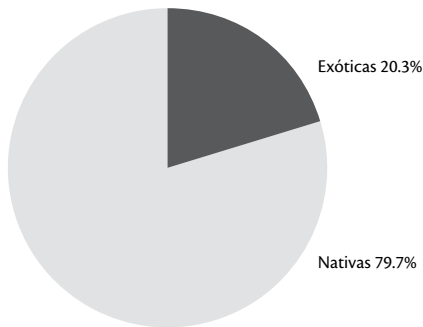


Figura 1. Proporción de especies nativas y exóticas en la región central de México.

ciprínidos con 12%, mientras que los centrárquidos y loricáridos representan cada uno 8% y, por último, salmónidos, clupeidos e ictalúridos comprenden cada grupo 4% de las exóticas (Fig. 2).

En lo que respecta al origen de las especies (Fig. 3), resulta interesante que 12 de éstas (48%) han sido trasladadas de otras regiones de México. Algunas, como la lobina (*Micropterus salmoides*), la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), la sardinita (*Dorosoma* sp.) y la mojarra de agallas azules (*Lepomis macrochirus*), con fines de pesca deportiva; otras, como un seudónimo del boca de fuego, *Thorichthys ellioti*, el cola de espada (*Xiphophorus hellerii*) y el platy (*X. variatus*), para fines de acuicultura ornamental. El bagre de canal o pez gato americano (*Ictalurus punctatus*), para acuicultura; el pez mosquito (*Gambusia affinis*), para control de vectores (Miller *et al.*, 2009), y por último hay un grupo de

Cuadro 1. Lista de especies exóticas registradas en la región central de México

Especie	Familia	Origen	Causa
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Salmonidae	Norte de México	Pesca deportiva
<i>Micropterus salmoides</i>	Centrarchidae	Norte de México	Pesca deportiva
<i>Lepomis macrochirus</i>	Centrarchidae	Norte de México	Pesca deportiva
<i>Herichthys cyanoguttatus</i>	Cichlidae	Norte de México	Accidental
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Cichlidae	África	Acuicultura y pesca
<i>Oreochromis aureus</i>	Cichlidae	África	Acuicultura y pesca
<i>Oreochromis niloticus</i>	Cichlidae	África	Acuicultura y pesca
<i>Tilapia rendalli</i>	Cichlidae	África	Acuicultura
<i>Tilapia zillii</i>	Cichlidae	África	Acuicultura
<i>Andinoacara rivulatus</i>	Cichlidae	Sudamérica	Ornato
<i>Thorichthys ellioti</i>	Cichlidae	Golfo de México	Ornato
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	Cichlidae	Centroamérica	Ornato
<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	Asia	Acuicultura y pesca
<i>Carassius auratus</i>	Cyprinidae	Asia	Ornato y pesca
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Cyprinidae	Asia	Acuicultura y pesca
<i>Poeciliopsis gracilis</i>	Poeciliidae	Golfo de México	Accidental
<i>Heterandria bimaculata</i>	Poeciliidae	Golfo de México	Accidental
<i>Gambusia affinis</i>	Poeciliidae	Norte de México	Control de vectores
<i>Xiphophorus hellerii</i>	Poeciliidae	Golfo de México	Ornato
<i>Poecila reticulata</i>	Poeciliidae	Antillas	Ornato
<i>Xiphophorus variatus</i>	Poeciliidae	Golfo de México	Ornato
<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Loricariidae	Sudamérica	Ornato
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Loricariidae	Sudamérica	Ornato
<i>Ictalurus punctatus</i>	Ictaluridae	Norte de México	Acuicultura y pesca
<i>Dorosoma</i> sp.	Clupeidae	Golfo de México	Forrajera

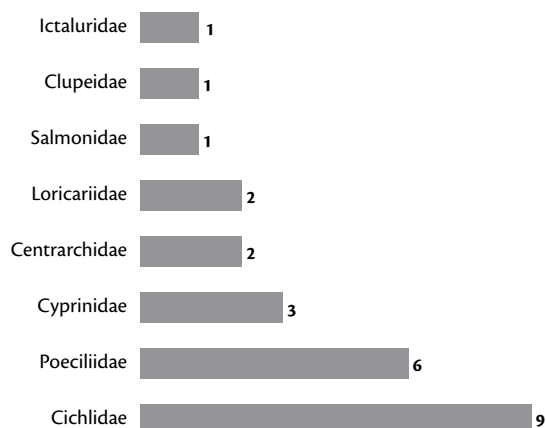


Figura 2. Número de especies exóticas por familias encontradas en la región central de México.

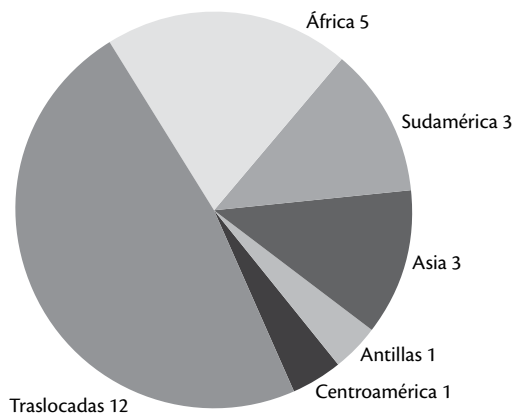


Figura 3. Número de especies exóticas en la región central de México de acuerdo con su origen.

tres especies, *Herichthys cyanoguttatus*, *Poeciliopsis gracilis* y *Heterandria bimaculata*, que fueron introducidas de manera accidental como producto de las actividades acuiculturales (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998).

En la región, entre las especies exóticas están siete de la familia Cichlidae: *Oreochromis mossambicus*, *O. aureus*, *O. niloticus*, *Tilapia rendalli* y *T. zillii*, comúnmente conocidas como “tilapias” y que fueron traídas al país como parte de los programas de acuicultura de los gobiernos federal y estatales; el terror verde (*Andinoacara rivulatus*) y el convicto (*Amatitlania nigrofasciata*), que fueron introducidos para fines ornamentales; los limpiavidrios o pez diablo *Pterygoplichthys disjunctivus* y *P. pardalis*, que fueron importados de Sudamérica para fines de acuicultura ornamental; tres carpas asiá-

ticas, la común (*Cyprinus carpio*), la herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y la dorada (*Carassius auratus*), la primera para acuicultura extensiva, la segunda para acuicultura y control de maleza, y la tercera para ornato, y el gupi (*Poecilia reticulata*) un pecílido proveniente de las Antillas introducido para el comercio en el acuarismo (Fig. 3).

A pesar de que la introducción de especies no nativas ha sido identificada como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a escala global (Darwall *et al.*, 2009), debido a que ésta actúa de manera sinérgica con muchos otros factores (Brook *et al.*, 2008), resulta en ocasiones difícil encontrar ejemplos bien documentados en los que las invasoras hayan causado la extinción de especies ícticas, lo cual ha conducido a un acalorado debate (Gurevitch y Padilla, 2004; Clavero y García-Berthou, 2005); sin embargo, para la región se sabe que la introducción de especies en el río Ameca fue la principal causa de la extinción en la naturaleza de *Skiffia francesae* (Langhammer, 1995), así como la posible extinción de *Allotoca goslinei*, que no ha sido recolectada desde 2004, a pesar de intensos esfuerzos, lo anterior por la introducción de *Xiphophorus helleri* en 2002, que la ha sustituido en toda su área de distribución (Helmus *et al.*, 2009).

Si bien estos son dos ejemplos locales, el impacto de las invasoras se da en toda la región, como lo demuestra un estudio reciente (Contreras-MacBeath *et al.*, en prensa) en la región central del país, en donde las dos especies de mayor distribución son *Goodea atripinnis* y la exótica *Oreochromis mossambicus*. A éstas les siguen *Algansea tincella*, *Aztecuela sallaei*, *Chirostoma arge*, *Ilyodon whitei*, *Poeciliopsis infans* y las exóticas *O. aureus* y *Xiphophorus helleri*.

*Poeciliopsis gracilis* es otra especie con un alto grado de invasibilidad y ocupa prácticamente todos los ambientes, tanto lénticos como lóticos, tolera perfectamente aguas muy perturbadas que incluyen aquéllas con elevados aportes de descargas urbanas. La presencia de esta especie, principalmente en la cuenca del Balsas, se debe a escapes o liberación por parte de acuaristas (Mejía-Mojica, 1992), y el gran éxito de invasión que ha tenido en la región probablemente puede explicarse por su forma de reproducción, que es vivípara; su alta tasa reproductiva, ya que las hembras a los 25 mm de longitud son reproductivamente fecundas y en la práctica se mantienen activas reproductivamente toda su vida, y que no existe temporalidad en la reproducción y son receptivas en cualquier temporada del año

(Contreras-MacBeath y Ramírez, 1996). *P. gracilis* tiene una posición baja en el nivel trófico, como omnívoro-detritívoro; esta capacidad de forrajear recursos de baja calidad es una tendencia que parece ser favorable para peces de agua dulce que invaden medios lóticos (Gido y Franssen, 2007). El efecto del pecílido sobre la fauna nativa no ha sido evaluado y aunque aparentemente es una especie inerte, su valoración debe ser cuidadosamente interpretada, sobre todo por el escaso conocimiento de la fauna nativa existente previa a su liberación; tampoco en otras áreas en donde *P. gracilis* se ha establecido figura como una especie problemática (Welcomme, 1988).

*Heterandria bimaculata* es otro pecílido vivíparo que ha alcanzado un alto grado de invasibilidad en la región, principalmente en el río Balsas; el ingreso a la cuenca quizá sea también debido a factores de actividad humana, aunque Gaspar-Dillanes (1987) sostiene que podría deberse a una dispersión natural, basada en el hecho de que esta especie no es de uso ornamental. El impacto sobre las especies nativas o el ecosistema recipiente es difícil de interpretar; no hay evidencia directa para explicar la coincidencia entre la presencia de esta especie y la extirpación en el área de *Poeciliopsis balsas*; endémico de la cuenca (Contreras-MacBeath *et al.* 1998), aunque se sabe que *H. bimaculata* puede ocasionalmente consumir huevos y larvas de otros peces (Trujillo-Jiménez y Toledo-Beto, 2007), lo que lo podría llevar a ser un probable depredador de *P. balsas*, ambas especies son próximas en tamaño y comparten muchas de las preferencias del hábitat (Miller *et al.*, 2009).

*Poecilia reticulata* y *Xiphophorus helleri* son los pecílicos más comúnmente usados en el comercio del acuarismo en todo el mundo y con mucha frecuencia son introducidos en los ambientes acuáticos (Rajeev *et al.*, 2008; Pino y del Carpio *et al.*, 2010). Ambas especies están presentes en el área de la cuenca del río Balsas desde 1960 (Contreras-Balderas y Escalante, 1984) y la presión del propágulo por parte de los criadores de estas especies es alta; se reproducen en muchas de las granjas menos tecnificadas de la región y regularmente escapan al cultivo; sin embargo, tienen poblaciones muy pobres y restringidas en sitios bien localizados, en donde encuentran condiciones de flujo menos adversas y comparten el hábitat con un menor número de especies, regularmente muy cercanas o aledañas a las granjas de producción de donde provienen.

La mayor parte de la transferencia de las “tilapias”, particularmente de los géneros *Tilapia* y *Oreochromis*,

se hizo con destino a la acuicultura, ya que se trata de especies conocidas por la facilidad con que se crían y reproducen en estanques, incluso que pueden vivir en aguas salobres y algunas han llegado a ser observadas en aguas marinas (Kirk, 1972; Gaspar-Dillanes y Barba-Torres, 2004). Muchos ejemplares escaparon o fueron agregados a embalses naturales y artificiales, donde se han establecido. Las poblaciones naturales son explotadas comercialmente porque se han constituido en una pesquería continental en un número cada vez mayor de países.

La tilapia es una especie que se ha adaptado favorablemente a las condiciones ambientales de México, sobre todo en las presas que se localizan en zonas cálidas, y ha colonizado con éxito los reservorios en los que ha sido introducida. Se encuentra en casi todos los embalses del centro del país; como ejemplos se tienen las presas Miguel Alemán (Temascal), Benito Juárez (Jalapa de Marqués) en Oaxaca; Adolfo López Mateos (Infiernillo), donde se somete a fuertes capturas, y José Ma. Morelos (La Villita), ambas en los límites entre los estados de Michoacán y Guerrero; El Rodeo y Coatetelco en Morelos.

Otras especies de cíclidos, principalmente sudamericanos, tienen también un gran número de especies establecidas dentro del área; la más abundante y extendida es *A. nigrofasciata*, que probablemente ha tenido un papel determinante en la reducción de la población del cíclido nativo *Cichlasoma istlanum* en la región del río Balsas (Contreras-MacBeath *et al.* 1998), y aunque hay evidencia que indica que no existe ninguna interacción en el nivel trófico (Trujillo-Jiménez, 1998), sí hay indicios de la fuerte competencia por el espacio reproductivo entre estos cíclidos; ambas especies son desovadores pelágicos de sustrato abierto y complejo cuidado biparental de los huevos y crías (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998), sin embargo, *C. istlanum* es uno de los pocos cíclidos que no comparten hábitat con cogenéricos en su área de distribución, por lo que hasta cierto punto es una especie “inocente” en su conducta hacia el cuidado del nido y vigilancia de las crías, contrastado con *A. nigrofasciata*, que comparte el hábitat con un mayor número de especies de cíclidos con estrategias similares de reproducción, por lo que ha desarrollado una conducta en particular agresiva en la defensa del espacio reproductivo, que incluso es capaz de excluir agresivamente a competidores de mayor talla (McKaye, 1977; Wisenden, 1995). De igual manera, al no encontrar los mismos niveles de competencia



en el nuevo espacio, eso le permitió prolongar su temporada reproductiva y aparentemente es capaz de criar todo el año, un hecho que podemos inferir por los hallazgos de crías capturadas en todas las épocas del año, o que no es sorprendente pues en condiciones de acuario, sin ningún nivel de competencia por espacio, la especie puede reproducirse a lo largo del año (McKaye, 1977; Wisenden, 1995). Esta diferencia en la conducta reproductiva, entre especies con estrategias similares, es un factor que debe ser considerado en el manejo de especies potencialmente invasivas.

En México, las carpas han cumplido con su objetivo de beneficio netamente social, por ser un organismo resistente a una amplia gama de climas (Olmos-Tomasini, 1990), encontrándosele en lagos, ríos, lagunas, charcos temporales, y además se ha adaptado muy bien a estanques rústicos. Su cultivo se ha difundido en todo el territorio nacional y su consumo forma parte de la dieta de la población rural de algunas regiones muy localizadas, particularmente del centro del país.

A pesar de que en México existe de manera autóctona la familia Cyprinidae, diversas especies y subespecies de interés pesquero han sido introducidas desde el continente asiático. Muestreos realizados por los autores han demostrado que sólo tres, la carpa común, la carpa dorada y la carpa herbívora, se han establecido en los ambientes naturales.

La carpa *Cyprinus carpio* es uno de los peces cultivados actualmente más importantes en el ámbito mundial; originaria de Asia central, se ha difundido tanto al este de China como al noroeste de Europa (Ballon, 1974). Al parecer fue domesticada independientemente en China milenios antes y en Europa probablemente durante la época romana; como resultado se conocen muchas variedades de carpa en el mundo, como *C. carpio* var. *communis*, *C. carpio* var. *specularis* y *C. carpio* var. *rubrofuscus*. En México fue introducida a fines del siglo XIX; es un pez escamoso muy resistente, que puede tolerar condiciones adversas; su reproducción comienza alrededor de los seis meses de edad y las gónadas se desarrollan relativamente grandes, por lo cual algunas veces se le conoce como “barrigona”; alcanza grandes tallas, además de ser un pez de rápido crecimiento y muy prolífico, lo que la hace ampliamente consumida por la población en ciertas localidades del centro de la República mexicana. Se ha aclimatado con éxito, al grado de ser la especie exótica con mayor amplitud de distribución geográfica. El éxito de la proliferación de esta especie se atribuye a múltiples

motivos, entre los que se encuentran su rusticidad, su capacidad de resistencia a bajas concentraciones de oxígeno y su rápido crecimiento.

La carpa japonesa o dorada, *Carassius auratus* es nativa del este de Asia y se encuentra ampliamente distribuida en el mundo. En México se ignora con precisión en qué momento se introdujo, pero por los registros en la literatura se puede concluir que ocurrió a fines del siglo XIX. Su distribución en México se circunscribe a cuerpos de agua de los estados de Tlaxcala e Hidalgo; se consume en el medio rural y es cultivada en acuarios (Arredondo-Figueroa, 1976).

La carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) es originaria de Asia; debido a sus hábitos preferentemente herbívoros ha sido diseminada con amplitud en muchas partes del mundo y actualmente se le encuentra en Asia, Europa y América (Arredondo y Guzmán, 1986). En México se le localiza en la Meseta Central, abarcando cuatro grandes cuencas: Lerma-Chapala-Santiago, Balsas, Pánuco y valle de México. Se estima que en los últimos años se han incrementado notablemente los programas de extensionismo de esta especie, uno de ellos en el lago de Valle de Bravo, Estado de México, en el que ha tenido éxito su presencia para el control de malezas acuáticas.

La lobina negra (*Micropterus salmoides*) es una especie de la familia Centrarchidae, de origen neártico, que se distribuye naturalmente en la parte norte del continente americano, desde los Grandes Lagos y Red River al norte de Florida, Texas y en el norte de México hasta el río Soto La Marina (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993).

Es un pez de aguas tranquilas, adecuado para lagos y estanques, así como para aguas de poca corriente, con fondo limoso y vegetación abundante. Se desarrolla muy bien en aguas templadas y cálidas, con temperaturas entre 20 y 27 °C, aunque se les puede encontrar en extremos de 15 y 30 °C.

A esta especie se le ha considerado de gran valor proteico, por lo que se introdujo al lago de Pátzcuaro y a otros cuerpos de agua del centro del país entre los años 1929 y 1930, básicamente con la intención de incrementar la productividad pesquera y promover el turismo (García de León, 1985).

La mojarra de agallas azules (*Lepomis macrochirus*), también incluida en la familia Centrarchidae, se distribuye desde los Grandes Lagos, Estados Unidos, hasta México. Se le considera principalmente como especie de pesca deportiva. Se cultiva como pez forrajero para la producción de otros centráquidos. Presenta gran



capacidad de adaptación a intervalos amplios de temperatura y gran poder de reproducción.

*Lepomis macrochirus* está confinada sólo a ambientes lénticos en el centro de México, particularmente en el embalse de Valle de Bravo, en el Estado de México, y en el lago de Tequesquitengo en Morelos; en este mismo lago, también de manera aislada y con fines de pesca deportiva, fue introducida a mediados de los años ochenta una especie de la familia Clupeidae, la sardinita (*Dorosoma* sp.), la cual se mantiene en baja densidad poblacional debido a que experimenta mortandades masivas durante la época más fría en la región del lago, probablemente debido al abatimiento de oxígeno durante la inversión térmica invernal.

La trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*, es un pez originario de la vertiente pacífica de América del Norte; se encuentra desde Alaska hasta el norte de México y por su valor en la pesca deportiva se ha distribuido en todo el mundo. En México se encuentra de manera natural en los ríos Culiacán, Truchas, Tabacatiado y Hon-do, en los estados de Sinaloa, Durango y Chihuahua. Actualmente se distribuye artificialmente en localidades como el valle de México, la Sierra Volcánica Transversal, Zacapu en Michoacán y los lagos de Zempoala en Morelos (Espinosa-Pérez *et al.*, 1993), en donde incluso ha sido introducida en pequeños arroyos en las laderas del norte de este estado, producto de escapes de estanques construidos en el cauce de los arroyos.

El desarrollo y desmedido crecimiento de las poblaciones de los loricáridos sudamericanos del género *Pterygoplichthys* (*P. disjunctivus* y *P. pardalis*), liberados en la cuenca del Balsas en los noventa, ha conducido a una baja considerable en la pesquería de tilapias y carpas en el embalse del Infiernillo, en la porción más baja de la cuenca del río Balsas; esta área, antes de la invasión por parte de los loricáridos, ostentaba niveles de producción pesquera que la posicionaban como una de las pesquerías de agua dulce más importantes de Latinoamérica. Sin embargo, partir de la introducción de estas especies de bagres armados, popularmente conocidos como “limpiavidrios” o “plecostomus”, los efectos en la pesca artesanal en la región han sido evidentes; en particular *P. disjunctivus* y *P. pardalis* tienen una extensión de invasión hacia las partes bajas de la cuenca del Balsas, donde han experimentado un crecimiento considerable en condiciones ambientales de temperaturas cálidas, abundantes recursos alimenticios y aguas quietas de los embalses El Caracol e Infiernillo, en el estado de Guerrero (Mendoza *et al.*,

2009), donde han causado un desorden en la actividad pesquera y daños económicos importantes a esta actividad (Contreras-Balderas *et al.*, 2008; Stabridis *et al.*, 2009). Estos bagres sudamericanos son responsables de la caída en la producción pesquera de la también especie invasora *O. mossambicus* (Mendoza *et al.*, 2009), lo que representa un serio problema para las comunidades rurales que sostienen una pesquería comercial con esta última especie. Esto resulta controvertido, porque ambos grupos representan una amenaza para la salud de los ecosistemas; sin embargo, el hecho de estar sometida a un constante control pesquero ha mantenido a *O. mossambicus* en condiciones de baja densidad poblacional, al revés de lo que sucede con el grupo *Pterygoplichthys*, que a pesar de ser peces de talla considerable y utilizados en sus regiones de distribución natural como un pez de utilidad pesquera, por el aspecto poco común de las especies y el desconocimiento de las mismas por los pescadores de la región lo han considerado una molestia en sus actividades de pesca, más que una alternativa alimentaria y una vía para el control poblacional.

La tasa de invasibilidad por parte de las especies no nativas en los cuerpos de agua de la región se ha incrementado en los últimos 20 años, favorecida principalmente por los cambios en las actividades del manejo acuícola, la cual pasó del cultivo de un pequeño grupo de especies para la producción de carne al comercio con especies producidas para el uso ornamental, siendo el estado de Morelos uno de los principales productores en el ámbito nacional y el Distrito Federal el principal centro de ingreso de especies ornamentales provenientes de todo el mundo (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998; Ramírez-Martínez *et al.*, 2010; Huidobro *et al.*, 2013).

La carencia de regulación para la importación e introducción de nuevas especies al mercado permite que prácticamente cualquier organismo acuático pueda ser introducido para ser cultivado con muy poco control. Los resultados de la escasa o nula regulación para la importación y cultivo de nuevas especies en la región han traído como consecuencia que la tasa de introducción y establecimiento de nuevas especies para la región sea de aproximadamente una especie cada cinco años. Sin embargo, ante la carencia de una respuesta inmediata a este problema ecológico y debido al evidente aumento en el ámbito nacional de especies consideradas invasoras y una amenaza a la biodiversidad nativa de México, la Conabio ha promovido

una estrategia nacional para la prevención, el control y la erradicación de estas especies, que se espera sea el instrumento legal para regular la importación, el manejo y la erradicación de especies que potencialmente ponen en riesgo la flora y fauna de muchos de los ecosistemas acuáticos en México.

Uno de los temas pendientes relacionados con la propagación de las especies invasoras, y que nos lleva a pensar que la situación empeorará en el futuro, tiene que ver con los incentivos y las políticas perversas, ya que a pesar de que ahora exista la estrategia antes mencionada y de que el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 indica de manera clara que “las actividades que se realizan en el campo y mares transiten hacia la modernidad en sinergia con otras actividades no agropecuarias del medio rural, definiendo entre otras cosas, que los productores del sector aprovechen y preserven la biodiversidad y los ecosistemas bajo los principios de sustentabilidad”, aún se siguen introduciendo millones de ejemplares de especies exóticas en los ambientes naturales del país. Un buen ejemplo de esta situación es la del lago más grande de México, Chapala, que tiene una superficie de 1 100 km<sup>2</sup> y que alberga seis especies de charales (*Chirostoma jordani*, *C. chapalae*, *C. labarcae*, *C. arge*, *C. consocium* y *C. contrerasi*), tres de pescado blanco (*C. lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*), así como otras endémicas como *Ictalurus ochoterenai*, *I. dugesii*, *Yuriria chapalae*, *Algansea popoche* y *Tetrapleurodon spadiceus*, muchas de las cuales se encuentran en riesgo de extinción, pero que, a pesar de esta situación, por presiones sociales son sembradas con especies exóticas, principalmente tilapias y carpas. En este sentido, en 2011 la Comisión de Pesca y Acuicultura (Conapesca) se congratulaba por haber sembrado un millón de crías de tilapia y programaba sembrar otros cuatro millones (boletín de prensa de Sagarpa, Jalisco, 16 de junio de 2011).

Con esto no se quiere decir que no deba haber la promoción de actividades piscícolas en ambientes naturales, ya que se sabe del importante beneficio nutricional y en algunos casos económico que esto ha traído a comunidades marginadas de México, sino que, además de éstas, debería haber al menos esfuerzos institucionales para rescatar las especies ícticas nativas, cosa que a la fecha no ha sucedido aun en áreas naturales protegidas que albergan especies ícticas amenazadas, como Chapala, que es un sitio Ramsar.

## REFERENCIAS

- Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S. Contreras-Balderas, W. Bussing, M.L.J. Stiassny, P. Skelton, G.R. Allen, P. Unmack, A. Naseka, R. Ng, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J.V. Higgins, T.J. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H.L. López, R.E. Reis, J.G. Lundberg, M.H. Sabaj Pérez y P. Petry. 2008. Freshwater ecoregions of the world: A new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* **58**(5):403-414.
- Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro, 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, pp. 277-318.
- Arredondo F, J.L., y A.M. Guzmán. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu Tilapini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. *An. Inst. Biol., Ser. Zool., Univ. Nat. Autón. Méx.* **56**(2):555-572.
- Arredondo-Figueroa, J.L. 1976. Especies acuáticas de valor alimenticio introducidas en México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Balon, E.K. 1974. Domestication of the carp *Cyprinus carpio* L. Life Sciences Misc. Pub. Royal Ontario Museum, Toronto.
- Bernal-Brooks, F.W. 1998. The lakes of Michoacán (Mexico): A brief history and alternative point of view. *Freshw. Forum* **10**:20-34.
- Brook, B.W., N.S. Sodhi y C.J.A. Bradshaw. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends Ecol. Evol.* **23**:453-460.
- Clavero, M., y E. García-Berthou. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. *Trends Ecol. Evol.* **20**:110.
- Contreras-Balderas, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions, en R. Claudi y J.H. Leach (eds.), *Non-indigenous freshwater organisms: Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publishers, Boca Ratón, pp. 35-54.
- Contreras-Balderas, S., y M.A. Escalante. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, en W.R. Courtenay Jr. y J.R. Stauffer Jr. (eds.), *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. Baltimore, Johns Hopkins University Press, pp. 102-30.
- Contreras-Balderas, S., G. Ruiz-Campos, J.J. Schmitter-Soto, E. Díaz-Pardo y T. Contreras-MacBeath, M. Medina-Soto, L. Zambrano-González, A. Varela-Romero, R. Mendoza-Alfaro, C. Ramírez-Martínez, M.A. Lejja-Tristán, P. Almada-Villela, D.A. Hendrickson y J. Lyons. 2008. Freshwater fishes and water status in Mexico: A country-wide appraisal. *Aquat. Ecosyst. Health* **11**(3):246-256.
- Contreras-MacBeath, T. 2005. Fish conservation in Mexico with emphasis in livebearing species, en M.C. Uribe y H.J. Grier (eds.), *Viviparous fishes*. New Life Publishers, pp. 401-414.
- Contreras-MacBeath, T., y H.E. Ramírez. 1996. Some aspects of the reproductive strategy of *Poeciliopsis gracilis* (Osteichthyes: Poeciliidae) in the Cuautla River, Morelos, Mexico. *J. Freshw. Ecol.* **11**:327-338.

- Contreras-MacBeath, T., H. Mejía M. y R. Carrillo W. 1998. Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation* **2**:1-12.
- Contreras-MacBeath, T., M. Brito Rodríguez, V. Sorani, C. Goldspinck y G. McGregor. (En prensa). Richness and endemism of the freshwater fishes of Mexico. *Journal of Threatened Taxa*.
- Corona, A.M., V.H. Toledo y J.J. Morrone. 2007. Does the Trans-Mexican Volcanic Belt represent a natural biogeographic unit? An analysis of the distribution patterns of Coleoptera. *J. Biogeogr.* **34**:1008-1015.
- Darwall, W., K. Smith, D. Allen, M. Seddon, G. McGregor Reid, V. Clausnitzer y V. Kalkman. 2009. Freshwater biodiversity: A hidden resource under threat, en J.C. Vié, C. Hilton-Taylor y S.N. Stuart (eds.), *Wildlife in a changing world – an analysis of the 2008 IUCN Red list of threatened species*. International Union for the Conservation of Nature, Gland, pp. 43-54.
- De la Vega-Salazar, M.Y. 2006. Estado de conservación de los peces de la familia Goodeidae (Cyprinodontiformes) que habitan la mesa central de México. *Rev. Biol. Trop.* **54**(1):163-177.
- Díaz-Pardo, E., A. Godínez-Rodríguez, E. López López y E. Soto Galera. 1993. Ecología de los peces de la cuenca del río Lerma, Méx. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* **39**:103-127.
- DOF. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010. Norma Oficial Mexicana. Protección Ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 de diciembre de 2010.
- Domínguez-Domínguez, O., E. Martínez-Meyer, L. Zambrano y G. Pérez-Ponce de León. 2006. Using ecological-niche modeling to prioritize conservation areas in the Mesa Central of Mexico: A case study with livebearing freshwater fishes (Goodeidae). *Conserv. Biol.* **20**:1730-1739.
- Domínguez-Domínguez, O., L. Zambrano, L.H. Escalera-Vázquez, R. Pérez-Rodríguez y G. Pérez-Ponce de León. 2008. Cambio en la distribución de godeidos (Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Goodeidae) en cuencas hidrológicas del centro de México. *Rev. Mex. Biodivers.* **79**:501-512.
- Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque, R.J. Naiman, A. Prieur-Richard, D. Soto, M.L.J. Stiassny y C.A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biol. Rev.* **81**:163-182.
- Espinosa-Pérez, H., M.T. Gaspar Dillanes y P. Fuentes Mata. 1993. *Listados faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos*. Instituto de Biología, UNAM.
- Fisher, C.T., H.P. Pollard, I. Israde-Alcántera, V.H. Garduño-Monroy y S.K. Banerjee. 2003. A reexamination of human-induced environmental change within the Lake Pátzcuaro basin, Michoacán, Mexico. *Proc. Nat. Acad. Sci.* **100**:4957-4962.
- García de León, F.J. 1985. Relaciones alimenticias y reproductivas entre *Chirostoma estor* y *Micropterus salmoides* en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Memorias del VIII Congreso Nacional de Zoología*, SOMEXZOO, agosto de 1985, Saltillo, pp. 41-59.
- Garrido, A., M.L. Cuevas, H. Cotler, D.I. González y R. Tharme. 2010. El estado de alteración ecohidrológica de los ríos de México, en A.H. Cotler (coord.), *Las cuencas hidrográficas de México: diagnóstico y priorización*. Semarnat-INE-FGRA, México, pp. 108-111.
- Gaspar-Dillanes, M.T. 1987. Nuevo registro de *Heterandria (Pseudoxiphophorus) bimaculata* (Heckel, 1848) en la vertiente del Pacífico mexicano. (Pisces: Poeciliidae). *An. Inst. Biol., UNAM ser. Zool.* **58**(2):933-938.
- Gaspar-Dillanes, M.T., y J.F. Barba-Torres. 2004. Peces de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México, en M.L. Lozano-Vilano y A.J. Contreras-Balderas (eds.), *Libro homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina. Un ictólogo mexicano*. UANL, México, pp. 141-191.
- Gido, K.B., y N.R. Franssen. 2007. Invasion of stream fishes into low trophic positions. *Ecol. Freshw. Fish* **16**:457-464.
- Gurevitch, J., y D.K. Padilla. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends Ecol. Evol.* **19**:470-474.
- Helmus, M.R., L.B. Allen, O. Domínguez-Domínguez, E. Díaz-Pardo, P. Gesundheit, J. Lyons y N. Mercado-Silva. 2009. Threatened fishes of the world: *Allotoca goslinei* Smith and Miller, 1987 (Goodeidae). *Environ. Biol. Fish.* **84**:197-198.
- Huidobro, L., J.J. Morrone, J.L. Villalobos y F. Álvarez. 2006. Distributional patterns of freshwater taxa (fishes, crustaceans, and plants) from the Mexican transition zone. *J. Biogeogr.* **33**:731-741.
- Huidobro, L., X. Valencia D., N. Álvarez P. y H. Espinosa P. 2013. Peces, en *Biodiversidad del Distrito Federal*. Gobierno del Distrito Federal-Conabio (en prensa).
- Kirk, R.G. 1972. A review of the recent development in tilapia culture with special reference to fish farming in the heated effluents of power stations. *Aquaculture* **1**:45-60.
- Langhammer, J. 1995. *Skiffia francesae* a fish on the edge of tomorrow! Can we save it? *Aquat. Survival* **4**(4):4-7.
- Magurran, A.E. 2009. Threats to freshwater fish. *Science* **325**(5945):1215-1216.
- Malmqvist, B., y S. Rundle. 2002. Threats to the running water ecosystems of the world. *Environ. Conserv.* **29**(2):134-153.
- McKaye, K.R. 1977. Competition for breeding sites between the Cichlid fishes of Lake Jiloá, Nicaragua. *Ecology* **58**:291-302.
- MEA [Millennium Ecosystem Assessment]. 2005. *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington, DC, Island Press.
- Mejía-Mojica, H. 1992. Nuevo registro de *Poeciliopsis gracilis* (Heckel, 1848) (Pisces: Poeciliidae), para la cuenca del río Balsas. *Univ. Cienc. Tecnol. Morelos. Mx.* **2**(2):131-136.
- Mejía-Mojica, H., F. Rodríguez Romero y E. Díaz-Pardo. 2012. Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. *Rev. Biol. Trop.* **60**:669-681.
- 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 y O. Strabidis. 2009. *Trinational risk assessment guidelines for aquatic alien invasive species test cases for the snakeheads (Channidae) and armored catfishes (Loricariidae) in North American inland waters*. Commission for Environmental Cooperation, Montreal.
- Mercado-Silva, N., M.R. Helmus y M.J.V. Zanden. 2009. The effects of impoundment and non-native species on a river food web in Mexico's central plateau. *River Res. Applic.* **25**:1090-1108.

- Miller, R.R. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. The University of Chicago Press.
- Miller, R.R., W.L. Minckley y S.M. Norris. 2009. *Peces dulceacuáticos de México*. Conabio-SIMAC-Ecosur-DFC, México.
- Morrone, J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Rev. Mex. Biodivers.* **76**:207-252.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley, Nueva York.
- Olmos-Tomasini, E. 1990. *Situación actual y perspectivas de las pesquerías derivadas de la acuicultura*. Sepesca, México.
- Pimentel, D., R. Zúñiga y D. Morrison. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol. Econ.* **52**:273-288.
- Pino del Carpio, A., R. Miranda y J. Puig. 2010. Non-native freshwater fish management in biosphere reserves. *Manag. Biol. Invasions* **1**:13-33.
- Rajeev, R., G. Prasad, P.H. Anvar-Ali y B. Pereira. 2008. Exotic fish species in a global biodiversity hotspot: Observations from River Chalakudy, part of Western Ghats, Kerala, India. *Biol. Conserv.* **10**:37-40.
- Ramírez-Martínez, C., R. Mendoza Alfaro y C. Aguilera González. 2010. Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato en México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- Revenge, C., J. Brunner, N. Henninger, K. Kassem y R. Payne. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems: Freshwater systems*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Ricciardi, A., y J.B. Rasmussen. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conserv. Biol.* **13**(5):1220-1222.
- Salafsky, N., D. Salzer, A.J. Stattersfield, C. Hilton-Taylor, R. Neugarten, S.H.M. Butchart, B. Collen, N. Cox, L.L. Master, S. O'Connor y D. Wilkie. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: Unified classifications of threats and actions. *Conserv. Biol.* **22**(4):897-911.
- Stabridis, A.O., A. Guevara S., R. Mendoza A., C. Ramírez M., C. Escalera G. y P. Koleff y D.L. 2009. Análisis socioeconómico de los efectos de la familia Loricariidae en México: el caso de la presa Adolfo López Mateos (El Infiernillo), en *Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras*. Comisión para la Cooperación Ambiental, National Library of Canada, Quebec.
- Strayer, D.L. 2010. Alien species in fresh waters: Ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future. *Freshw. Biol.* **55**(1):152-174.
- Trujillo-Jiménez, P. 1998. Trophic spectrum of the Cichlids *Cichlasoma (Parapetenia) istlanum* and *Cichlasoma (Archocentrus) nigrofasciatum* in the Amacuzac River, Morelos, Mexico. *J. Freshw. Ecol.* **13**:465-473.
- Trujillo-Jiménez, P., y H. Toledo-Beto. 2007. Alimentación de los peces dulceacuáticos tropicales *Heterandria bimaculata* y *Poecilia sphenops* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Rev. Biol. Trop.* **55**:603-615.
- von Bertrab, E. 2003. Guadalajara's water crisis and the fate of Lake Chapala: A reflection of poor water management in Mexico. *Environ. Urban.* **15**:127-140.
- Welcomme, R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. *FAO Fish Tech. Pap.* No. 294, Roma.
- Wisenden, B.D. 1995. Reproductive behaviour of free-ranging convict cichlids, *Cichlasoma nigrofasciatum*. *Environ. Biol. Fish.* **43**:121-134.
- Zambrano, L., E. Martínez-Meyer, N.A. Menezes y A.T. Peterson. 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **63**:1906-1910.