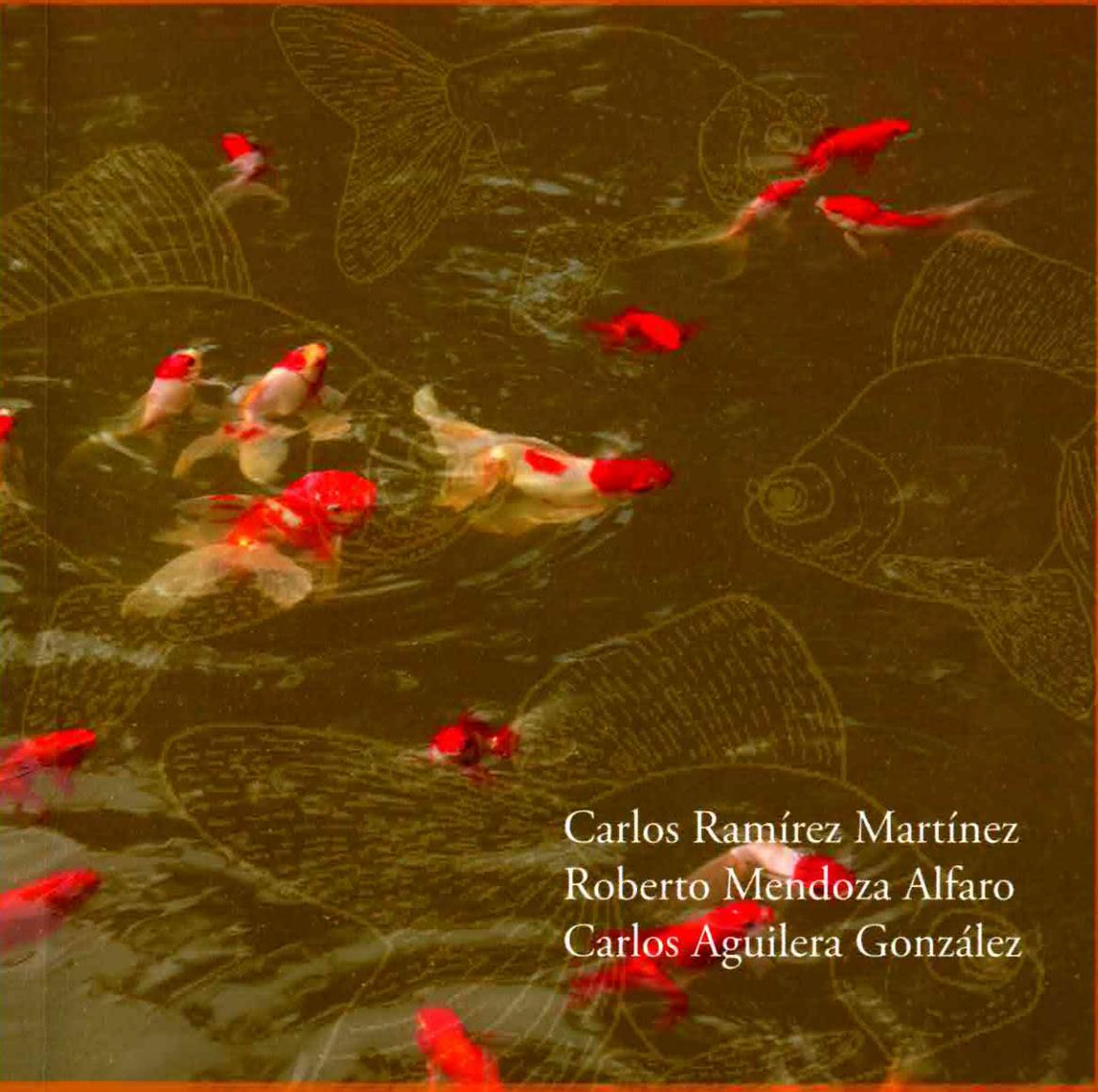


ESTADO ACTUAL
Y PERSPECTIVAS DE LA PRODUCCIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN DE PECES
DE ORNATO EN MÉXICO



Carlos Ramírez Martínez
Roberto Mendoza Alfaro
Carlos Aguilera González

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS
DE LA PRODUCCIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN DE PECES
DE ORNATO DE AGUA DULCE EN MÉXICO

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS
DE LA PRODUCCIÓN
Y COMERCIALIZACIÓN DE PECES
DE ORNATO DE AGUA DULCE
EN MÉXICO

Carlos Ramírez Martínez
Roberto Mendoza Alfaro
Carlos Aguilera González

Monterrey, México 2010

AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer de forma muy significativa al Instituto Nacional de Pesca, en especial al Dr. Marco Linné Unzueta Bustamante, director general de investigación en Acuicultura y a la Dra. Esthela Gutiérrez Garza, secretaria de Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma de Nuevo León, por el valioso apoyo brindado para la realización de esta obra.

Además de las personalidades mencionadas, varios funcionarios públicos, miembros de la industria del acuarismo, colegas y amigos, contribuyeron fundamentalmente para lograr la presente publicación. Ellos son, por orden alfabético: Manuel Abraham Magaña, Serafín Almenara Roldán, Raúl Beltrán Rodríguez, Yajaira Blanquel Rojo, Carlos Calleja López, Arturo Cárdenas Bravo, Onorato Cárdenas Sánchez, Topilitzin Contreras Macbeath, Felipe Cruz Sosa, John Dawes, Aníbal Gastón, Eduardo Gastón, José María Infante Bonfiglio, Óscar Jiménez Bahena, Rodolfo *Tono* Leal, Martha López Carmona, Salvador Lugo, Jorge Luna Figueroa, Eduardo Maya Peña y Raquel Perdomo Malpica.

A todos ellos les agradecemos su entusiasta colaboración.

PRESENTACIÓN

El acuarismo en México es una actividad productiva que ha crecido notablemente en los últimos 15 años. Ello se refleja en los aproximadamente mil 650 millones de pesos que genera la comercialización de más de 43 millones de peces de ornato de agua dulce, los cerca de 41 mil empleos que genera, las más de 250 granjas de producción, los 5 mil establecimientos comerciales registrados y los 15 mil puntos de venta informales. El 48 por ciento de los peces que se comercializan en el país son importados y el resto se produce en las granjas distribuidas en todo el territorio, pero concentradas fundamentalmente en el estado de Morelos.

Esta actividad recreativa se basa en peces ornamentales vistosos por sus colores y formas, originarios, principalmente, de la cuenca del río Amazonas, de los grandes lagos de África y del río Mekong en Indochina. La actividad se popularizó cuando la electricidad doméstica permitió tener en las casas calentadores de agua que posibilitaban mantener especies de peces tropicales, pero, sobre todo, después de la aparición del plástico, que facilitó y abarató la adquisición de equipo, y de la mejoría en las técnicas de alimentación y de embalaje que disminuyeron la mortalidad de individuos debido a la transportación.

Con estas facilidades, el número de aficionados al acuarismo se ha incrementado considerablemente en todo el mundo y los peces tropicales de África, Asia y América del Sur recorren el planeta por agua, tierra y aire.

El estudio que aquí se publica constituye una evaluación seria y bien documentada de las oportunidades y riesgos que presenta la

producción y comercialización de peces de agua dulce en México. Esta obra muestra que, aunque el acuarismo es considerado una actividad recreativa y estética aparentemente inofensiva, en realidad puede llegar a constituir una seria amenaza para los ecosistemas acuáticos naturales si no se realiza con las precauciones necesarias.

Aunque los impactos ambientales de esta actividad iniciaron desde hace muchas décadas, no es sino hasta ahora que se están evaluando y dando a conocer los riesgos ecológicos de la importación, producción y comercialización de los peces de ornato.

El riesgo ambiental del acuarismo consiste en que las especies de peces que se utilizan, debido a su mal manejo, acaban introduciéndose en ecosistemas acuáticos naturales que no les pertenecen, lo cual las convierte en especies invasoras, más agresivas que las originales, a las que terminan desplazando. Asimismo, las nuevas especies introducidas pueden transmitir parásitos y enfermedades en su nuevo ecosistema.

10 Se estima que la extinción de especies en ecosistemas acuáticos es cinco veces mayor que en los terrestres y, después de la destrucción de los hábitats naturales, la introducción de especies exóticas es la segunda causa de extinción de peces.

En México se han registrado especies de peces exóticas utilizadas en el acuarismo en nueve de las diez provincias acuáticas en las que se divide el país. Un ejemplo dramático es el ocurrido en el Valle de Cuatro Ciénegas, considerado un acuario único en el mundo. De las 19 especies que contienen sus lagunas, ocho son endémicas, es decir, sólo existen en esta pequeña área del mundo y se encuentran amenazadas o en peligro de extinción por la rápida proliferación del cíclido joya africano que compite con los cíclidos nativos.

Otro ejemplo lo constituye la invasión de peces originarios de la cuenca amazónica, los cuales se adaptan muy fácilmente a las condiciones de nuestro país, como es el caso de los llamados plecos que se producen en granjas ubicadas en la cuenca alta del río Balsas y que han invadido severamente los ríos y arroyos de Morelos y Guerrero, e incluso se han extendido a la cuenca del Grijalva y Usumacinta.

En contraste, el acuarismo es una actividad productiva que ofrece importantes beneficios económicos y sociales. Desafortunadamente, las autoridades han carecido de un programa de fomento que garantice la sustentabilidad de esta actividad y desconocen la real situación de este sector.

El reto para aprovechar su potencial radica en que pueda realizarse de manera sustentable mediante el fortalecimiento del marco normativo que regule el establecimiento y operación de granjas y la comercialización; la aplicación de medidas preventivas y de bioseguridad en toda la cadena productiva; la realización de estudios de riesgo; la modernización de la planta productiva y del comercio; la sensibilización de los productores y consumidores sobre los riesgos ambientales, entre otras medidas que se recomiendan en este trabajo, el cual constituye una base científica sólida para la toma de decisiones.

Esperamos que las conclusiones de este importante trabajo sean tomadas en cuenta y aplicadas para hacer de la producción y comercialización de peces de agua dulce en México actividades verdaderamente sustentables.

Julia Carabias

Índice

Presentación / 9

I. Historia y panorama mundial del acuarismo / 15

Historia del acuarismo / 17

El comercio de peces de ornato de agua dulce a nivel mundial / 20

Valor de la industria / 21

Impactos sociales / 22

Origen biogeográfico de las especies / 23

El cultivo de peces de ornato / 23

Diversidad de las especies comerciales / 25

II. Producción de peces de ornato de agua dulce en México / 27

Características de los sistemas de producción / 29

Clasificación de los sistemas de producción / 34

Volumen de producción / 38

Beneficios económicos y sociales de la producción / 46

Consideraciones sobre los beneficios económicos y sociales / 49

Normas en la producción de peces de ornato / 50

Cumplimiento del marco normativo vigente / 50

*Posibles adecuaciones a la normatividad para incentivar
y mejorar al sector / 53*

Factores de riesgo en el cultivo de peces de ornato en México / 53

El caso del estado de Morelos / 59

Propuestas para reducir los factores de riesgo / 62

III. Comercialización de peces de ornato de agua dulce en México / 65

Factores asociados al comportamiento del comercio / 66

Principales zonas de comercialización / 70

Beneficios económicos y sociales de la comercialización de peces de ornato / 71

Normatividad que regula la introducción y movilización de organismos acuáticos vivos en México / 75

Cumplimiento del marco normativo vigente / 75

Propuestas para mejorar el marco regulatorio / 82

IV. Conclusiones y recomendaciones finales / 87

Conclusiones / 87

Recomendaciones generales / 89

Recomendaciones particulares para modernizar la planta de producción de peces de ornato en México / 91

Recomendaciones particulares para modernizar la planta de comercialización de peces de ornato en México / 94

Referencias / 97

Índice de figuras / 113

Índice de tablas / 114

Siglas y acrónimos / 115

I. HISTORIA Y PANORAMA MUNDIAL DEL ACUARISMO

El importante crecimiento que ha tenido la demanda de peces de agua dulce destinados al ornato en México, especialmente durante los últimos quince años, ha despertado el interés de un gran número de personas por incorporarse a su producción y comercialización, lo que ha impulsado el desarrollo de la industria del acuarismo en nuestro país (Mendoza-Alfaro *et al.*, 2009). Sin embargo, este desarrollo imprevisto no ha sido acompañado por la realización de estudios, tanto de instituciones del sector gubernamental como académico, que permitan conocer y evaluar el estado actual y las perspectivas económicas y sociales que ofrecen estas prácticas productivas.

Aún más importante, hasta el momento se han soslayado los riesgos ecológicos relacionados con la manera en la que actualmente se realiza la producción y comercialización de los peces ornamentales dulceacuícolas en México. Esto a pesar de que el acuarismo ha sido reconocido desde hace tiempo como una importante vía de introducción de especies exóticas en ambientes acuáticos naturales (Taylor *et al.*, 1984; Welcomme, 1992; McDowall, 2004). Por desgracia, esta situación se ha venido agravando con el tiempo, debido a la rápida expansión que experimenta esta actividad productiva a nivel mundial (Revenga *et al.*, 2006) y a la falta de control sobre la industria.

De acuerdo a Courtenay y Williams (1992), y Courtenay (1995), de continuar así, el acuarismo puede convertirse en la principal fuente de introducción de especies acuáticas invasoras en Norteamérica. Esto sin duda representa un grave riesgo, ya que entre las principales

causas de desaparición de especies nativas de peces de aguas continentales se encuentran la degradación de los hábitats acuáticos (Contreras-Balderas, 1976; Thomas, 1994; Ricciardi y Rasmussen, 1999; De la Vega-Salazar, 2003; Carabias *et al.*, 2005; Lozano-Vilano *et al.*, 2007; Contreras-Balderas *et al.*, 2008) y la introducción de especies exóticas invasoras (Crossman, 1991; Courtenay y Williams, 1992; Thomas, 1994; Courtenay, 1995; De la Vega-Salazar, 2003; Bomford y Glover, 2004; MEA, 2005; Revenga *et al.*, 2006).

En ese contexto, los ambientes acuáticos en particular son extremadamente sensibles; se ha señalado que aproximadamente 40% de las extinciones de especies en los ecosistemas acuáticos estuvieron relacionadas con la depredación, el parasitismo o la competencia provocada por especies invasoras (Pimentel *et al.*, 2001). Por otra parte, se considera que las extinciones en los ambientes dulceacuícolas son cinco veces mayores que en los ambientes terrestres (Ricciardi y Rasmunssen, 1999). La gravedad de la introducción de especies exóticas potencialmente invasoras a los ambientes naturales llega al extremo cuando estas especies contribuyen, a su vez, con la degradación del ambiente, por ejemplo, alterando los ciclos biogeoquímicos (Aguirre y Mendoza-Alfaro, 2009)

En México, la degradación de los ecosistemas dulceacuícolas ha sido provocada principalmente por actividades antropogénicas no sustentables, dentro de las cuales se encuentran la pérdida del hábitat por la construcción de obras hidráulicas, el crecimiento y expansión de la mancha urbana, la desecación de los cuerpos de agua y la alteración de la calidad del agua por actividades agrícolas, forestales y domésticas (De la Vega-Salazar, 2003; Carabias *et al.*, 2005). Mientras que la acuacultura y el acuarismo han sido señaladas como dos de las principales vías de introducción de especies acuáticas invasoras en ambientes naturales de nuestro país (Huerta y Castañera, 1982; Contreras-MacBeath, 1996; Guzmán y Barragán, 1997; Contreras-

MacBeath *et al.*, 1998; Luna-Figueroa y Figueroa, 1999; De la Vega-Salazar, 2003; Luna-Figueroa, 2006; Contreras-Balderas *et al.*, 2008).

Hasta el momento no existe un diagnóstico de la industria del acuarismo en el país. De hecho se desconocen aspectos básicos como el número de unidades de producción y comercialización de peces de ornato que existen. De igual forma, se carece de información sobre las prácticas de producción y las medidas de bioseguridad se que utilizan. Asimismo, existe incertidumbre en cuanto a las especies que se importan y su origen real. Por otra parte, se ha constatado que en la medida en que crece el número de peces de ornato que se produce, importa y moviliza en el país cada año, crece también la posibilidad de que se expresen algunos de los más importantes riesgos ecológicos que estas prácticas implican, dentro de los que destacan: la introducción y propagación de enfermedades y la liberación intencional o involuntaria de especies exóticas potencialmente invasoras. Por todo lo anterior es de suma importancia dimensionar el tamaño que actualmente tiene la industria de la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México, para que sobre esta base sea posible describir los efectos ambientales, económicos y sociales que generan estas prácticas productivas. Del mismo modo, es necesario plantear, de manera propositiva, recomendaciones para que la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce se conviertan en actividades sustentables.

HISTORIA DEL ACUARISMO

Los antecedentes del cultivo de peces de ornato datan del año 3,500 A.C., en China, cuando variedades de la carpa dorada (*Carassius auratus*) se utilizaron por primera vez como peces ornamentales (CICESE, 2005). Dicha especie se seleccionó debido a su resistencia natural y los bajos requerimientos para su mantenimiento en cautiverio (EPSUA, 2002).

No obstante, la crianza de peces de ornato de agua dulce se popularizó hasta la Dinastía Song (960 a 1279 D.C.) (Ma *et al.*, 2003), y no fue sino hasta el siglo XIV cuando se inició la producción industrial de peceras de porcelana (Chapman, 2000).

En el siglo XVII los navegantes portugueses trasladaron los primeros peces ornamentales a Europa (EPSUA, 2002), y en el XVIII se establecieron en Japón los primeros criaderos de este tipo de peces (Rossi, 2006). La apertura de acuarios nacionales en Europa durante el siglo XIX (Londres 1853, París 1861 y Berlín 1869) dio inicio a la introducción y valorización de las especies tropicales como peces ornamentales (Fossa, 2004). Posteriormente los peces ornamentales fueron llevados de Europa a Estados Unidos (Torres-Orozco y Kobel Kowsky, 1991), y a finales del siglo XIX se establecieron las primeras granjas en este país (Chapman, 2000), mientras que el cultivo de peces tropicales en Europa se inició hasta principios del siglo XX; en ese momento, la disponibilidad de electricidad en los hogares permitió implementar los primeros calentadores, con lo cual se logró el mantenimiento de este tipo de peces (Paletta, 1998), pero fue hasta finales de la década de 1920 cuando los peces ornamentales se hicieron populares en todo el mundo, especialmente en Norteamérica (Andrews, 1990).

A partir de la década de los treinta, la exportación de peces ornamentales creció gracias a la mejora en la calidad y el cuidado del producto, así como al desarrollo de mejores técnicas de embalaje, factores que contribuyeron a la disminución de las altas tasas de mortalidad que solían presentarse durante los traslados (Brian *et al.*, 1999). Sin embargo, no fue sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial que el movimiento de los peces destinados al ornato se dio en forma rápida y segura, como consecuencia de diversos avances tecnológicos generados durante la posguerra, como el uso de bolsas de plástico con oxígeno, el mejoramiento de la resistencia y el aisla-

miento térmico de los empaques utilizados, pero, particularmente, por el uso del transporte aéreo (Prang, 2001).

De igual forma, en esta época Baensch revolucionó el acuarismo al inventar el alimento en hojuelas, lo que le permitió a esta actividad tener un mayor impulso al reducir la dependencia del alimento vivo (DuHammel, 2003). Por otra parte, el uso del plástico en la década de los cincuenta, para la fabricación de peceras y diversos aditamentos como filtros, bombas y mangueras, entre otros, facilitó el mantenimiento de los peces en cautiverio, provocando un importante aumento en el número de aficionados a la acuariofilia en todo el mundo (EPSUA, 2002).

En este mismo sentido, la expansión de las rutas aéreas en países asiáticos y sudamericanos, a principios de los sesenta, hizo posible la incorporación de nuevas especies al mercado mundial de los peces de ornato, como el tetra cardenal (*Peracheiroduon axelrodi*), especie capturada en la cuenca del Amazonas, la cual tuvo un gran éxito comercial (Prang, 2001).

El rápido crecimiento del acuarismo a nivel mundial permitió que países subdesarrollados, especialmente los asiáticos, promovieran con gran éxito el mantenimiento de especies exóticas capturadas en distintos ambientes acuáticos continentales del mundo, como el río Amazonas en Sudamérica, los grandes lagos de África y el río Mekong en la península Indochina (Andrews, 1990). Esta práctica originó que poco a poco, durante la década de los setenta, se presentara en el mercado mundial una sustitución paulatina de especies capturadas en el medio silvestre por aquellas cuyo cultivo en sistemas controlados se iba implementando. De esta manera el crecimiento sostenido del acuarismo, y el desarrollo de las prácticas de cultivo para diferentes especies, permitió que para los años ochenta, 90% de los peces de ornato de agua dulce que se comercializaban a nivel mundial provinieran de cultivos (Prang, 2001).

Fue a mediados del siglo XIX cuando los primeros peces de ornato, procedentes de Estados Unidos, se introdujeron en México, en un intento por establecer el cultivo de nuevas especies consideradas como superiores a las especies nativas (Torres-Orozco, 1991; Dextrase y Coscarelli, 1999). En ese mismo periodo se inició la colecta de especies nativas (como *Xiphophorus helleri*), con lo cual se considera que comenzó la práctica comercial del acuarismo en México (Ortiz, 1997). De esta manera, en sus inicios, el acuarismo en nuestro país dependía primordialmente de diversas especies de peces capturadas en el medio silvestre, complementadas con otras importadas de Centro y Sudamérica (Ortiz, 1997; Pérez, 2007).

El surgimiento del acuarismo como industria en México se dio hasta la década de los cincuenta del siglo pasado, cuando se montaron los primeros acuarios públicos (Pérez, 2007); fue en esta misma época cuando se conformó la primera asociación de comerciantes de acuarios de la república mexicana (Ortiz, 1997). La presente obra centra su atención en la evolución que el acuarismo en México ha tenido a partir de esta época, particularmente en los aspectos de producción y comercialización.

EL COMERCIO DE PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE A NIVEL MUNDIAL

Uno de los graves problemas que enfrenta el acuarismo a nivel mundial es la falta de información estadística precisa (Olivier, 2001; Huidobro y Luchini, 2008; Ploeg, 2008b), por lo que existe poca información confiable sobre la cantidad de peces que se producen y comercializan a nivel mundial cada año (John Dawes, 2008).¹ Es común que en muchos países sólo se cuente con el valor de los envíos

¹ Asesor internacional de la industria del acuarismo, comunicación personal.

(Ploeg, 2008b), o bien con la información sobre el peso de los embarques, ya que los productores se niegan a proporcionar el número de individuos que producen (FAO, 2002), por lo que la industria deberá, a través de sus asociaciones, solicitar a las instituciones gubernamentales mejorar la calidad de los reportes del comercio internacional de peces de ornato (Olivier, 2001).

Valor de la industria

A principios de los ochenta se calculaba que el valor anual de la industria del acuarismo a nivel mundial era de USD\$ 1,800 millones, en el mercado de menudeo, y de aproximadamente USD\$ 600 millones en el mercado de mayoreo (Shotts y Gratzek, 1984). Estimaciones conservadoras sugieren que a principios de los noventa se vendían en el mundo alrededor de 150 millones de peces ornamentales cada año (Andrews, 1990), y a mediados de esa misma década existían más de 100 millones de acuaristas en el mundo (Bassleer, 1994; Willis, 1995), lo que permitió que la industria alcanzara un valor de, aproximadamente, USD \$3,000 millones al año a nivel mundial durante esta época (Bassleer, 1994; FAO, 2001). A finales de los noventa, el valor del acuarismo a nivel mundial se calculaba en cerca de USD \$15,000 millones al año (Bartley, 2000), y para 2008 se calculaba en cerca de USD \$20,000 millones al año, incluyendo accesorios (Ploeg, 2008a) (figura 1). Dentro de esta cantidad están considerados USD \$6,000 millones que corresponden a los aproximadamente 1,500 millones de peces ornamentales que se comercializan cada año en el mundo (Holthus y Gamain, 2007; Whittington y Chong, 2007; Ploeg, 2008c), de los cuales Asia aporta cerca de 70% (UNEP, 2008).

Impactos sociales

Es innegable que la producción de peces de ornato de agua dulce ha tenido un impacto positivo en la economía global, en particular en países en desarrollo donde esta actividad es un importante generador de empleos e ingresos (Oliver, 2001; FAO, 2002; Mancera-Rodríguez y Álvarez-León, 2008). Esto es particularmente notable en comunidades rurales, costeras e isleñas económicamente deprimidas, donde esta industria llega a representar hasta 60% de la economía local, como es el caso de poblaciones localizadas en la cuenca alta del río Amazonas (Wijkström y Grainger, 2002). Asimismo, esta industria ha contribuido a prevenir la migración, especialmente de jóvenes, a los centros urbanos en busca de empleo (Chao y Prang, 1997; Dowd y Thusty, 2000; FAO, 2002; Huanqui Canto, 2002).

22

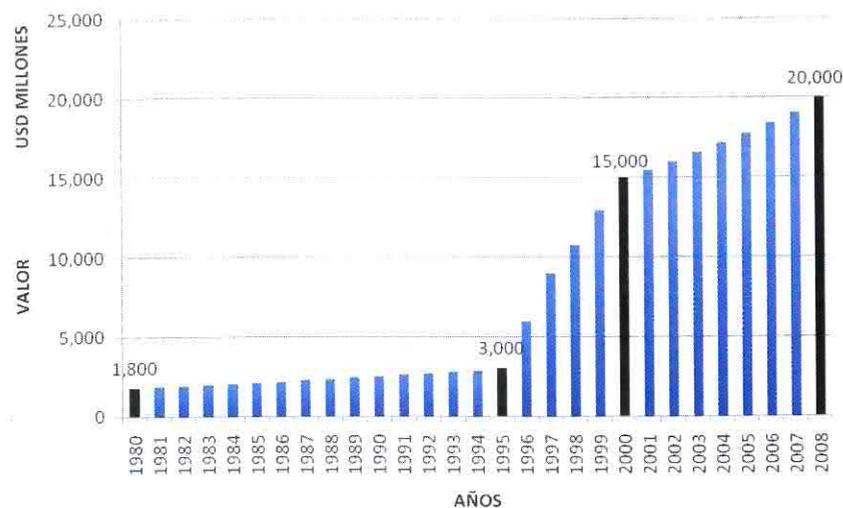


Fig. 1. Crecimiento del acuarismo a nivel mundial durante los últimos 28 años (fuentes: Shotts y Gratzek, 1984; Bassleer, 1994; FAO, 2001; Bartley, 2000; Ploeg, 2008a).

Origen biogeográfico de las especies

De acuerdo con el origen biogeográfico de los peces, en la industria del acuarismo se reconocen cuatro grandes grupos (FAO, 2002):

- Especies tropicales de agua dulce.
- Especies tropicales de aguas marinas y salobres.
- Especies templadas de agua dulce.
- Especies templadas de aguas marinas y salobres.

De estas categorías, la más importante, tanto en volumen como en valor, es la de las especies tropicales de agua dulce, la cual representa 90% del mercado mundial con un volumen de ventas anuales de 1,350 millones de peces, lo que corresponde a un valor aproximado de USD\$ 5,400 millones (Ingram, 1987; Huanqui Canto, 2002; Holthus y Gamain, 2007; Ploeg, 2008c), y sólo 10% (150 millones de peces) son especies marinas y salobres con un valor aproximado de USD \$ 600 millones anuales (FAO, 2002; Thusty, 2002; Holthus y Gamain, 2007; Ploeg, 2008c).

23

El cultivo de peces de ornato

Por otra parte, a nivel mundial la tendencia creciente es la utilización preferente de peces cultivados sobre aquéllos capturados en el medio natural (Winfrey, 1989). Esto explica que cerca de 90% sea producido en cautiverio, tanto en países no industrializados de zonas tropicales como en países industrializados de zonas templadas, mientras que sólo 10% es capturado en el medio silvestre (Dawes, 1998; Chao y Prang, 2002; Wabnitz *et al.*, 2003).

La principal diferencia entre los peces capturados en ambientes silvestres y los producidos en granjas acuícolas es la menor calidad

sanitaria de los primeros, no obstante, poseen una mayor originalidad en formas y coloridos. Por otra parte, los organismos cultivados se encuentran disponibles todo el año, a diferencia de los capturados, cuya disponibilidad en el mercado es sólo temporal (Prang, 2001). Sin embargo, todavía resulta más fácil coleccionar que producir peces de ornato de agua marina (Wabnitz *et al.*, 2003), por lo que la mayoría de este tipo de peces son capturados del medio silvestre y sólo 2% se cultiva (Huidobro y Luchini, 2008), debido a la falta de tecnologías desarrolladas para su producción, además de que su cultivo necesita de infraestructura más compleja que requiere altos costos para su construcción y equipamiento, así como personal altamente calificado (Wabnitz *et al.*, 2003; Luchini, 2005).

Cada año, más de 4,000 especies de peces de agua dulce son vendidas como ornamentales en el mundo (Huidobro y Luchini, 2008), de las cuales se cultivan entre 700 y 800 (Hernández, 2002; Tlusty, 2002). Estos datos contrastan con el número de especies que se utilizan en la acuicultura dirigida a la producción de alimentos que sólo es de aproximadamente 180 (Williams, 1997). Otro aspecto distintivo entre el acuarismo y la acuicultura es la rentabilidad de los cultivos, misma que resulta mayor en el caso de los peces ornamentales, en comparación con aquéllos que se destinan al consumo humano, sobre todo al considerar el precio unitario de los organismos destinados al ornato comparado con el precio por peso de los organismos producidos para alimento por acuicultura (Bassler, 1994; Willis, 1995; Holthus y Gamain, 2007). No obstante, ambas actividades comparten algunos aspectos, como el hecho de que mientras más alto sea el precio de las especies, menor será su demanda en el mercado (Willis, 1995; Livengood y Chapman, 2007).

24

Diversidad de las especies comerciales

La mayor parte de las especies y variedades de peces de ornato de agua dulce que se comercializan en el mundo pertenecen a quince familias (tabla I), siendo la más importante la familia *Cyprinidae*, la cual se distribuye en Asia, Europa, Norteamérica y África (excepto

Tabla I. Familias con mayor importancia en el comercio mundial de peces de ornato.

No.	Familia	Nombre común
1	<i>Cyprinidae</i>	Carpas, barbos y danios
2	<i>Characidae</i>	Tetras
3	<i>Callichthyidae</i>	Corydoras
4	<i>Mochokidae</i>	Peces gatos
5	<i>Pangasidae</i>	Pangasios
6	<i>Loricariidae</i>	Plecos
7	<i>Melanotaenidae</i>	Pez arco iris
8	<i>Pseudomugilidae</i>	Peces de ojos azules
9	<i>Telmatherinidae</i>	Pez rayo
10	<i>Poeciliidae</i>	Guppys, mollys, platys y espadas
11	<i>Cyprinodontidae</i>	Killies tropicales
12	<i>Cichlidae</i>	Cíclidos
13	<i>Belontiidae</i>	Colisas
14	<i>Anabantidae</i>	Bettas y guramis
15	<i>Helostomatidae</i>	Besadores

Fuente: Chapman, 2000

25

en Madagascar), e incluye al grupo de las carpas, barbos, rasboras y danios (UNEP, 2008). Por otra parte, de las más de 4,000 especies de peces de ornato de agua dulce que se comercializan (Huidobro y Luchini, 2008), 20 dominan las ventas a nivel mundial (tabla II).

Tabla II. Especies más vendidas en el comercio mundial de peces de ornato.

No.	Especie	Nombre común
1	<i>Paracheiradon innesi</i>	Neón
2	<i>Brachydanio rerio</i>	Danio cebra
3	<i>Liposarcus anisitsi</i>	Plecostomus
4	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy
5	<i>Betta splendens</i>	Betta
6	<i>Carassius auratus</i>	Carpa dorada
7	<i>Chanda ranga</i>	Tetra fantasía
8	<i>Xiphophorus maculatus</i>	Platy
9	<i>Poecilia latipinna</i>	Molly
10	<i>Barbus tetrazona</i>	Barbo tigre
11	<i>Xiphophorus helleri</i>	Espada
12	<i>Hyphessobrycon herbertaxelrodi</i>	Neón negro
13	<i>Gyrinocheilus aymonieri</i>	Come algas
14	<i>Barbus tilteya</i>	Barbo cherry
15	<i>Gymnocorymbus tetemzi</i>	Monja
16	<i>Balantiocheilus melanopterus</i>	Tiburón bala
17	<i>Hyphessobrycon callistus callistus</i>	Tetra joya
18	<i>Otocinclus affinis</i>	Otocinco
19	<i>Corydoras aeneus</i>	Corydora
20	<i>Aphyocharax anisitsi</i>	Aleta de sangre

Fuente: Meyers, 2004.

II. PRODUCCIÓN DE PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE EN MÉXICO

Las primeras granjas comerciales de peces de ornato de agua dulce se establecieron en el país durante los años setenta (González Pedrero, 1978; Martínez *et al.*, 2004), en un afán por diversificar la producción tradicional de la piscicultura (como carpa, tilapia y trucha).

En 1973 sólo se registraban cinco productores de peces de ornato a nivel nacional, los cuales cultivaban 20 especies en acuarios y estanques (tabla III). La producción era distribuida a cerca de 100 vendedores de la Ciudad de México (INP, 1978). En 1974, la Dirección de Acuicultura de la SRH promovió el cultivo de peces ornamentales como la carpa dorada (*Carassius auratus*) y la carpa koi (*Cyprinus carpio*) en los centros de producción piscícola “El Peaje”, en San Luis Potosí, y “Tezontepec de Aldama”, en Hidalgo. Para 1976, el centro acuícola de Zacatepec se sumó a la producción de estas especies (González Pedrero, 1978), con lo que dio inicio la producción de peces ornamentales en el estado de Morelos.

Las primeras granjas comerciales de peces de ornato de agua dulce en el estado de Morelos se establecieron en 1978, en los municipios de Jiutepec, Yautepec y Cuautla, y a principios de los ochenta se extendieron a Jojutla, Zacatepec y Tlaltizapan (SEPESCA, 1988; Martínez *et al.*, 2004).

A finales de los ochenta, la producción de peces de ornato fue incorporada a la política de fomento acuícola del estado de Morelos, a través de programas de reconversión productiva de granjas productoras de tilapia (*Oreochromis spp.*) y langostino (*Macrobrachium ro-*

Tabla III. Lista de peces ornamentales cultivados en México a principios de los setenta.

Nombre científico	Nombre vulgar	Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Hyphessobrycon</i> spp.	Tetra	<i>T. microlepis</i>	Gurami luz de luna
<i>Lebistes reticulatus</i>	Guppy	<i>Pterophyllum scalare</i>	Pez ángel
<i>Puntius</i> spp.	Barbo	<i>Xiphophorus helleri</i>	Pez espada
<i>Mollienesia velifera</i>	Molly de velo	<i>X. maculatus</i>	Platy
<i>M. sphenops</i>	Molly común	<i>X. variatus</i>	Platy <i>variatus</i>
<i>M. latipinna</i>	Molly de velo gigante	<i>Cichlasoma severum</i>	Falso disco
<i>Carassius auratus</i>	Carpa dorada	<i>Astronotus ocellatus</i>	Óscar
<i>Cyprinus carpio</i>	Carpa koi	<i>Rasbora</i> spp.	Rasbora
<i>Trichogaster leeri</i>	Gurami perla	<i>Brachydanio albolineatus</i>	Pez rosa
<i>T. trichopterus</i>	Gurami azul	<i>B. rerio</i>	Pez cebra

Fuente: INP, 1978.

senbergii), operadas por el sector rural. Esto se debió a los graves problemas de rentabilidad que tenían las granjas, provocados por su baja productividad conjugada con la desaparición de los subsidios a la producción, debido al cambio de políticas crediticias por parte del gobierno (Martínez *et al.*, 2004).

Los primeros productores de peces de ornato de Morelos utilizaron las mismas técnicas de cultivo que usaban para producir tilapia, por lo que los resultados productivos y económicos que obtuvieron fueron poco alentadores. A esto se puede agregar el desconocimiento que se tenía de la biología de las nuevas especies cultivadas, la escasa asistencia técnica y financiera que se les brindaba a los productores,

así como la inadecuada infraestructura con la que contaban (SEPESCA, 1988).

Tuvieron que pasar más de diez años, a partir del establecimiento de las primeras granjas, para que los productores lograran dominar el modelo de producción de las nuevas especies cultivadas y contar con infraestructura adecuada para su cultivo, lo que permitió que la piscicultura de ornato se convirtiera en una nueva opción productiva para los miembros del sector agrícola del estado de Morelos (Eduardo Maya Peña, 2006. UAM).¹

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

A partir de la información sobre el funcionamiento de las unidades de producción y de observaciones realizadas durante el periodo 2005-2008, a 42 unidades de producción localizadas en el Distrito Federal y los estados de México, Hidalgo, Morelos, Nayarit, Veracruz y Yucatán, se ofrece la siguiente descripción de los sistemas de producción:

Los principales criterios utilizados para el establecimiento de las granjas generalmente han sido:

- a) Costo de la tierra
- b) Disponibilidad del agua (cantidad, aunque no necesariamente calidad)
- c) Características del suelo (pendiente y permeabilidad)
- d) Accesibilidad (camino en buen estado)

Abasto de agua. Las granjas visitadas cuentan con diferentes fuentes de suministro de agua para los cultivos, siendo el abasto a partir de canales de riego agrícola el más utilizado y en algunas ocasiones tienen más de una fuente (figura 2).

¹ Comunicación personal.

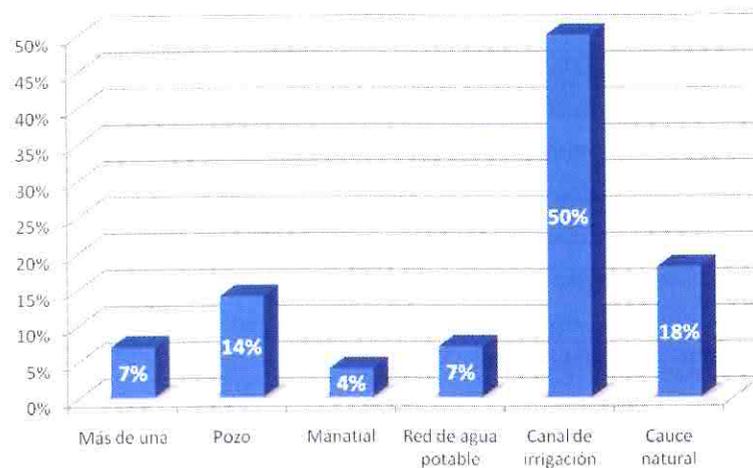


Fig. 2. Fuentes de abasto de agua de las granjas de peces ornamentales.

30

En la mayor parte de las granjas (85%) se realiza un recambio diario de 5 a 10% del agua que contienen los estanques, con el fin de eliminar desechos y aumentar la cantidad de oxígeno disuelto en los cultivos.

Origen de los reproductores. La adquisición de reproductores en 42 de las granjas visitadas provino de diferentes fuentes, dentro de las que destacan la compra directa a comercializadores, productores, centros de investigación y a más de una de las anteriores (figura 3). En todos los casos los reproductores carecían de certificados de origen y sanidad.

Alimentación. En 90% de las granjas se fertiliza la estanquería antes de iniciar el ciclo de cultivo, utilizando una mezcla de material orgánico (estiércol) e inorgánico (superfosfato), para elevar la productividad primaria y con esto disminuir el suministro de alimentos complementarios. Los alimentos artificiales que se utilizan regularmente consisten en diversas variedades de gránulos (*pellets*) cuyo tamaño oscila entre 1 y 3 mm, y generalmente su composición fluctúa entre 25 y 45% de proteína.

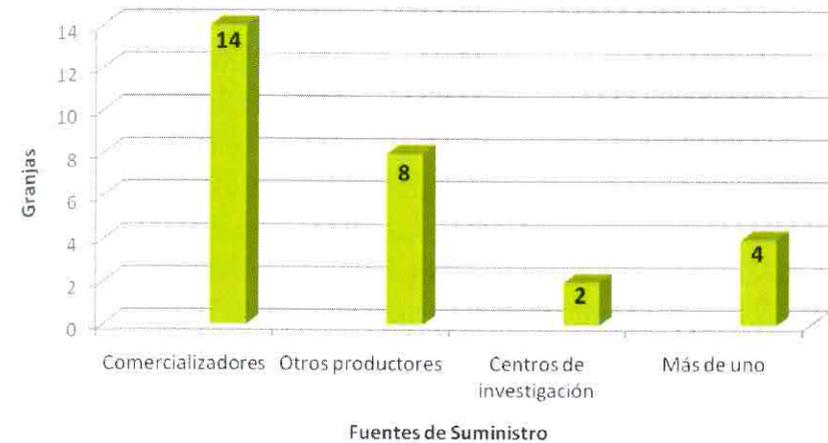


Fig. 3. Origen de los reproductores.

Igualmente, y en función de la especie, se utilizan hojuelas que aportan una menor cantidad de proteína (15 a 20%), además de lípidos, fibra y carbohidratos. En las granjas en las que se cultiva pez ángel (*Pterophyllum scalare*) se suministra nauplios de artemia (*Artemia* sp.) como alimento vivo durante las primeras fases de vida (segunda a quinta semana), y en algunos casos se utilizan alimentos que contienen pigmentos, como carotenoides, para mejorar la coloración de algunos peces (como cíclidos y carpas), durante la fase final del cultivo.

Sólo en un tercio de las granjas los productores manifestaron que ellos mismos llevan a cabo la preparación de los alimentos que son utilizados, los cuales son elaborados con un contenido de proteína de 45 a 60%, utilizando harinas de origen animal (pescado o vísceras), mezcladas con harina de trigo o maíz y pastas de vegetales como soya, alfalfa y espirulina. Los alimentos complementarios se suministran de 3 a 5 ocasiones por día.

Mortalidad. Las principales causas de mortalidad de individuos cultivados son atribuidas a la depredación, principalmente por aves, y a la presencia de parásitos y enfermedades. De acuerdo con resulta-

31

dos de análisis realizados por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM y el Centro Nacional de Sanidad Acuícola de la UANL, ambos miembros de la Red de Diagnóstico y Prevención de Enfermedades de Organismos Acuáticos a Nivel Nacional, los parásitos externos que causan afectaciones a los cultivos son protozoarios ciliados (como *Ichthyophthirius multifiliis* y *Trichodina* sp.), tremátodos (como *Dactylogyrus* sp., *Gyrodactylus* sp. y *Centrocestus formosanus*) y crustáceos (como *Lernaea cyprinacea*). En cuanto a las enfermedades más comunes en la granjas visitadas, destacan las causadas por bacterias (como *Aeromonas* sp. y *Flavobacterium columnaris*), y las causadas por hongos (como *Saprolegnia* sp.).

Medicamentos. Los operadores de las granjas manifestaron que utilizan principalmente sal, formaldehído disuelto a 40%, sulfato de cobre y permanganato de potasio para controlar la presencia de ectoparásitos en los cultivos. En el caso de endoparásitos (nematodos y flagelados), utilizan mebendazol y metronidazol, mientras que para tratar enfermedades bacterianas emplean rutinariamente tetraciclina, eritromicina, nitrofurazon, ácido nalidixico, permanganato de potasio y sulfato de cobre.

El uso de sal y permanganato de potasio es igualmente frecuente en el tratamiento de enfermedades causadas por hongos. Una práctica común de desinfección de la estanquería consiste en agregar cal cuando los estanques están secos, después de haber retirado los lodos de los fondos, práctica que entra dentro de las tareas de limpieza posteriores a la cosecha.

Periodo de cultivo. El periodo promedio varía de 4 a 6 meses, en función de las especies cultivadas, la talla, el sexo de los individuos, la localización geográfica de las granjas y la época del año en la que se lleve a cabo. Sin embargo, la mayor parte de los productores considera que las mejores condiciones para el cultivo se presentan de marzo

32

a noviembre, primordialmente porque la temperatura promedio en la columna de agua fluctúa entre 24 y 28°C durante este periodo.

Sobrevivencia. La sobrevivencia promedio en los cultivos es de 50 a 70%, aunque podría mejorar si se contara con protecciones contra depredadores, mayor calidad de agua y un estricto control de parásitos y enfermedades.

Especies cultivadas. Los peces más cultivados en las granjas se agrupan primordialmente en cinco familias: *Cyprinidae* (carpas doradas, carpas koi, sumatranos barbos y cebras), *Poeciliidae* (mollys, guppys, platys y espadas), *Cichlidae* (ángeles, cíclidos africanos, joya y convicto), *Characidae* (tetras) y *Anabatidae* (bettas y guramis).

Personal. Alrededor de 82% del personal que labora en las granjas no cuenta con estudios sobre diseño y operación de granjas acuícolas, ni con conocimientos suficientes para tratar adecuadamente las enfermedades y parásitos que afectan los cultivos (figura 4).

Medidas de bioseguridad. Prácticamente ninguna de las granjas cuenta con medidas de bioseguridad (sistemas de recirculación, fil-

33

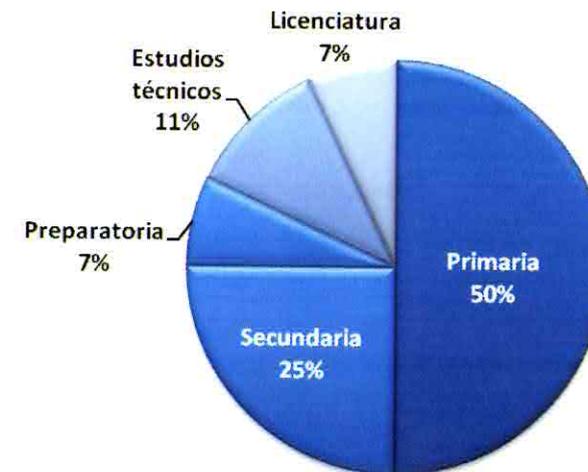


Fig. 4. Nivel escolar de los operadores de las granjas.

tros, luz UV, etc.) para prevenir las fugas de organismos o patógenos a ambientes naturales o el ingreso y propagación de peces, enfermedades y parásitos en las áreas de cultivo.

Asistencia técnica y financiera. Actualmente las granjas no reciben asistencia técnica por parte de instituciones gubernamentales o académicas, y generalmente su personal sólo participa en pláticas informativas sobre temas relacionados con la sanidad acuícola. Por otra parte, 75% de los propietarios de las granjas manifestó haber recibido apoyo económico esporádico por parte de instituciones gubernamentales para mejorar las condiciones de las granjas a través de la introducción de energía eléctrica, reparación de caminos de acceso, mantenimiento o ampliación de la infraestructura productiva, compra de alimento, equipo y contratación de servicios de diagnóstico sanitario.

34

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Tomando en cuenta la infraestructura y equipamiento que presenta la mayoría de las granjas en México, se puede considerar que existen tres tipos de sistemas de producción de peces de ornato de agua dulce en nuestro país: extensivo, semiintensivo e intensivo, cuyas características se describen a continuación:

Extensivos. Las unidades de producción se encuentran construidas a cielo abierto y la estanquería utilizada consiste en fosas excavadas, compactadas y niveladas por métodos artesanales, éstas no cuentan con ningún tipo de revestimiento. El número de estanques que son utilizados varía de 5 a 10 y las dimensiones fluctúan entre los 20 a 30 m de largo, y 7 a 15 m de ancho, con una profundidad de entre 1.5 a 1.8 m.

Este tipo de granjas carece de protecciones contra depredadores, especialmente aves, y son alimentadas por canales rústicos sin reves-

timiento que derivan el agua de canales de riego o directamente de cauces naturales. El agua no recibe ningún tipo de tratamiento (sedimentación, filtración o desinfección) antes de ingresar a los estanques.

La producción mensual fluctúa de 8,000 a 10,000 individuos. Estos sistemas operan con mano de obra familiar, la cual no recibe salario, aunque participa de los beneficios económicos que generan las granjas. La comercialización de la producción se realiza a través de intermediarios, mientras que la adquisición de alimentos, medicamentos y otros insumos utilizados en la producción es individual y en ocasiones colectiva (granjas agrupadas en asociaciones) (figura 5).

Semi intensivo. Al igual que los sistemas extensivos, las unidades de producción se encuentran construidas a cielo abierto y las características de la estanquería son similares, con la diferencia de que en estos sistemas los estanques cuentan con revestimiento, normalmente de películas plásticas o lonas. El número de estanques utilizados varía de 10 a 25, y sus dimensiones fluctúan entre los 10 a 20 m de largo, 5 a 7 m de ancho y 1.2 a 1.5 m de profundidad (figura 6).

35



Foto: Carlos Ramírez

Fig. 5. Sistema extensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos.

Este tipo de sistemas cuenta con protecciones contra depredadores. Las granjas en este caso son alimentadas por canales rústicos sin revestimiento que derivan el agua de canales de riego o directamente de cauces naturales. En la mayoría de los casos (85%), el agua que abastece los cultivos no recibe ningún tipo de tratamiento (sedimentación, filtración o desinfección) antes de ingresar a los estanques y, a pesar de contar con energía eléctrica, no se utilizan aireadores. En estos sistemas, además de la mano de obra familiar, se cuenta con personal asalariado (entre 1 y 3 trabajadores). La comercialización de la producción se realiza de forma directa y la adquisición de alimentos, medicamentos, fertilizantes y otros insumos utilizados en la producción es individual. La producción mensual varía entre 15,000 y 20,000 individuos.

Intensivos. Los estanques que se utilizan en este tipo de unidades de producción son de concreto y las unidades operan con un número de estanques entre 50 y 200, sus dimensiones fluctúan entre los 3 y 10 m de largo, 1.5 a 5 m de ancho y profundidad de 1.2 a 1.5 m (figura 7). Estos sistemas cuentan con instalaciones adicionales como unidades de cuarentena, laboratorio de diagnóstico, área de aclima-



Fig. 6. Sistema semiintensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos.



Fig. 7. Sistema intensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos.

tación y de empacado, además de contar con protecciones contra depredadores.

Estos sistemas se caracterizan por utilizar aguas subterráneas que se extraen a través de pozos para abastecer los cultivos. De manera general, el agua contiene altos niveles de oxígeno y baja cantidad de sólidos en suspensión, y en algunas ocasiones se utilizan filtros de cartucho para tratar el agua antes de su ingreso a los cultivos. La conducción del líquido se realiza utilizando tubería y válvulas de PVC y se cuenta con colectores de concreto para las aguas residuales.

Este tipo de unidades de producción cuenta con energía eléctrica, lo que les permite utilizar aireadores y optimizar el tiempo en el que se trabaja de noche, especialmente para realizar labores de empacado. La producción mensual promedio es mayor a 50,000 individuos y la participación del núcleo familiar se da particularmente en los aspectos administrativos, ya que estos sistemas son operados por personal asalariado (entre 5 y 20). La comercialización de los productos se lleva a cabo de forma directa y la adquisición de alimentos, medicamentos, fertilizantes y otros insumos utilizados en la producción es individual.

De 42 granjas visitadas, 32 utilizan sistemas de producción extensivos, siete semintensivos y únicamente tres están basadas en sistemas intensivos.

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

Información oficial. Con la intención de contar con información oficial sobre la producción en las granjas establecidas en México, se solicitó a la CONAPESCA, a través del IFAI, información estadística de la producción anual de peces de ornato de agua dulce registrada en el país durante el periodo 1994-2006. De manera específica, se solicitaron detalles sobre las especies que se cultivaban, el número de granjas y los estados de la república en donde localizaban, así como los ingresos económicos y el número de familias o personas beneficiadas durante este periodo. Sin embargo, la respuesta de la CONAPESCA a la información solicitada fue la siguiente:

38

No existe un registro sistematizado de la producción de peces de ornato, sólo algunos casos aislados como sería el del estado de Morelos, donde se localiza el mayor número de granjas y población dedicada a esta actividad, reportando la existencia de 128 granjas, pertenecientes a la Asociación de Productores de Peces de Ornato del Estado de Morelos (45), a la sociedad "Perla de Morelos" (54) y 29 independientes, distribuidas en 17 de los 33 municipios del Estado. Se producen alrededor de 17 millones de organismos, de 19 especies y 61 variedades, que generan aproximadamente el 70% del valor de la producción pesquera y acuícola. Jalisco, Hidalgo, Veracruz, México, Nayarit, Sinaloa y Yucatán, también contribuyen a la producción nacional de peces de ornato.

Considerando las limitaciones de esta información, se realizó una estimación de la cantidad de granjas en México en el periodo 1994-

2007, con la información obtenida de los Anuarios Estadísticos de Pesca (1994-2007), la cual fue complementada con la realización de doce recorridos por las principales zonas de producción del país, entre 2004 y 2008. La cantidad de peces ornamentales de agua dulce que se producen en el país se estimó utilizando información proporcionada por la CONAPESCA, así como de productores y comercializadores entrevistados en visitas a la granjas y durante la celebración del Congreso Nacional de Acuariofilia en sus ediciones 2004 (Nuevo Vallarta, Nayarit); 2005 (Monterrey, Nuevo León) y 2008 (Guadalajara, Jalisco).

De acuerdo con la información estadística oficial, en 1993 existían sólo doce granjas que producían peces de ornato de agua dulce en México (SEPESCA, 1994), pero en los siguientes nueve años el número creció sostenidamente hasta alcanzar 88 en 2002 (SAGARPA, 2003). Sin embargo, a partir de 2003 se ha registrado la existencia de sólo diez granjas en todo el país (SAGARPA, 2004; SAGARPA, 2005; SAGARPA, 2006; SAGARPA 2007) (figura 8).

39

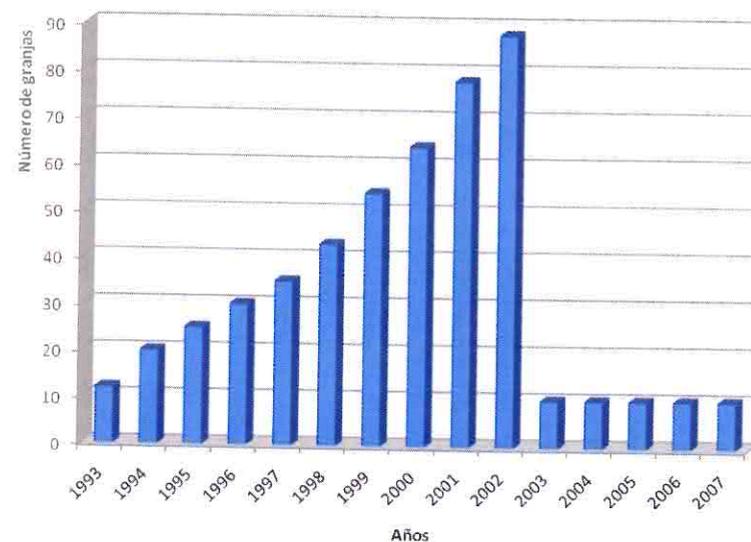


Fig. 8. Granjas de peces de ornato registradas en México durante 1993-2007 (fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca 1993-2007).



Fig. 9. Estados de la república mexicana en donde existen granjas productoras de peces de ornato de agua dulce (marcados en color negro).

40

Situación actual de la producción nacional. De acuerdo con la información oficial, existen 128 granjas de peces de ornato de agua dulce en Morelos (CONAPESCA, 2005). No obstante, un censo parcial realizado en el estado por el Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos (CESAEM), en 2008, registró la existencia de 170 granjas; aunque existen más en las áreas que aún no se han terminado de censar, por lo que el total de granjas en el estado pudiera ser de aproximadamente 200 (Biol. Óscar Jiménez Bahena, 2008).¹

Por otra parte, con la información proporcionada por los productores y comercializadores entrevistados y las observaciones realizadas en los recorridos de campo, se pudo establecer que existen alrededor de 54 granjas más en los estados de Campeche (1), Guerrero (2), Distrito Federal (10), Hidalgo (3), Jalisco (4), México (14), Michoacán (1), Nayarit (2), Nuevo León (1), Oaxaca (1), Puebla (1), Querétaro (1), Quintana Roo (1), San Luis Potosí (1), Sinaloa (1), Sonora (1), Tabasco (2), Tamaulipas (1), Veracruz (3) y Yucatán (3) (figura 9).

¹ Gerente técnico de CESAEM, comunicación personal.

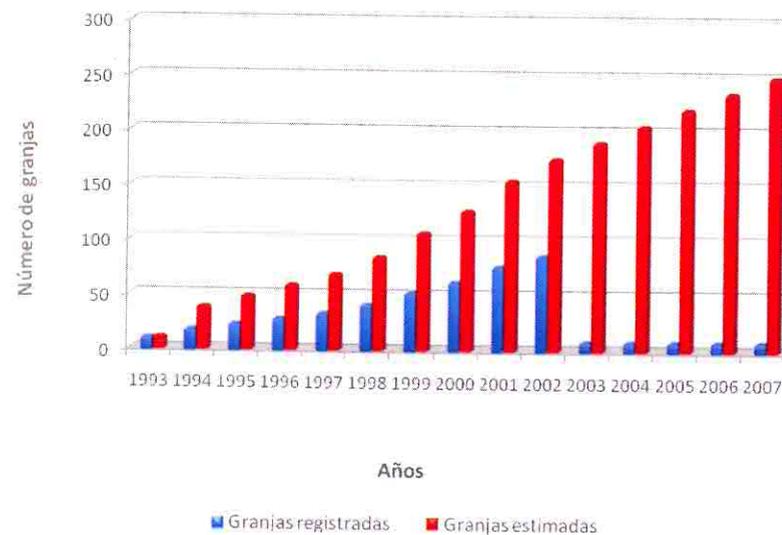


Fig. 10. Estimación del número de granjas de peces de ornato de agua dulce en México durante el periodo 1993-2007.

De acuerdo con lo anterior, el número de granjas de peces de ornato de agua dulce que hay en México sería superior a 250, lo que significaría que la cantidad de este tipo de unidades de producción creció sustancialmente durante los últimos quince años, pasando de doce unidades en 1993 (SEPESCA, 1994), a 254, aproximadamente, en 2007, lo que representaría un crecimiento anual promedio de 12% (figura 10).

En la década de los noventa, una de las mayores granjas de peces de ornato del país, localizada en la península de Yucatán, llegaba a producir 80,000 individuos al año (Sánchez *et al.*, 1993). En la actualidad, esto se ha convertido en un estándar considerando que “para que una granja sea rentable, debe producir entre 7,000 y 8,000 individuos al mes, aunque existen algunas que producen más de 50,000” (Raquel Perdomo),² lo que coincide con la información proporcionada por los productores entrevistados.

² Presidenta de la APPO “La Perla de Morelos”, comunicación personal.

41

Si se considera que una granja produce en promedio 7,500 individuos al mes, su producción anual sería de 90,000 individuos, y si además se toma en cuenta que existen alrededor de 254 granjas, la producción nacional de peces de ornato sería de aproximadamente 23 millones de individuos/año, de los cuales el estado de Morelos produce alrededor de 17 millones de individuos/año (CONAPESCA, 2005). De esta forma se estima que la producción nacional pasó de dos millones de individuos/año, en 1994 (SEMARNAP, 1995), a 23 millones de individuos/año en 2007, presentando un crecimiento anual promedio de 19%, aproximadamente (figura 11).

Entre las especies que se producen en nuestro país, 20 destacan por su importancia, tomando en cuenta sus volúmenes de producción (tabla IV).

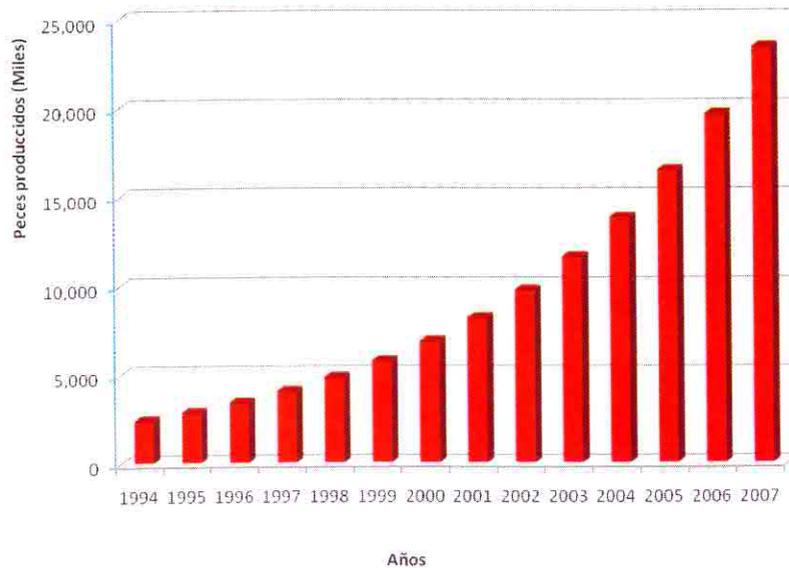


Fig. 11. Estimación de la producción nacional de peces de ornato de agua dulce en México durante el periodo 1994-2007.

Tabla IV. Especies de peces ornamentales de mayor producción en México.

Número	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Carpa dorada	<i>Carassius auratus</i>	Cyprinidae
2	Carpa Koi	<i>Cyprinus carpio</i> spp.	Cyprinidae
3	Guppy	<i>Poecilia reticulata</i>	Poeciliidae
4	Molly común	<i>Poecilia latipinna</i>	Poeciliidae
5	Molly de velo	<i>Poecilia velifera</i>	Poeciliidae
6	Pez ángel	<i>Pterophyllum scalare</i>	Cichlidae
7	Gurami	<i>Trichogaster trichopterus</i>	Anabantidae
8	Platy	<i>Xiphophorus maculatus</i>	Poeciliidae
9	Danio cebra	<i>Brachydanio rerio</i>	Cyprinidae
10	Espada	<i>Xiphophorus helleri</i>	Poeciliidae
11	Monja	<i>Gymnocorymbus ternetzi</i>	Characidae
12	Ciclido Johani	<i>Melanochromis johanni</i>	Cichlidae
13	Tetra	<i>Hemigrammus caudovittatus</i>	Characidae
14	Ciclido fenestratus	<i>Haplochromis fenestratus</i>	Cichlidae
15	Óscar	<i>Astronotus ocellatus</i>	Cichlidae
16	Barbo cereza	<i>Capoeta titteya</i>	Cyprinidae
17	Colisa	<i>Colisa lalia</i>	Belontiidae
18	Ciclido limón	<i>Neolamprologus leleupi</i>	Cichlidae
19	Plecós	<i>Hypostomus plecostomus</i>	Loacariidae
20	Betta	<i>Betta splendens</i>	Anabantidae

El aumento en la demanda de peces de ornato que se presentó en el mercado nacional desde principios de los noventa, y la caída que sufrieron las importaciones durante el periodo 1995-1999, provocaron un crecimiento sostenido de la producción nacional de peces de ornato de agua dulce en México (Maya Peña *et al.*, 2006). Esto permitió que la piscicultura de ornato dejara de ser una actividad de subsistencia para convertirse en una muy buena oportunidad de negocio (Contreras, 1993; Hernández, 2002).

Este escenario provocó que diversos productores rurales del estado de Morelos abandonaran los cultivos agrícolas tradicionales (maíz y trigo) para dedicarse a la acuicultura de ornato (Martínez, *et al.* 2006). Aprovechando esta situación, y con el fin de generar empleo y promover ingresos para familias campesinas en las áreas de subsistencia, el gobierno del estado de Morelos apoyó el establecimiento de nuevas granjas de peces de ornato a partir de 1997, y desde 1999 el FIRA y el Programa de Empresas en Solidaridad de la SEDESOL han apoyado el desarrollo de la piscicultura de ornato en todo el país (Martínez *et al.*, 2006).

Por otra parte, a pesar de que la producción nacional de peces de ornato de agua dulce ha tenido un importante crecimiento en el volumen de individuos producidos cada año, durante los últimos quince años el número de especies y variedades que se producen sigue siendo reducido respecto al total de las que se comercializan actualmente en el país. Hoy en día la base de la producción nacional la constituyen 61 variedades de 19 especies pertenecientes a cinco familias: *Cyprinidae*, *Poeciliidae*, *Cichlidae*, *Characidae* y *Anabatidae* (Maya y Marañón, 1998; Álvarez-Jasso 2004; CONAPESCA, 2005), lo que significa que la producción nacional aporta aproximadamente

50% del volumen de peces de ornato que se comercializa en el país cada año, pero menos de 10% de las más de 800 especies y variedades comercializadas.

En México la producción de peces de ornato de agua dulce se concentra en el estado de Morelos, en donde existen aproximadamente 200 granjas que producen alrededor de 17.5 millones de individuos al año (CONAPESCA, 2005), lo que representa más de 75% de la producción nacional, situación que es equivalente a lo que sucede en Estados Unidos, en donde la producción de este tipo de peces se concentra en el estado de Florida (Hill y Yanong, 2002). Sin embargo, durante los últimos quince años la piscicultura de ornato se ha venido extendiendo por gran parte del territorio nacional, debido primordialmente a dos razones:

- a) La localización geográfica, conformación orográfica y climas que se presentan en México, lo que permite contar con una gran cantidad de recursos hídricos y ambientes naturales cerca de los cuales se puede llevar a cabo esta actividad productiva, especialmente en su zona intertropical.
- b) La alta rentabilidad que tiene esta actividad productiva.

Por otra parte, de acuerdo con la información obtenida en visitas a granjas y entrevistas realizadas a comercializadores mayoristas de la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey, a pesar del importante crecimiento que ha tenido el volumen de producción de peces ornamentales en los últimos 15 años, la calidad de los peces producidos sigue siendo baja. Estos estándares consideran aspectos comerciales (talla, forma y colorido) y sanitarios (presencia de parásitos y enfermedades). Lo anterior obedece principalmente a que los reproductores que utilizan la mayor parte de las granjas no tienen una buena calidad genética y sanitaria, el agua que utilizan los cultivos es de

mala calidad (alta concentración de sólidos en suspensión y materia orgánica, baja concentración de oxígeno y, en ocasiones, se llegan a presentar desechos sólidos de origen urbano) (Maya Peña *et al.*, 2006). Adicionalmente, el personal de las granjas no está debidamente capacitado en el manejo de este tipo de cultivos y, por otra parte, adolecen de infraestructura adecuada (estanquería revestida) y equipo (aireadores, filtros, etc.).

BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LA PRODUCCIÓN

46 De acuerdo con la CONAPESCA, “no existe un registro sistematizado sobre los beneficios económicos y sociales derivados de la producción de peces de ornato de agua dulce en México”. Por lo cual, considerando la información disponible, a continuación se presentan estimaciones realizadas sobre los beneficios económicos y sociales originados directamente de la producción de peces ornamentales de agua dulce en México, utilizando los siguientes criterios:

El valor de la producción nacional, a precio de menudeo, fue estimado siguiendo el criterio utilizado por los comercializadores mayoristas y detallistas, el cual consiste en multiplicar por dos el precio que el mayorista paga al productor, con lo cual se obtiene el precio para el detallista, posteriormente este precio se multiplica por cinco, para obtener el precio que paga el consumidor final, lo cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$PMPNPO = ((PP * 2) * 5)$$

donde PMPNPO es el precio de menudeo de la producción nacional de peces de ornato y PP el precio que el mayorista paga al productor. La utilidad bruta y la relación beneficio/costo de los cultivos se cal-

cularon utilizando el método propuesto por Romero (1995), basado en información sobre los ingresos y egresos de las unidades de producción, la cual se obtuvo durante las visitas realizadas a las granjas. El número de empleos generados se obtuvo relacionando el número de granjas que existía con el número de empleos que generaba cada una de éstas en promedio.

Ingresos. De acuerdo a la información proporcionada por los productores y comercializadores, el precio de los peces de ornato varía dependiendo de la especie, la talla, el color, el número de individuos, pero, sobre todo, de su calidad sanitaria. En general los precios van desde 2.0 hasta 10.0 pesos o más, de acuerdo con las siguientes categorías:

- a) \$2 a \$3 (mollys comunes, platys, danios cebra, plecos y monjas).
- b) \$3 a \$5 (mollys de velo, espadas, guramis, guppys regulares, carpas koi, carpa dorada, colisas, cíclidos africanos chicos y bettas).
- c) \$5 a \$10, pudiendo llegar hasta \$250 (ángeles, óscares, cíclidos africanos medianos y grandes, carpa dorada y guppys de velo).

47 Sin embargo, la mayoría de los entrevistados coincidieron en que el precio promedio de mayoreo de los peces producidos en el país es de \$3.5 por individuo, tomando en cuenta las cantidades que se venden por cada categoría. De aquí que sea posible considerar que si en 2007 se produjeron 23 millones de este tipo de peces, la producción nacional debió haber tenido un valor aproximado de \$80.5 millones de pesos, a precios de mayoreo, y de \$805 millones a precio de menudeo (figura 12).

Por otra parte, de acuerdo con la información obtenida en visitas a las granjas, la utilidad bruta promedio de una granja es de aproxi-

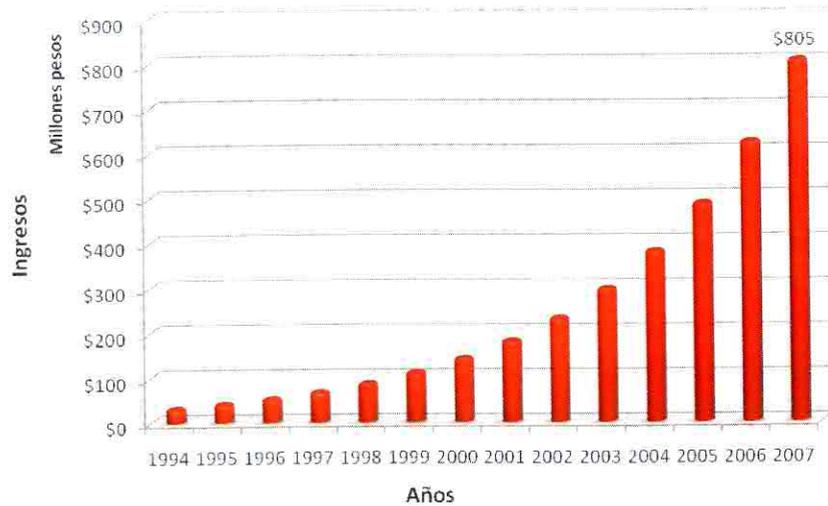


Fig. 12. Ingresos de la producción nacional de peces de ornato en México (PMPNPO), a precio de menudeo, durante 1994-2007.

48

madamente \$200,000.00 por ciclo de producción, considerando una relación beneficio/costo de 1-1.35.

Empleo. Aproximadamente 70% de las granjas de peces de ornato en México son operadas por unidades familiares que utilizan entre 3 y 4 personas; y en el caso de las granjas del sector privado, el número de operadores en promedio es de cinco, aunque existen algunas que por su tamaño brindan empleo a más de diez personas (Manuel Abraham, 2006).³ En el caso de las granjas del estado de Morelos, en promedio trabajan de 4 a 5 personas; no obstante, existen algunas que cuentan incluso con más de 20 empleados (Yajaira Blanquel, 2006).⁴ De acuerdo con la información obtenida en las granjas visitadas, el promedio de trabajadores fue de cinco, con un máximo de quince y un mínimo de tres. Si se considera que en 2007 existían aproximadamente 254 granjas de peces de ornato en el país y se toma

³ Productor de peces de ornato, comunicación personal.

⁴ Jefa de Acuicultura, Delegación Federal de la SAGARPA en Morelos, comunicación personal.

en cuenta que en cada una de ellas trabajaban en promedio cinco personas, es posible estimar que esta actividad generó, durante ese año, alrededor de 1,270 empleos directos a nivel nacional.

Consideraciones sobre los beneficios económicos y sociales

Los ingresos generados por la venta de los peces de ornato producidos en el país son de, aproximadamente, \$80.5 millones anuales, a precio de mayoreo, lo que coloca esta actividad en el tercer lugar de ingresos generados dentro de los sistemas acuícolas controlados del país, detrás del camarón (\$2,100 millones) y la trucha (\$100 millones) (DOF, 2006a).

A nivel mundial se ha reconocido que el cultivo de peces ornamentales es más rentable que muchos de los cultivos de peces utilizados como alimento (Bassleer, 1994; FAO, 1999; Willis, 1995; GIAG, 2000; Holthus y Gamain, 2007). En el caso del país, esta situación es similar, ya que, de acuerdo con la información obtenida, el cultivo de este tipo de peces ofrece una utilidad bruta (\$200,000.00 promedio por granja por ciclo de producción) superior a la de diferentes cultivos acuícolas para el consumo humano, como la tilapia, calculado en \$157,000.00 por unidad de producción/ciclo en sistemas intensivos (CECADER, 2008).

También resulta muy superior a la que tienen los dos principales cultivos agrícolas tradicionales en México: el maíz y el frijol. En el caso del maíz, la utilidad bruta que ofrece es de aproximadamente 25 mil pesos, en el caso de unidades de producción que siembran de una a tres hectáreas y 50 mil pesos en las que siembran más de diez hectáreas (Luna, 2004). Mientras que en el caso del frijol, se calcula que tiene una utilidad bruta de \$1,690.00 por cada 7.3 hectáreas sembradas (Ayala *et al.*, 2008). Debido a esta situación, un número cada vez mayor de productores agropecuarios, y recientemente también empresa-

49

rios, se han venido sumando a este sector productivo, lo que podría provocar un mayor crecimiento del mismo en el corto plazo.

NORMATIVIDAD QUE REGULA LA PRODUCCION DE PECES DE ORNATO

De acuerdo con información proporcionada por la CONAPESCA, SEMARNAT y el INE a través del IFAI: no es competencia de estas instituciones regular en materia de medio ambiente a las granjas productoras de peces de ornamentales, así como tampoco conocer los riesgos ecológicos que la operación de éstas supone.

No obstante, con información obtenida de una revisión de la legislación vigente sobre estos aspectos y la información proporcionada por la PROFEPA, sólo en el caso específico del cultivo de especies de ornato que se encuentran bajo alguna de las categorías de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2002), se determina que la instalación y operación de granjas de peces de ornato en el país se encuentran reguladas por las siguientes leyes, reglamentos y normas (tabla V).

Cumplimiento del marco normativo vigente

La mayor parte de las granjas que producen peces ornamentales en el país no cumple con la las normas que regulan su instalación y operación (Óscar Jiménez).⁵ Esto coincide con la información obtenida en las visitas a las granjas. En la tabla VI se presentan las principales causas de incumplimiento de la normatividad, de acuerdo con productores entrevistados.

⁵ Gerente técnico de CESAEM, 2008, comunicación personal.

Tabla V. Normas que regulan la instalación y operación de granjas de peces de ornato en México.

Instrumento Jurídico	Disposición
LGPAS (DOF, 2007a)	Establece y define los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la acuacultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales.
LGEEPA (DOF, 1988) y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (DOF, 2000b)	Establecen las disposiciones para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente debido a actividades acuícolas.
LFA (DOF, 2007b)	Fija las bases para el diagnóstico, prevención, control y erradicación de las enfermedades y plagas que afectan a los animales.
LGVS (DOF, 2000a última reforma publicada el 26 de junio de 2006) y su reglamento (DOF, 2006)	Establecen los requisitos bajo los que se podrá llevar a cabo el manejo de ejemplares y poblaciones exóticas en áreas naturales protegidas y unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA's).
Proyecto de decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la LGEEPA y la LGVS (2009)	Establecen los requisitos para prevenir, detectar, erradicar y controlar las especies exóticas en México.
LAN (DOF, 1992) y su reglamento (DOF, 1994a)	Regulan la aplicación de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuáticas.
LFD (DOF, 1981)	Establece los derechos que deben pagarse por la expedición del certificado de sanidad acuícola por lote, para poder realizar la movilización de organismos acuáticos vivos destinados a la acuacultura u ornato y la expedición del certificado de registro para la operación y funcionamiento de unidades de cuarentena, la obtención de concesiones y permisos, así como los derechos de uso del agua.
NOM-010-PESC-1993	Establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos destinados a la acuacultura y el ornato.
NOM-011-PESC-1993	Regula la aplicación de cuarentenas a efecto de evitar la introducción de enfermedades certificables y notificables en la importación de organismos acuáticos
NOM-001-SEMARNAT-1996 (DOF, 2006)	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales.
NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002)	Determina las especies, subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección.
Artículo 9 del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (FAO, 1995)	Establece una serie de principios y normas voluntarias para asegurar que se tendrán en cuenta los posibles problemas sociales y ambientales asociados con el desarrollo de la acuacultura
Anteproyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-000-ZOO-2010	Establece las especificaciones técnicas de sanidad acuícola para la importación de especies acuáticas destinadas al ornato y para la operación de unidades de cuarentena.

⁶ Las enfermedades certificables son aquéllas de alto riesgo contenidas en las regulaciones internacionales, principalmente las que no tienen tratamiento actual conocido o que son de difícil control, mientras que las enfermedades notificables son aquéllas controlables o susceptibles de tratamiento y que pueden causar mortalidad (OIE, 2006a).

PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE EN MÉXICO

Tabla VI. Principales casos de incumplimiento al marco normativo vigente.

Faltas	Instrumento jurídico no observado	Causa(s) de incumplimiento
No contar con certificados de sanidad para realizar la movilización de organismos acuáticos vivos destinados a la acuacultura u ornato	Certificado de Sanidad previsto en la NOM-010-PESC-1993 y el artículo 105 inciso III de la LGPAS (DOF, 2007b)	a. Desconocimiento de la legislación b. Reducido número de laboratorios de referencia a nivel local y nacional con capacidad para realizar los análisis correspondientes c. Falta de recursos económicos para pagar la expedición de los certificados
No observar el código de conducta de acuacultura responsable	Artículo 9 del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (FAO, 1995)	a. Desconocimiento de la legislación
No cumplir con los requisitos bajo los que se podrá llevar a cabo el manejo de ejemplares y poblaciones exóticas en áreas naturales protegidas (ANP)	Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2000a) Última reforma (DOF 02-09-2010)	No aplica
Realizar el cultivo de organismos genéticamente modificados	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (DOF, 2005) y su reglamento (DOF, 2008) Artículo 8 del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad	Desconocimiento de la legislación
Realizar el cultivo de especies, subespecies de flora y fauna acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección	NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002) (CITGS, 1973)	Desconocimiento de la legislación

Además de estos incumplimientos a la ley, la evasión del pago de derechos generados por la expedición de permisos o concesiones, servicios (agua, drenaje y en ocasiones energía eléctrica) y contribuciones hacendarias son también motivos importantes para que muchos productores decidan realizar esta actividad productiva al margen de la ley.

Posibles adecuaciones a la normalización para incentivar y mejorar al sector

Resulta imperativo realizar una adecuación al marco normativo vigente que regula la instalación y operación de granjas productoras de peces de ornato de agua dulce en México. A mediano plazo, esto podría reducir las afectaciones que la piscicultura ornamental ha venido causando al medio ambiente natural, principalmente porque la actividad ha pasado por alto la prevención y control para la introducción y propagación de especies exóticas potencialmente invasoras y enfermedades en los cultivos, así como la contaminación física y química del agua.

Para esto es necesario que se considere la implementación de medidas de bioseguridad en las unidades de producción, para evitar la liberación de especies exóticas y enfermedades a los ambientes acuáticos naturales aledaños. Estas medidas también podrían contribuir a la reducción del ingreso de patógenos y parásitos a las áreas de cultivo. Sin embargo, en tanto se concretan las modificaciones sugeridas a la normalización vigente, es importante que los productores cumplan con ésta, por lo que es necesario llevar a cabo diferentes acciones como las contenidas en la tabla VII.

FACTORES DE RIESGO EN EL CULTIVO DE PECES DE ORNATO EN MÉXICO

El Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP, por sus siglas en inglés) es un sistema de aseguramiento de la calidad, para la obtención de alimentos seguros para la salud humana, que se enfoca en cómo evitar o reducir las probabilidades de que se desarrolle cualquier propiedad biológica, química o física inaceptable para la salud del consumidor que influya en la seguridad del alimento (Ocetif,

Tabla VII. Propuestas para promover el cumplimiento del marco legal vigente.

Faltas	Instrumento jurídico no observado	Propuestas de solución
Las unidades de producción no se encuentran inscritas en el Registro Nacional de Pesca y Acuicultura.	Art. 122 de la LGPAS (DOF, 2007b).	Promover, en los estados productores de peces de ornato, un programa de difusión e inscripción al Registro Nacional de Pesca y Acuicultura a través de las delegaciones federales de la SAGARPA.
No hacer el aviso correspondiente cuando se realizan cosechas	Artículos 75, 92 y 93 de la LGPAS (DOF, 2007b)	Difundir el marco normativo vigente.
No contar con las autorizaciones correspondientes, por parte de autoridades ambientales, para llevar a cabo la instalación de unidades de producción acuícola	Artículo 5 del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental	Impulsar un programa de regularización que contemple la realización de manifiestos de impacto ambiental regionales en el que participen grupos de productores apoyados técnica y económicamente por instituciones gubernamentales promotoras del desarrollo
No realizar los muestreos de la calidad de sus aguas residuales	Norma-001-SEMARNAT-1996.	Diseñar e implementar un programa de monitoreo de calidad de aguas residuales de las granjas, operado por productores e instituciones académicas o de investigación y financiado por productores e instituciones gubernamentales encargadas de la administración del agua (CONAGUA, IMTA, etc.)
No contar con los certificados de sanidad correspondientes para realizar la movilización de organismos acuáticos vivos destinados a la acuicultura u ornato	Certificado de Sanidad previsto en la NOM-010-PESC-1993 y el artículo 105 inciso III de la LGPAS (DOF, 2007b).	a. Difundir la legislación b. Promover la incorporación de más laboratorios a la Red de Diagnóstico del PRONALSA y aumentar la capacidad diagnóstica de los que ya forman parte c. Descentralizar el trámite de expedición de certificados a oficinas estatales y regionales d. Establecer programas de vigilancia en los principales centros de acopio y distribución del país

Tabla VII. Propuestas para promover el cumplimiento del marco legal vigente (continuación).

Faltas	Instrumento jurídico no observado	Propuestas de solución
No contar con el certificado de sanidad acuícola	LFD (DOF, 1981) que establece los derechos que deben pagarse por la expedición del certificado de sanidad acuícola por lote	a. Difundir la legislación b. Promover la incorporación de más laboratorios a la Red de Diagnóstico y aumentar la capacidad diagnóstica de los que ya forman parte
No observar el código de conducta de acuicultura responsable	Artículo 9 del Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO (FAO, 1995)	Difundir el Código, resaltando las ventajas productivas que su aplicación
No cumplir con los requisitos bajo los que se podrá llevar a cabo el manejo de ejemplares y poblaciones exóticas en áreas naturales protegidas (ANP)	Ley General de Vida Silvestre (DOF, 2000a) y su reglamento (DOF, 2006b)	No deberán existir granjas en ANP, ni en zonas aledañas (como lo marca la ley)
Realizar el cultivo de especies, subespecies de flora y fauna acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección	NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2002) (CITES, 1973)	No deberán cultivarse especies en peligro de extinción con fines comerciales, a menos que se cuente con un permiso para fines de investigación
Realizar el cultivo de organismos genéticamente modificados	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (DOF, 2005) y su reglamento (DOF, 2008)	No se deberán cultivar organismos genéticamente modificados a menos que así lo autoricen las instancias correspondientes. (SAGARPA-SENASICA-, SEMARNAT-CONABIO-INE)
No cumplir con las disposiciones que regulan el aprovechamiento de aguas nacionales para el cultivo, reproducción y desarrollo de cualquier especie de la fauna y flora acuática	Ley de Aguas Nacionales (DOF, 1992) y su reglamento (DOF, 1994a)	Crear un programa de regularización de usuarios de aguas nacionales que considere disminuciones en las contribuciones a productores que realicen prácticas de tratamiento de aguas residuales y exención de pago a quienes las recien

2009), el cual ha sido modificado para ser utilizado como una herramienta para el manejo de vías y vectores con el propósito de evitar la propagación no deseada de especies invasoras en ambientes naturales, cuya aplicación se basa en los siguientes pasos:

- Paso 1. Descripción de la actividad
- Paso 2. Identificación de riesgos potenciales
- Paso 3. Diagrama de la secuencia de acciones en el paso 1
- Paso 4. Análisis de los riesgos identificados en el paso 2
- Paso 5. Finalización del plan HACCP (Pitman, 2007)

El servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos desarrolló el programa *HACCP Planning Wizard* para simplificar el proceso de aplicación del HACCP en la identificación de puntos de críticos control en actividades productivas que presenten riesgos de liberación de especies potencialmente invasoras, como la pesca y la acuicultura.

Utilizando el programa *HACCP Planning Wizard* se identificaron los riesgos que presenta el proceso de producción de peces de ornato de agua dulce. Estos datos se obtuvieron de los ejercicios realizados por productores de peces de ornato, funcionarios de los gobiernos del estado de Morelos y federal y académicos durante el taller: “Aplicación de HACCP en la producción de peces de ornato”, celebrado en Jiutepec, Morelos, en marzo de 2007. Dicho evento fue promovido y financiado por la CONABIO y la CCA.

Los resultados de este ejercicio, utilizando como ejemplo dos casos de granjas productoras de peces de ornato; Guramis, *Trichogaster leeri* y carpa dorada, *Carassius auratus*; del estado de Morelos (figura 13), mostraron que los principales riesgos que presenta la operación de este tipo de unidades de producción acuícola son el ingreso y propagación de enfermedades y parásitos en los cultivos, y la liberación accidental o deliberada de los organismos cultivados al medio

natural. La expresión de este último riesgo se pudo constatar durante las visitas realizadas a las granjas, ya que en quince de éstas se observaron fugas de organismos cultivados a ambientes acuáticos naturales a través de las descargas de aguas residuales (figura 14).

Además, de acuerdo con el testimonio de algunos productores, existen granjas que llevan a cabo la liberación al medio ambiente natural de lotes de individuos cultivados, cuando éstos presentan problemas de parásitos o enfermedades que son considerados como “incurables”, con el fin de disminuir las pérdidas provocadas por esta situación y dar paso a un nuevo ciclo de cultivo.

A nivel mundial, la piscicultura ornamental constituye una de las vías más importantes de introducción de especies acuáticas invasoras en ambientes naturales (Taylor *et al.*, 1984; Courtenay, 1995; Lassuy, 2000; Bomford y Glover, 2004; PNUMA, 2006), debido al gran número de especies y variedades de peces que se producen y los constantes escapes de organismos cultivados a ambientes acuáticos natu-



Fig. 13. Curso de HACCP en la producción de granjas de ornato. Jiutepec, Morelos, marzo de 2007.



Foto: Carlos Ramírez

Fig. 14. Presencia de organismos cultivados (*Poecilia latipinna*) en un canal recolector de aguas residuales en el exterior de una granja visitada.

58

rales (Copp *et al.*, 2005). Se ha demostrado que una vez que un pez introducido logra establecerse y extender su rango más allá del sitio inicial de su establecimiento, es prácticamente imposible erradicarlo (Courtenay y Stauffer, 1990).

Cabe remarcar que el ingreso y propagación de especies acuáticas invasoras provocan diversos efectos sobre los ecosistemas, como la hibridación, la competencia por alimento y espacio, la depredación, la alteración del hábitat, el desplazamiento de especies nativas, la alteración de la estructura de los niveles tróficos y la introducción de parásitos y enfermedades, los cuales afectan directamente la estructura y estabilidad de los ambientes acuáticos naturales y las especies nativas que en ellos habitan, especialmente las endémicas (Courtenay y Stauffer, 1990; Courtenay y Williams, 1992; Lassuy, 2000; Goldburg *et al.*, 2001; Hopkins; 2001, Hamilton, 2002; MIT Sea Grant, 2002).

El caso del estado de Morelos

El estado de Morelos se localiza entre los 19°08' y 18°20' de latitud norte y 98°38' y 99°30' de longitud oeste, y representa 0.2% de la superficie del país, con una extensión territorial de 4,491 Km² (INEGI, 1999b). Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca del río Balsas se origina en el estado de Morelos, y está considerada entre las más importantes del sur del país. Dentro de las subcuencas del Balsas destacan la del río Amacuzac, que ocupa 86.74% de su territorio, y la del río Atoyac, en donde se encuentra 13.26% (INEGI, 2008b) (figura 15).



Fig. 15. Subcuencas de río Balsas en el estado de Morelos (fuente: INEGI, 2008b).

59

La localización geográfica de Morelos brinda condiciones ambientales que favorecen el desarrollo de la acuicultura de especies tropicales, en particular para la piscicultura de ornato: un clima cálido húmedo con lluvias en verano y una temperatura media anual de 24°C en 87% de su territorio (INEGI, 2008b), además de un importante volumen de escurrimiento calculado en 2,374 millones de m³ al año, permitiendo tener una gran disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas (Aguilar, 1990; Martínez *et al.*, 2006).

De manera adicional, un aspecto que favorece el desarrollo de esta actividad productiva es la cercanía geográfica con la Ciudad de México, el centro de consumo de peces de ornato más importante del país (Sánchez *et al.*, 1993; Marañón *et al.*, 2006; Maya Peña *et al.*, 2006). Por ello, a partir de los años cincuenta del siglo pasado, se impulsó en Morelos el desarrollo de la acuicultura para la producción de alimentos de consumo humano y, veinte años después, la piscicultura de ornato (González Pedrero, 1978; SEPESCA, 1988).

Principalmente, el desarrollo de estas actividades productivas se ha realizado utilizando especies exóticas (Huerta y Castañeda, 1982; Contreras-MacBeath, 1996), algunas de las cuales han logrado establecerse y propagarse en los ambientes acuáticos naturales, provocando la pérdida o el desplazamiento de muchas de las especies de la ictiofauna nativa (Huerta y Castañeda, *op. cit.*; Contreras-MacBeath, *op. cit.*; Guzmán y Barragán, 1997; Contreras-MacBeath *et al.*, 1998; Luna-Figueroa y Figueroa, 1999; Luna-Figueroa, 2006).

Sin embargo, la introducción de especies exóticas potencialmente invasoras, a través de la acuicultura y el acuarismo, no han sido la única causa de que la ictiofauna nativa del estado de Morelos haya sufrido grandes cambios en su composición original, ya que el crecimiento poblacional e industrial de las zonas urbanas del estado, en los últimos 30 años, especialmente el corredor Cuernavaca-Jojutla-Yautepec-Cuautla, y algunas actividades agroindustriales como la azu-

60

carera, han causado graves daños a los ecosistemas acuáticos, principalmente debido a las grandes cantidades de descargas de aguas residuales sin tratar que se vierten a los cauces naturales (Oswald, 2003). Esto ha provocado la pérdida o desplazamiento de gran parte de la fauna íctica original (Contreras-McBeath, *op. cit.*; Luna-Figueroa y Figueroa, *op. cit.*; Luna-Figueroa, *op. cit.*).

A finales del siglo XX, la ictiofauna de Morelos estaba compuesta por 22 especies pertenecientes a 17 géneros y ocho familias, de las cuales 62% fueron introducidas, y de éstas 31% correspondieron a especies de ornato (figura 16). Esto significa que dos terceras partes de la ictiofauna del estado estaban compuestas principalmente por especies exóticas de origen asiático, africano, norte y centroamericano, así como de otras cuencas hidrológicas del país, y menos de una tercera parte por especies nativas (Contreras-MacBeath *et al.*, *op. cit.*). Una situación similar se presenta en Florida, el principal estado productor de peces de ornato de Estados Unidos, cuya ictiofauna está conformada por 242 especies (Bass *et al.*, 2008), de las cuales 91 son exóticas (Fuller *et al.*, 1999), muchas de las cuales han sido introdu-

61

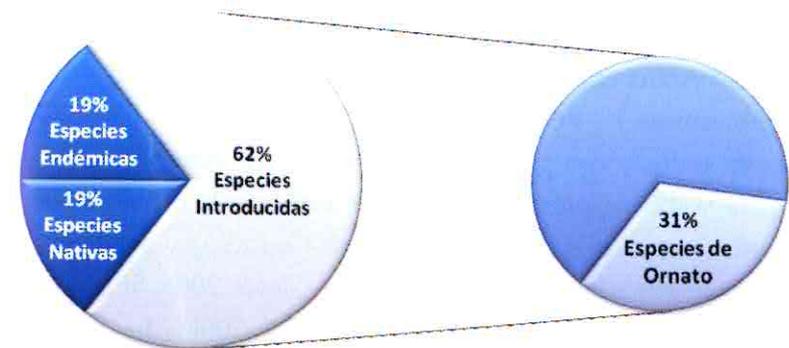


Fig. 16. Composición de la ictiofauna del estado de Morelos (*fuentes*: Contreras-MacBeath, 1998).

cidas por la acuicultura y el acuarismo (Courtenay y Williams, 1992; Courtenay, 1995; Craig y Shireman, 2002; Hill y Yanong, 2002; Livengood y Chapman 2007).

Propuestas para reducir los factores de riesgo

La mayor parte de las granjas productoras de peces de ornato utilizan sistemas extensivos de producción, los cuales se caracterizan por tener una producción poco tecnificada. Esto representa grandes riesgos desde el punto de vista ecológico, como el ingreso y propagación de enfermedades y parásitos en los cultivos y la liberación incidental o deliberada de especies exóticas potencialmente invasoras a los ambientes acuáticos naturales (Courtenay y Stauffer, 1990; Courtenay, 1995).

Además de causar afectaciones productivas y económicas a los cultivos al ser liberados al medio ambiente natural, los parásitos y enfermedades transmitidos por las especies exóticas a las poblaciones de peces nativos causan graves problemas de salud animal, e incluso su eventual desaparición (IFC, 2007). Por otra parte, se corre el riesgo de que esta situación pudiera causar daños económicos y sociales si las especies afectadas forman parte de alguna pesquería local (Contreras-MacBeath *et al.*, 1998; Chao *et al.*, 2001; Prang, 2001; Stabridis-Arana *et al.*, 2009; Mendoza-Alfaro *et al.*, 2009b). En este mismo sentido ha sido reportado ampliamente que la liberación de especies exóticas con potencial de invasoras representa un grave riesgo para la sobrevivencia de las especies nativas y la estabilidad de los ecosistemas acuáticos (Taylor *et al.*, 1984; Courtenay y Stauffer, 1990; Courtenay, 1995; Lassuy, 2000; Bomford y Glover, 2004; SEMARNAT, 2005; PNUMA, 2006; Contreras-Balderas *et al.*, 2008; Mendoza-Alfaro *et al.*, 2009a).

Debido a esta situación, se debe dar prioridad al establecimiento de acciones de prevención de riesgos en las unidades de producción,

dirigidas a disminuir la incidencia de enfermedades y parásitos y evitar la liberación de especies exóticas en ambientes acuáticos naturales. En este sentido, una opción con la que cuentan los productores es la aplicación del Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (*HACCP*) a los procesos de producción que utilizan, lo que les permitirá identificar, controlar con anticipación o eliminar los riesgos antes mencionados (Pitman, 2007).

La aplicación de *HACCP* requiere que los productores lleven a cabo una sistematización y análisis de todas y cada una de las actividades productivas y de control sanitario que realizan durante el ciclo de cultivo, esta información podría servir como base para la elaboración de un manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) de peces ornamentales. El uso de este tipo de prácticas, junto con la adopción de códigos de conducta voluntarios, podría garantizar que los cultivos mantengan las especificaciones de calidad sanitaria y productiva que requiere el mercado, además de conjugarse con la conservación del ambiente.

III. COMERCIALIZACIÓN DE PECES DE ORNATO DE AGUA DULCE EN MÉXICO

Como se mencionó anteriormente, el surgimiento de la industria del acuarismo en México se dio en la década de los años cincuenta del siglo pasado (Ortiz, 1997; Pérez, 2007), sin embargo, durante más de veinte años su crecimiento fue poco significativo, debido principalmente a las siguientes causas:

- a)* Falta de conocimiento en el cuidado y mantenimiento de los acuarios.
- b)* Restricciones arancelarias para poder realizar la importación de peces exóticos de Asia y África, las principales fuentes de abasto de este tipo de peces en aquel tiempo.
- c)* Una muy baja producción nacional de peces de ornato.
- d)* Falta de accesorios modernos de producción nacional (es decir, termostatos, piedras aireadoras, filtros, etc.), lo que obligaba a importarlos, provocando la elevación de su costo (INP, 1978).

A principios de los setenta, la comercialización de peces ornamentales se realizaba en tiendas de mascotas y mercados populares, y se estima que la venta anual era de tan sólo USD \$500,000.00, mientras que la importación de este tipo de peces en esa época era de aproximadamente 330,000 organismos al año, con un valor estimado de USD \$21,000.00 (INP, 1978). Durante esta época el número de aficionados a la acuariofilia en México se consideraba aún reducido (INP, 1978; Ortiz, 1997).

Durante los años ochenta no creció sustancialmente la comercialización de peces de ornato de agua dulce, sobre todo debido a la crisis económica que sufrió el país en la mayor parte de la década (Ing. Felipe Cruz. 2006).¹ Dado a que en esta época la producción nacional era incipiente, más de 80% de los peces que se vendían en México provenía de las importaciones (Espinoza *et al.*, 2004; Maya Peña *et. al.*, 2006.). Sin embargo, a partir de mediados de los años noventa, debido a la demanda sostenida de peces de ornato de agua dulce que se presentó, no sólo aumentó el volumen de las importaciones, sino que permitió el incremento de la producción nacional de una manera muy importante. Desafortunadamente, dentro de este contexto, en la medida en que creció el número de peces de ornato de agua dulce que se comercializan en el país cada año, creció también la posibilidad de que se manifestaran diversos riesgos ecológicos relacionados con esta actividad.

66

FACTORES ASOCIADOS AL COMPORTAMIENTO DEL COMERCIO

Con la finalidad de tener un panorama más amplio del comportamiento que tuvo el comercio de peces de ornato de agua dulce, en el país, en los últimos 28 años, se revisaron algunos factores asociados a esta actividad, como el crecimiento poblacional que se presentó en México, así como la inflación, el producto interno bruto y la cotización del peso durante el periodo 1980-2007, a través del SNEIGI y el portal electrónico del Banco de México (<http://www.banxico.org.mx>).

Población. Entre 1980 y 2006, la población del país pasó de 66.8 a 104,9 millones de habitantes (INEGI, 2007b) (figura 17). Éste fue

¹ Comercializador mayorista, comunicación personal.

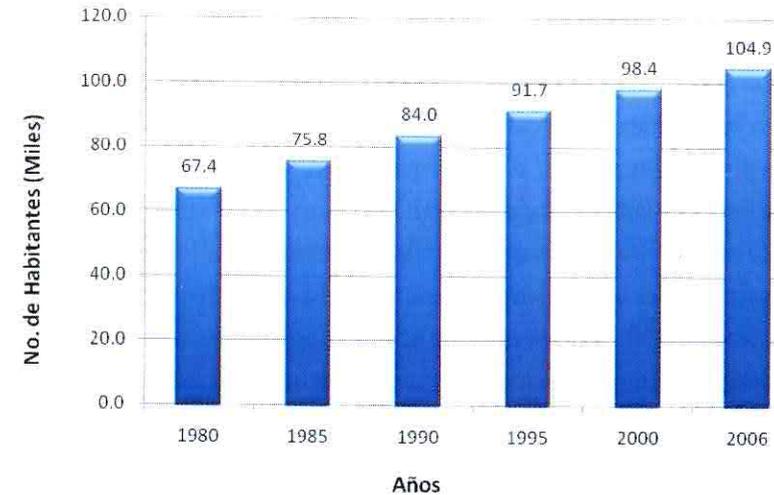


Fig. 17. Crecimiento poblacional en México durante el periodo 1980-2006 (fuente: Censo General de Población y Vivienda (INEGI 1990 y 2000b), Conteo General de Población y Vivienda (INEGI 1996b y 2006b)).

un periodo de cambios profundos en el crecimiento del sistema urbano nacional, bajo los efectos combinados de una desaceleración de la economía nacional, el inicio de la apertura económica y la intensidad del proceso de urbanización (Sobrino, 2007).

México, como nación independiente, tardó más de 150 años para cambiar su patrón de rural a urbano, pero muy rápido se transformó de urbano a metropolitano. En 1980 el sistema urbano nacional se conformaba por 55 zonas metropolitanas y 169 ciudades de 15 mil o más habitantes, en donde vivían 40.9 millones de personas, lo que representaba 61.1% de la población total; pero en 2005 el sistema urbano nacional aumentó a 365 localidades (55 zonas metropolitanas y 310 ciudades) y su población sumó 72.3 millones de habitantes, representando 70% del total nacional (Sobrino, 2007).

El crecimiento que presentaron las grandes zonas urbanas del país a partir de los años ochenta provocó problemas de hacinamiento,

67

causando una reducción de los espacios en las viviendas. Por ello en estos centros de población las mascotas tradicionales (perros y gatos) fueron sustituidas, en muchos casos, por otras que requerían menos espacio y cuidados para su mantenimiento en cautiverio, como los peces de ornato (Eduardo Gastón, 2005).²

Economía. Por otra parte, la crisis financiera de 1982 produjo una contracción del crecimiento económico, lo que provocó altos niveles inflacionarios (figura 18), generando una reducción de gasto público y el establecimiento de una política de compresión salarial durante la mayor parte de la década de los ochenta. Esto se tradujo en una fuerte caída del poder adquisitivo y, por ende, del comercio, por lo cual a este periodo se le conoce como la “década perdida” (Gutiérrez Garza, [1985; 1988 y 1990] citado en IINSO, 2006).

68

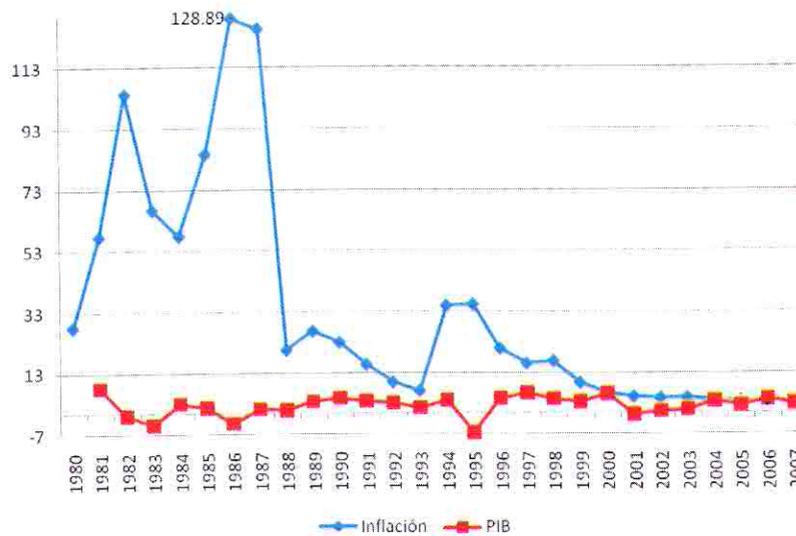


Fig. 18. Comportamiento de la inflación y el PIB en México durante 1980-2007 (fuente: Banco de México (<http://www.banxico.org.mx>)).

² Comercializador mayorista de la Ciudad de México, comunicación personal.

A principios de los noventa, después de la renegociación de la deuda externa, los flujos de capital externos aumentaron muy rápidamente y pasaron, de ser negativos en 1988, a más de 20 mil millones de dólares en 1991. En consecuencia, la tasa de crecimiento del PIB se aceleró y la inflación bajó (figura 18), lo que provocó que los niveles de consumo se elevaran, alcanzando su mejor momento en 1994 (IINSO, 2006).

Sin embargo, la devaluación que se presentó en diciembre de ese año provocó otro periodo de inestabilidad económica causando una nueva caída en el consumo. En esta ocasión el periodo de recuperación fue mucho menor al que se presentó después de la crisis de 1982, debido a que las respuestas planteadas a la crisis de 1994-1995 fueron rápidas y lograron atenuar los efectos sobre la inflación y reducir la probabilidad de una perturbación mucho más duradera de la oferta financiera (Messmacher, 2001).

La devaluación provocó una importante disminución de la importaciones de peces ornamentales, pasando de 10, 981,077 individuos en 1994 (INEGI, 1995) a 6, 242,561 en 1995 (INEGI, 1996). Esto suscitó el crecimiento de la producción nacional de peces ornamentales de agua dulce, para poder cubrir el déficit de peces en el mercado que provocó la caída de las importaciones (Ing. Felipe Cruz, 2006).³

Como se mencionó anteriormente, en las décadas de los años setenta y ochenta la mayor parte de los peces eran importados debido a que la producción nacional era muy baja; no obstante, como consecuencia de la devaluación de 1994, la producción nacional empezó a crecer de forma importante (Anibal Gastón, 2004).⁴

69

³ Comercializador mayorista de peces ornamentales de la Ciudad de México, comunicación personal.

⁴ Comercializador mayorista de peces ornamentales de la Ciudad de México, comunicación personal.

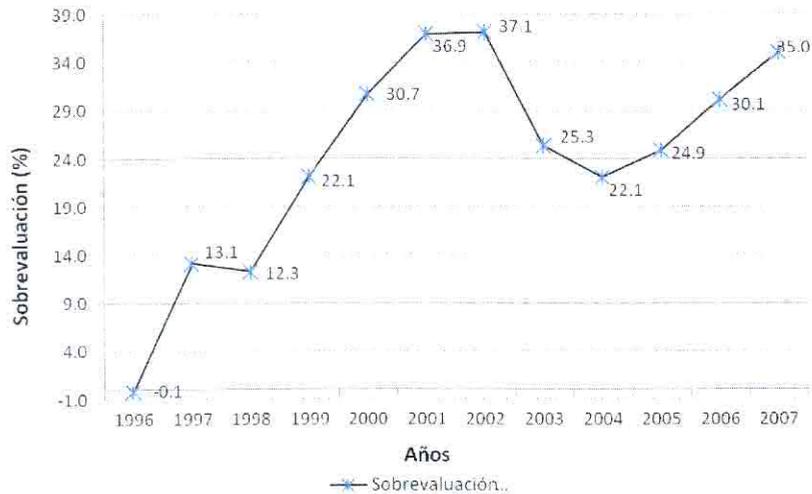


Fig. 19. Sobrevaluación del peso durante el periodo 1995-2007 (fuente: Banco de México, <http://www.banxico.org.mx>).

70

Por otra parte, desde 1996 el peso había venido presentando un proceso de sobrevaluación (figura 19), debido a un descenso en la inflación y en las tasas de interés. A lo anterior se sumó la implementación de un programa gubernamental de estabilización basado en la utilización del tipo de cambio como ancla nominal y a una política destinada a privilegiar las exportaciones, resultado de la instalación del modelo de apertura comercial internacional iniciado a mediados de los años ochenta, dirigido a captar divisas por la venta de productos no petroleros (IINSO, 2006).

Principales zonas de comercialización

De acuerdo con los resultados definitivos del Censo Económico de 2004 (INEGI, 2005b), en las 32 entidades federativas de la república mexicana existían establecimientos de mascotas en los cuales se vendían peces ornamentales. El mayor número de establecimientos se

presentaba en la zona metropolitana de la Ciudad de México (D.F. y Estado de México), y en el estado de Jalisco, seguidos por Veracruz, Guanajuato y Puebla (figura 20).

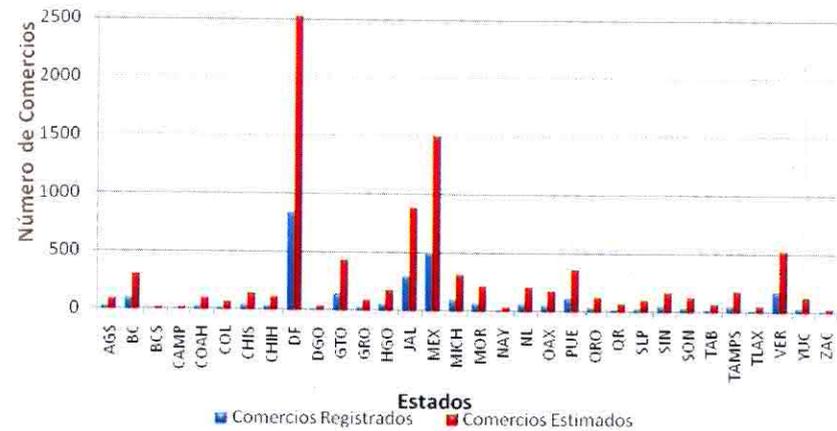


Fig. 20. Establecimientos de mascotas por entidad federativa en México (fuente: INEGI, 2005b).

71

BENEFICIOS ECONÓMICOS Y SOCIALES DE LA COMERCIALIZACIÓN DE PECES DE ORNATO

Empleo. Durante el periodo 1999-2004, el número de establecimientos que vendían mascotas creció de 3,155 (INEGI, 2001b) a 5,126 (INEGI, 2005b). No obstante, se considera que por cada negocio establecido formalmente existen al menos tres que operan de manera informal (figura 21) (Ing. Felipe Cruz, 2006),⁵ lo cual concuerda con la estimación hecha por Perry *et al.* (2007) sobre la proporción del comercio (67%) que se realiza en México de manera informal.

Por otra parte, en 2004 el número de personas empleadas en los comercios de mascotas fue de 10,252 (INEGI, 2005b), empleándose en promedio dos personas por establecimiento. Tomando en cuenta

⁵ Comercializador mayorista, comunicación personal.

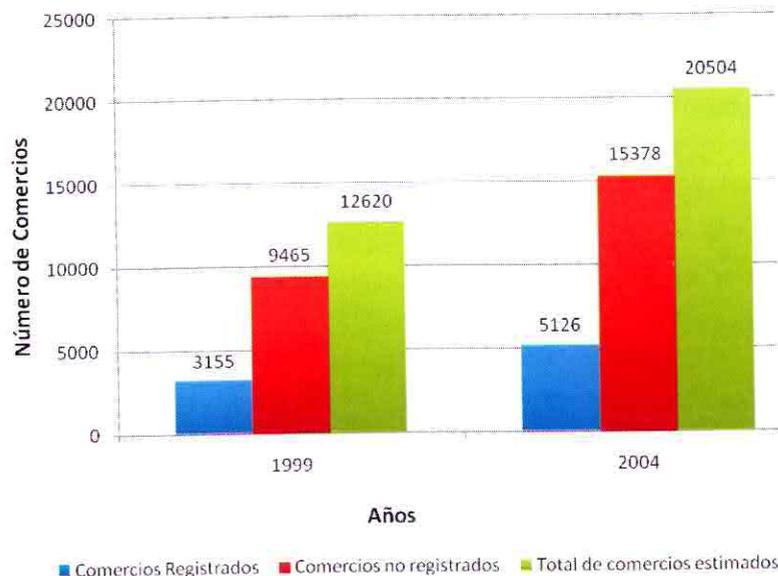


Fig. 21. Número de comercios de mascotas en México durante 1999 y 2004 (fuente: INEGI (2001b y 2005b)).

72

este promedio y el hecho que en ese año existían alrededor de 20,500 empleos, formales e informales, es posible estimar que 41,000 personas trabajaban en el comercio de peces de ornato en todo el país.

Ingresos. De acuerdo con la información estadística obtenida, las ventas de peces de ornato en México crecieron en más de 300%, pasando de aproximadamente 13 millones de individuos, en 1994, a 40 millones en 2007 (figura 22).

Sin embargo, al considerar el dato de que las importaciones se encuentran subestimadas en 15%, se puede suponer que en la actualidad se comercializan en México aproximadamente 43 millones de peces de ornato al año (figura 23). Esta comercialización debió haber generado ingresos cercanos a \$1,653 millones de pesos en 2007, a precio de menudeo, de los cuales las importaciones y la producción nacional debieron haber aportado \$848 y \$805 millones, respectivamente (figura 24).

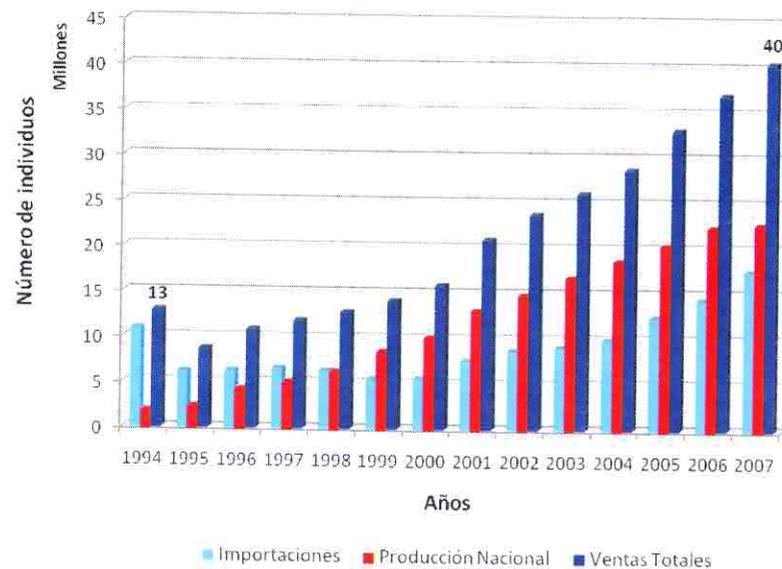


Fig. 22. Ventas de peces de ornato durante el periodo 1994-2007 (fuente: INEGI: 1994-2008; AEP: 1994-2006).

73

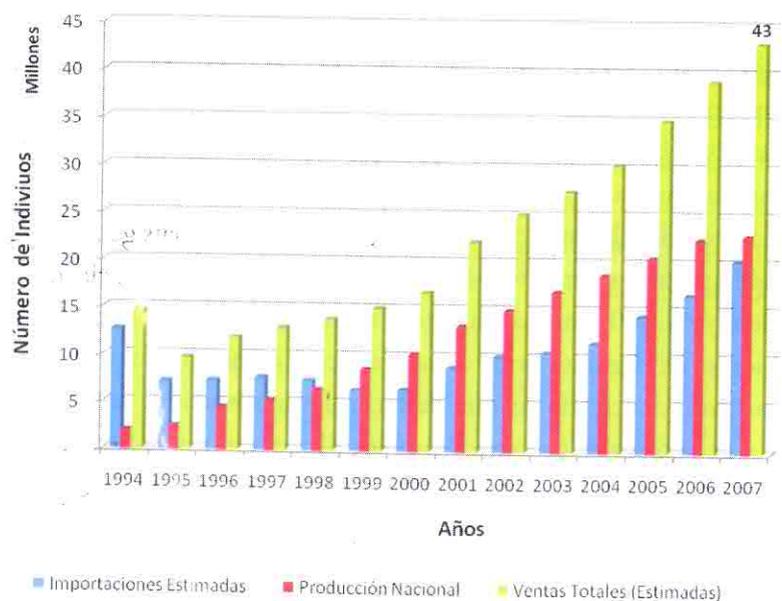


Fig. 23. Ventas estimadas de peces de ornato durante 1994-2007.

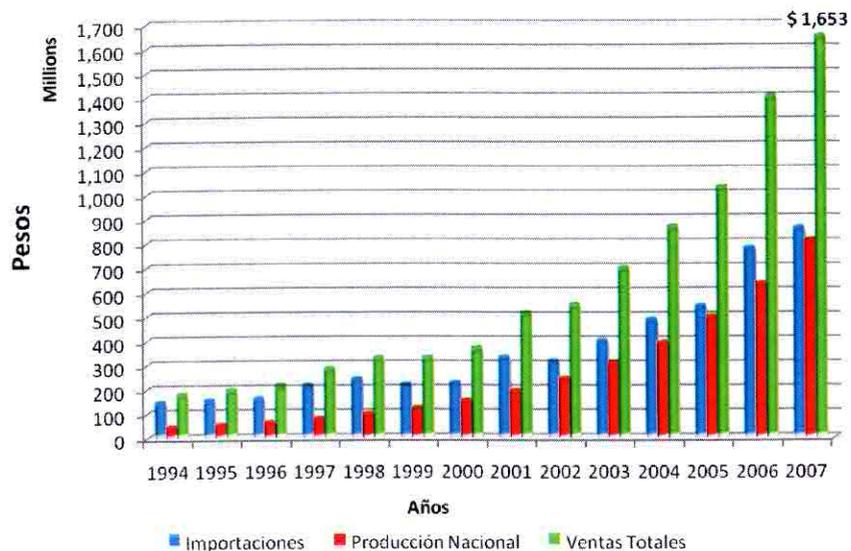


Fig. 24. Ingresos al menudeo por la venta de peces ornamentales en México en el periodo 1994-2007.

Durante los últimos quince años el comercio de peces de ornato creció en promedio 18% por año, por lo que se considera el periodo de expansión más importante que ha tenido esta actividad a lo largo de su historia en el país. Esto trajo consigo un aumento en los beneficios económicos y sociales que derivan de esta actividad.

Hoy en día el comercio de peces de ornato en el país genera ingresos de aproximadamente \$1,653 millones anuales, a precio de menudeo, y 41,000 empleos directos, adicionalmente, promueve el crecimiento de algunas otras áreas de negocio que forman parte del acuarismo, dentro de las que destacan la importación, fabricación y venta de accesorios (peceras, bombas, filtros, etc.), y la prestación de servicios (mantenimiento, asesoría, entre otras), mismas que generan ingresos aún mayores, calculados en tres veces la cantidad que representa el comercio de peces de ornato (John Dawes, 2008).⁶

⁶ Consultor Internacional de la Industria del acuarismo, comunicación personal.

NORMATIVIDAD QUE REGULA LA INTRODUCCIÓN Y MOVILIZACIÓN DE ORGANISMOS ACUÁTICOS VIVOS EN MÉXICO

Revisión del marco legal vigente. Actualmente la importación y movilización de peces de ornato de agua dulce en México son actividades productivas reguladas a través de las siguientes leyes, reglamentos y normas de carácter federal y acuerdos internacionales (véase tabla VIII).

Cumplimiento del marco normativo vigente

En las visitas realizadas a los diferentes centros de distribución localizados en la Ciudad de México (figura 25), Monterrey (figura 26) y el Centro de Acopio de la Asociación de Productores de Peces de Ornato “La Perla de Morelos”, del estado de Morelos (figura 27), así como a “puestos ambulantes” en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey (figura 28) y las áreas de recepción de carga de los aeropuertos Internacional “Benito Juárez” de la Ciudad de México, Internacional “Manuel Crescencio Rejón” de Mérida, Yucatán, e Internacional “Mariano Escobedo” de Monterrey, Nuevo León, se observó que la mayor parte de los miembros de la cadena productiva (importadores, mayoristas y detallistas) no cumplen con la mayor parte de las normas vigentes.

Tabla VIII. Marco normativo que regula la importación y movilización de peces de ornato en México.

Instrumento Jurídico	Objetivo	Fecha de publicación
Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable	Título Décimo, Art. 95, obligatoriedad del certificado de sanidad en las importaciones de organismos acuáticos vivos	24-julio-2007
	Título Undécimo, Art. 105 y 106, determinación de las actividades que requieren certificado de sanidad acuícola	
	Capítulo 11, Art. 109 al 117, medidas sanitarias que tiene por objeto prevenir, controlar, combatir y erradicar enfermedades o plagas de especies acuáticas vivas	
Ley General de Vida Silvestre	Artículos 27 y 28 establecen los requisitos para llevar a cabo el manejo de ejemplares y poblaciones exóticas	Última reforma publicada 01-febrero-2007
Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre	Art. 14 y 33 verificación de condiciones en las que se manejan ejemplares o poblaciones exóticas y especies o poblaciones en riesgo	30-noviembre-2006
Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados	Regula las actividades de utilización confinada, liberación experimental y comercial, importación, exportación y comercialización de organismos genéticamente modificados	18-marzo-2005
Ley Federal de Derechos	Art. 191-A inciso VI, derechos por la expedición del certificado de sanidad acuícola; inciso IX, derechos por la expedición del certificado de sanidad acuícola por lote para la importación de organismos acuáticos vivos; inciso X, derechos por la expedición del certificado de registro para la operación y funcionamiento de unidades de cuarentena	Última reforma publicada 01-octubre-2007
NOM-10-PESC-1993	Establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos destinados a la acuicultura y el ornato	15-julio-1994
NOM-11-PESC-1993	Regula la aplicación de cuarentenas a efecto de evitar la introducción de enfermedades certificables y notificables en la importación de organismos acuáticos	14-julio-1994
NOM-059-ECOL-2001	Determina las especies y subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones para su protección	6-marzo-2002
Convenio sobre la Biodiversidad Biológica	Considera las acciones de prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas	14-junio-1992
Protocolo de Cartagena de Bioseguridad	Pide a los países firmantes que establezcan o mantengan medios para regular, administrar o controlar la utilización y liberación de organismos vivos modificados resultado de la biotecnología	29-enero-2000
Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la Organización Mundial de Sanidad Animal	Artículo 1.3.1.2, establece las responsabilidades de los países importadores de organismos acuáticos vivos	27-agosto-2007
	Artículo 1.3.1.3, establece las responsabilidades de los países	
Convenio sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Instrumento jurídico que regula el comercio de especies silvestres amenazadas	3-marzo-1973



Foto: Carlos Ramírez

Fig. 25. Mercado de peces de ornato "Nuevo Lázaro Cárdenas" en la Ciudad de México.



Foto: Carlos Ramírez

Fig. 26. Empresa comercializadora de peces de ornato en Monterrey, N.L.

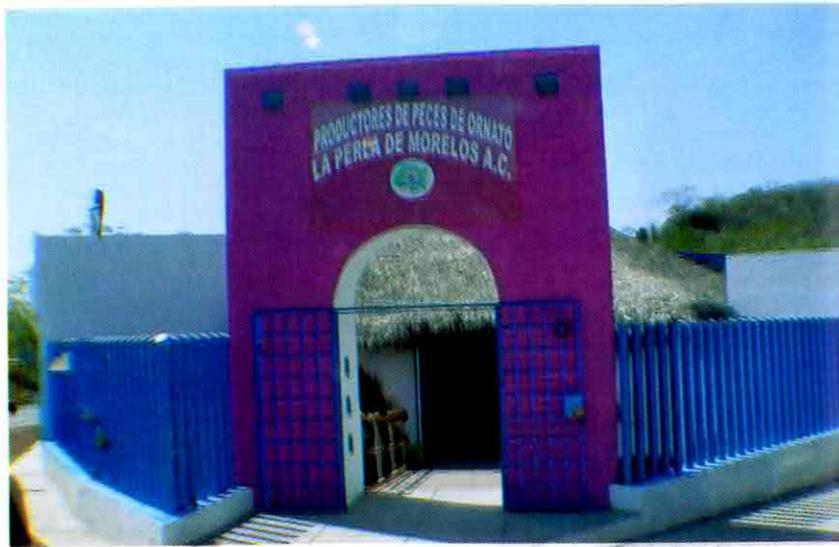


Foto: Carlos Ramírez

Fig. 27. Centro de acopio de la Asociación "La Perla de Morelos".

78



Foto: Carlos Ramírez

Fig. 28. Comercio informal de peces de ornato en la Ciudad de México.

Tomando en cuenta el marco normativo vigente, las faltas a las normas en las que más frecuentemente se incurre son las siguientes:

- a) A pesar de que todas las importaciones cumplen con el requisito de obtener los certificados de sanidad, cuando éstas se realizan no se aplican medidas para prevenir, controlar, combatir y erradicar enfermedades y plagas, por lo que sólo se cumple parcialmente con lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (DOF, 2007b).
- b) En la mayor parte de los casos, a los lotes de peces que se importan no se les realiza un diagnóstico preventivo para identificar y, en su caso, controlar y erradicar las enfermedades y plagas de las que pudieran ser portadores, por lo que no se cumple con lo establecido en la Ley Federal de Sanidad Animal (DOF, 2007a).
- c) Los peces genéticamente modificados que se importan al país no cumplen con lo establecido en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (DOF, 2005) y su reglamento (DOF, 2008).
- d) De acuerdo con la NOM-010-PESC-1993, los lotes de peces que se importan al país deben contar con una autorización zoosanitaria (expedida por la CONAPESCA) y el certificado de sanidad del lote (expedida por la autoridad correspondiente del país exportador), lo cual en muchos casos se cumple de forma parcial. Esto se debe a que una importante cantidad de peces que se importan de Estados Unidos no son producidos en ese país, sino en otras naciones, principalmente asiáticas, lo que significa que los peces son previamente importados y posteriormente reempacados para ser exportados a México, por lo que los lotes deberían contar con un certificado de sanidad expedido en el país de origen.

79

No obstante, la práctica común de los comercializadores estadounidenses es «reutilizar» los certificados de sanidad expedidos en los países de origen. Esta situación representa un riesgo debido a que los lotes de peces importados, a su paso por Estados Unidos, son recibidos y reempacados en centros de acopio, en donde se manejan varios millones de peces al año, procedentes de diferentes países con distintos niveles de control sanitario, con lo cual aumenta la posibilidad de que en estos sitios se puedan presentar problemas de transmisión de enfermedades o parásitos.

- e) En diversas ocasiones son los inspectores de las autoridades hacendarias, y no los de las autoridades encargadas de proteger el medio ambiente, los que verifican si los lotes de peces que se importan cumplen con los requisitos establecidos en la NOM-010-PESC-1993, lo que provoca que se cumpla parcialmente con el proceso de inspección que se debe realizar.
- f) A pesar de que se ha demostrado que peces introducidos al país por medio del acuarismo han sido liberados en ambientes naturales, convirtiéndose en especies invasoras, lo que ha puesto en riesgo la sobrevivencia de la flora y la fauna nativa de importantes regiones ecológicas, como el caso del cíclido “Joya” (*Hemichromis guttatus*) en Cuatro Ciénegas, Coahuila (Contreras-Balderas y Ludlow, 2003), o bien, que han causado afectaciones importantes a pesquerías continentales, causando graves problemas económicos y sociales, como el caso de los peces de la familia *Loricariidae* en la presa “Adolfo López Mateos” (Infiernillo) (Mendoza-Alfaro, *et al.*, 2007; Mendoza-Alfaro *et al.*, 2009b), las autoridades correspondientes no han limitado la importación de estos organismos tal y como está previsto en el inciso 4.4 de la NOM-010-PESC-1993.
- g) En la mayor parte de los casos, las importaciones no cumplen con el periodo de cuarentena establecido en la NOM-011-

PESC-1993, el cual es de siete días, ya que los lotes importados son trasladados el mismo día del aeropuerto Internacional “Benito Juárez” de la Ciudad de México hacia los diferentes centros de acopio y comercialización ubicados en esta ciudad, especialmente a los mercados públicos “Emilio Carranza” y “Nuevo Lázaro Cárdenas”. En estos mercados, la mayor parte de los peces son “reembolsados” para ser redistribuidos de inmediato a los centros de venta al consumidor final, ubicados en la zona metropolitana de la Ciudad de México y el interior de la república, procedimiento que además carece de la aplicación de medidas de bioseguridad. El resto de los lotes son colocados, para su exhibición y venta, en las peceras de los negocios mayoristas, las cuales carecen del certificado de sanidad correspondiente; así como de medidas de bioseguridad que eviten la fuga de peces exóticos que eventualmente pudieran convertirse en invasores o bien provocar el ingreso y propagación de enfermedades o parásitos al país.

- h) Muy pocas unidades de cuarentena que cuentan con registro oficial, no cumplen con las especificaciones de diseño y con el funcionamiento señalado en la NOM-011-PESC-1993.
- i) En el proceso de redistribución de los lotes de peces importados o producidos en el país, los comercializadores y detallistas no observan las recomendaciones hechas por el Código Sanitario para los Animales Acuáticos de la Organización Internacional de Epizootias (OIE, 2006b) sobre la forma de utilizar y reutilizar los materiales de empaque.
- j) Debido al desconocimiento técnico de los inspectores, tanto hacendarios como de protección al medio ambiente, algunos importadores introducen especies de peces de agua dulce consideradas como amenazadas sin contar con el certificado de CITES correspondiente.

Propuestas para mejorar el marco regulatorio

Aunque la normatividad que regula la importación, movilización y comercio de peces ornamentales de agua dulce en México contiene, en general, los principios y normas básicos propuestos por la legislación internacional (CBD, Protocolo de Cartagena; Código Sanitario de la OIE y OIRSA y CITES) para evitar el ingreso y propagación de enfermedades y especies acuáticas invasoras, el mayor problema es que no se cumplen. En parte, esto se debe a que los importadores y comercializadores consideran inadecuadas estas reglamentaciones, así como a la falta de capacidad de las instituciones gubernamentales para aplicar y verificar su cumplimiento.

De ahí que resulte urgente realizar una revisión y eventual adecuación del marco normativo vigente, a través de un análisis colectivo llevado a cabo por las instituciones responsables del fomento productivo (CONAPESCA y gobiernos de los estados), la protección del medio ambiente (SEMARNAT, INE y CONABIO), la inspección y vigilancia (PROFEPA); la academia (especialistas de universidades e institutos de investigación) y, por supuesto, los miembros de toda la cadena productiva (importadores, grandes comercializadores, detallistas, productores nacionales), exhibidores (zoológicos y acuarios) e incluso representantes de las agrupaciones de acuaristas.

Dicha revisión deberá basarse en las siguientes consideraciones:

- a) Contar con leyes específicas para realizar la introducción y movilización de especies acuáticas exóticas (Aguirre y Mendoza-Alfaro, 2009).
- b) Reconocer la relación directa que existe entre el comercio mundial de peces ornamentales y la introducción de especies acuáticas invasoras (Burgiel *et al.*, 2006).
- c) Advertir que la introducción indiscriminada y sin ningún con-

trol sanitario de organismos acuáticos vivos, de un país a otro, y dentro del mismo país, ha sido el mecanismo a través del cual se han introducido y dispersado enfermedades que han afectado negativamente a las poblaciones nativas de organismos acuáticos, provocando su disminución y, en algunos casos, colocándolas al borde de la extinción (Courtenay y Stauffer, 1990; CBD, 1992; Contreras-MacBeath, 1996; Tlustý, 2002; MacDiarmid y Pharo, 2003; Mc Dowall, 2004; AAHC, 2005; Coop *et al.*, 2005; Weigle *et al.*, 2005; OIE, 2006b; Ramírez-Martínez y Mendoza-Alfaro, 2005; Contreras-Balderas *et al.*, 2008).

- d) Establecer disposiciones para el funcionamiento seguro de centros de acopio, distribución y comercialización, primordialmente para aquéllos dedicados al mayoreo, tomando en cuenta regulaciones que han demostrado ser viables en países con condiciones sociales y económicas similares al nuestro, como el caso de la norma legal que regula el funcionamiento de los acuarios comerciales en la República del Perú (DO, 2001). Adicionalmente, sería pertinente considerar la aplicación de medidas de bioseguridad en el diseño y operación de este tipo de centros, con las cuales se puedan evitar los continuos escapes de organismos de especies exóticas y agentes patógenos causantes de enfermedades.
- e) Establecer un sistema de certificación de acuarios, utilizando metodologías probadas como la propuesta por la Asociación Americana de Zoológicos y Acuarios (AZA, 2005), cuya implementación se sugiere sea voluntaria.
- f) Llevar a cabo campañas educativas dirigidas a comercializadores y acuaristas, para dar a conocer los riesgos que la importación, movilización y comercialización de peces de especies exóticas representan para el medio ambiente natural y la forma en

que dichos riesgos pueden ser controlados, o bien disminuidos, a lo largo de todas las fases del proceso de comercialización.

- g) Capacitar a las autoridades vinculadas con la expedición de permisos de transporte de animales acuáticos vivos destinados al ornato sobre la aplicación del Análisis de Riesgo como instrumento para que permita disminuir la liberación de especies exóticas en ambientes naturales.

De acuerdo con la información proporcionada por importadores y comercializadores, y con base en las observaciones realizadas en las visitas llevadas a cabo a los principales centros de acopio y comercialización del país, existe una gran reticencia por parte de la mayoría de los miembros de la cadena productiva (importadores, mayoristas y detallistas) para cumplir con el marco normativo vigente, debido a diferentes razones, dentro de las cuales destacan:

- a) Los costos económicos que implica el cumplimiento de la normalización, por ejemplo, la adecuación y operación de instalaciones para realizar un manejo adecuado del transporte (unidades de aclimatación y cuarentena).
- b) Las pérdidas de organismos que ocurren a menudo durante el periodo de cuarentena de siete días, que establece la NOM-011-PESC-1993, y los gastos de mantenimiento de dichos organismos durante este mismo periodo.
- c) El desconocimiento del marco regulatorio.
- d) El hecho de que una importante cantidad de comercializadores, primordialmente detallistas, trabajen en la informalidad, un medio que se encuentra fuera de la aplicación de todo tipo de normalización.

Aunado a esta situación se encuentra el hecho de que la institución encargada de vigilar el cumplimiento del marco normativo (PROFEPA) no tiene suficiente personal para llevar a cabo las labores de inspección y aplicación de la ley, y el personal con el que cuenta no se encuentra debidamente capacitado.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

CONCLUSIONES

La producción y comercialización de peces de ornato a nivel mundial creció sustancialmente durante los últimos 20 años, generando grandes beneficios económicos y sociales. Sin embargo, la expresión de los riesgos ecológicos relacionados con estas actividades, como la propagación de enfermedades, parásitos y especies exóticas invasoras en ambientes acuáticos naturales, también se incrementó.

Actualmente se considera que a nivel mundial el acuarismo es una de las principales vías de introducción de especies invasoras en ecosistemas acuáticos naturales. Debido a esto, y a otros riesgos ecológicos y económicos que esta actividad productiva implica, se ha venido generando una creciente presión por parte de distintos sectores de la sociedad para que se lleve a cabo de forma sustentable.

Durante los últimos quince años (1993-2007) se presentó el mayor crecimiento de la industria del acuarismo en el país. Los principales factores que impulsaron este crecimiento fueron los cambios en las preferencias de mascotas tradicionales hacia organismos más pequeños, más económicos y con menores cuidados para su mantenimiento en cautiverio, así como a la aparente estabilidad que presentó la economía de nuestro país durante este periodo, lo que provocó un aumento en los niveles de consumo.

Actualmente se comercializan al año aproximadamente 43 millones de peces de ornato de agua dulce, de los cuales 52% se produce

en más de 250 granjas que se encuentran establecidas en 20 estados de la república, y 48% se importa primordialmente de Asia, a través de Estados Unidos y Sudamérica.

La producción y comercialización de peces de ornato en México produce ingresos superiores a los 1,650 millones de pesos al año, y genera más de 41,000 empleos directos. Las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey son las principales consumidoras de peces ornamentales.

A nivel nacional, la producción de este tipo de peces se incrementó sustancialmente (de 2 millones en 1993 a 23 millones en 2007), debido a que las devaluaciones del peso de finales de los ochenta y principios de los noventa provocaron la caída de las importaciones, en conjunto con apoyos brindados por instituciones gubernamentales a productores, especialmente del estado de Morelos.

88 Gran parte de los riesgos ecológicos que derivan de la producción de peces ornamentales en el país se encuentran vinculados con la poca tecnificación de los sistemas de cultivo, la ausencia de sistemas de bioseguridad y nula aplicación de medidas preventivas como el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP).

Aunque el volumen de organismos que aportan las importaciones y la producción interna al mercado nacional son similares (aproximadamente 50% cada una), las importaciones contribuyen con 90% de las más de 800 especies y variedades que se comercializan cada año.

Al igual que la producción, los procesos relacionados con la importación, acopio y distribución de peces de ornato en México se realizan bajo condiciones inadecuadas desde el punto de vista técnico y de bioseguridad.

La comercialización de peces de ornato ofrece grandes beneficios económicos y sociales (empleo e ingresos), de igual forma, la piscicultura ornamental representa una importante opción para productores que viven en comunidades rurales.

A pesar de la importancia y magnitud que tiene la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México, las instituciones encargadas de promoverlas y regularlas, hasta ahora le han brindado poca atención, contribuyendo así a que se realicen de manera no sustentable. Adicionalmente, estas actividades no cuentan con un marco jurídico específico adecuado, ni con programas institucionales que permitan preservar y, en su caso, aumentar los beneficios económicos y sociales que generan.

RECOMENDACIONES GENERALES

Con el fin de promover que la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en el país se conviertan en actividades productivas sustentables, es necesario apoyar el diseño y operación de un programa de modernización de la planta productiva y de comercialización de peces ornamentales, la cual considere la creación de un grupo de trabajo multidisciplinario en el que participen funcionarios de las instituciones responsables del fomento productivo (CONAPESCA, INAPESCA y gobiernos de los estados), la protección del medio ambiente (SEMARNAT, INE y CONABIO), la inspección y vigilancia (PROFEPA y CONAPESCA), la academia (especialistas de universidades e institutos de investigación), miembros de la toda la cadena productiva (importadores, grandes comercializadores, detallistas, productores nacionales), exhibidores (zoológicos y acuarios) y representantes de las agrupaciones de acuaristas. Dicho programa debería contemplar los siguientes objetivos:

- a) Elaborar un padrón electrónico de productores y comercializadores de peces de ornato de todo el país, el cual contenga la ubicación georreferenciada de las unidades (producción o comercio), sus características generales (capacidad de producción

o acopio), tipo de sistema utilizado (producción y acopio), especies o variedades que maneja (cultivadas, importadas o comercializadas), y origen o destino de los peces (producidos, importados o comercializados). Dicho padrón le permitiría a las instituciones públicas potenciar los resultados de sus planes y programas orientados a mejorar la producción y comercialización de peces de ornato en el país.

- b) Realizar las adecuaciones al marco jurídico que regula la producción y comercialización de peces de ornato que se sugieren en la presente investigación y, en caso de requerirse, proponer normas *ad hoc*.
- c) Apoyar el crecimiento de la producción para aumentar su participación en el mercado nacional, a través de la sustitución de importaciones, además de incentivar su incursión en los mercados de exportación, lo que generaría una mayor actividad comercial, aumentando el número de empleos e ingresos que derivan de dichas actividades.
- d) Crear un fondo de financiamiento (capital de riesgo) para la planta de producción y comercialización de peces de ornato, la cual busque inducir la organización de los productores para que tengan acceso a mejores técnicas productivas, administrativas y de mercado que les permitan ser más eficientes y competitivos.
- e) Otorgar créditos (con tasas de interés bajas) y proporcionar incentivos fiscales (exención de obligaciones fiscales por un tiempo determinado, subsidios para la adquisición de materias primas y descuentos en servicios proporcionados por el Estado) para los productores y comercializadores ecológicamente responsables.
- f) Promover la aplicación de medidas de bioseguridad y buenas prácticas de manejo en la planta productiva y de comercialización de peces de ornato.

- g) Implementar un sistema de monitoreo para realizar la detección temprana de especies exóticas invasoras en ambientes naturales de nuestro país, especialmente aquéllas en zonas cercanas a los centros de producción, importación, acopio y distribución.
- h) Implementar el Análisis de Riesgo como un método obligatorio para evitar el ingreso de especies exóticas potencialmente invasoras a nuestro país.
- i) Fortalecer las capacidades técnicas y materiales de los Comités Estatales de Sanidad Acuícola para que realicen la detección temprana de especies acuáticas exóticas invasoras en ambientes naturales, especialmente en aquellas zonas cercanas a los centros de producción, acopio y comercialización.
- j) Establecer un programa permanente de educación ambiental dirigido a productores, comercializadores y consumidores, con el fin de hacerlos conscientes de los riesgos que representa el acuarismo y la forma en que éstos se pueden reducir.

Recomendaciones particulares para modernizar la planta de producción de peces de ornato en México

A pesar del importante crecimiento que ha tenido el volumen de producción de peces ornamentales en los últimos años, la calidad de los peces producidos sigue siendo baja, debido a la mala calidad genética y sanitaria de los reproductores que se utilizan y el agua de mala calidad que utilizan los cultivos; además de que las granjas no cuentan con personal debidamente capacitado e infraestructura adecuada y equipo suficiente. De esta situación se deriva la urgencia por promover una política de modernización de la planta productiva que considere las siguientes líneas de acción:

- 92
- a) Promover el revestimiento de las paredes de los estanques de las unidades de producción, así como la colocación de protecciones contra depredadores (pájaros, roedores, anfibios, reptiles, etc.) y el establecimiento de cercos perimetrales en las granjas. Esto con el fin de disminuir la presencia de enfermedades y parásitos en los cultivos, así como la pérdida de individuos cultivados por depredación o robo.
 - b) Establecer un programa permanente de mejoramiento de la calidad del agua para cultivo a través de la instalación de medios de filtración en los sistemas de alimentación, mantenimiento y limpieza de los sitios de abasto (presas y manantiales), y el mejoramiento de las obras de conducción de agua.
 - c) Promover el cuidado, preservación y restauración de las áreas de captación (cuencas) en donde se generan los recursos hidrológicos utilizados por las granjas, en conjunto con las autoridades encargadas de administrar el agua utilizando para ello programas institucionales vigentes como ProÁrbol (reforestación), Servicios Ambientales y Prevención y Control de Incendios (CONAFOR), entre otros.
 - d) Establecer un programa de crianza de reproductores operado por productores certificados, universidades e institutos de investigación que cuenten con instalaciones, equipo y personal con experiencia.
 - e) Promover la capacitación del personal técnico encargado de operar las granjas en temas como el mejoramiento productivo, prevención y control de enfermedades y la aplicación de medidas de bioseguridad.
 - f) Desarrollar manuales de buenas prácticas de manejo y bioseguridad para el cultivo de peces ornamentales, bajo la supervisión de expertos, que considere temas como la selección adecuada del sitio para el establecimiento de granjas, diseño y

- operación de unidades de producción, programas de monitoreo y control de agua, alimentos y medicamentos, así como la instalación y operación de sistemas que eviten la liberación de especies exóticas potencialmente invasoras, parásitos y enfermedades a ecosistemas acuáticos naturales.
 - g) Instalar un programa permanente de monitoreo de la calidad sanitaria de los cultivos, tanto en las granjas como en los cuerpos de agua aledaños, con el fin de prevenir y controlar la entrada y liberación de especies potencialmente invasoras y enfermedades. Estas actividades podrían estar a cargo de una Red de Diagnóstico, constituida por laboratorios de referencia debidamente acreditados, localizados en los estados con mayor número de granjas en el país, cuya coordinación podría estar a cargo de los Comités Estatales de Sanidad Acuícola y el SENASICA.
 - h) Fomentar la aplicación del Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) a los procesos de producción que utilizan los productores de peces de ornato, lo que les permitirá identificar y, en su caso, evitar o controlar anticipadamente riesgos que esta práctica productiva implica.
 - i) Implementar la denominación de origen para llevar un mejor control de los organismos cultivados producidos en las diferentes zonas del país.
 - j) Promover un programa de investigación y desarrollo, operado por instituciones académicas, dirigido a fomentar el cultivo de especies nativas.
 - k) Instalar un programa de educación ambiental dirigido a productores, con el fin de promover entre ellos una cultura de protección, y en su caso de recuperación de ambientes acuáticos naturales.
- 93

Recomendaciones particulares para modernizar la planta de comercialización de peces de ornato en México

El comercio de peces de ornato creció en promedio 18% anualmente, durante los últimos quince años, por lo que se considera el periodo de expansión más importante que ha tenido esta actividad a lo largo de su historia en el país. Esto trajo consigo el aumento de los beneficios económicos y sociales que derivan de esta actividad.

Hoy en día el comercio de peces de ornato en nuestro país genera un importante número de empleos e ingresos. Adicionalmente, promueve el crecimiento de algunas otras áreas de negocio que forman parte del acuarismo, dentro de las que destacan la importación, fabricación y venta de accesorios (peceras, bombas, filtros, etc.), y la prestación de servicios (mantenimiento, asesoría, entre otras), mismas que generan ingresos aún mayores, calculados en tres veces la cantidad que representa el comercio de peces de ornato. Sin embargo, este importante crecimiento no se ve reflejado en un orden y profesionalización del comercio.

El incumplimiento del marco normativo vigente, que regula el comercio de peces de ornato, representa sin duda uno de los riesgos más graves para el medio ambiente de nuestro país, pero, además, resulta contrario a los intereses de aquellos comercializadores que se esfuerzan por acatar la ley, ya que invierten tiempo y dinero para cumplir con los requisitos que establece el marco normativo vigente, lo que paradójicamente los pone en desventaja frente a aquéllos que no lo cumplen. Esta situación provoca que los intereses de los comercializadores que buscan cumplir con la ley se encuentren lesionados por los productores y comerciantes sin escrúpulos (Almenara-Roldán, 2001).

Por otra parte, el hecho de que tres de cada cuatro establecimientos que comercializan peces ornamentales en el país pertenezcan al comercio informal representa un doble riesgo: en primer lugar para

el comercio formalmente establecido, debido a que la competencia desleal le ocasiona importantes pérdidas económicas; y en segundo lugar para el medio ambiente natural, ya que este tipo de comercio no cumple con el marco normativo vigente, lo que provoca que los riesgos ecológicos que implica esta actividad productiva se expresen con mayor frecuencia e intensidades.

Toda esta situación, sumada al proceso de expansión que el acuarismo ha experimentado en nuestro país ha provocado un aumento de registros de peces exóticos utilizados en el acuarismo en ambientes acuáticos continentales de nuestro país.

Por todo esto, continuación se emite una serie de recomendaciones orientadas a promover la modernización de la planta de comercialización:

- a) Establecer disposiciones para el funcionamiento seguro de centros de acopio, distribución y comercialización, primordialmente aquéllos dedicados al mayoreo. Asimismo, sería pertinente considerar la aplicación de medidas de bioseguridad en el diseño y operación de este tipo de centros, con las cuales se puedan evitar los continuos escapes de organismos de especies exóticas o agentes patógenos causantes de enfermedades. Es necesario contar con un fondo crediticio con recursos públicos que apoye a los comercializadores dispuestos a cumplir estas disposiciones.
- b) Brindar capacitación y asesoría técnica al personal que labora en centros de acopio y comercialización para que puedan realizar la detección temprana y control de enfermedades y parásitos en los peces que se comercializan.
- c) Establecer un sistema de certificación de acuarios, cuya implementación se sugiere sea voluntaria, y al mismo tiempo estimular el desarrollo de campañas que promuevan la compra de ejemplares certificados.

- d) Propiciar, con el apoyo de comercializadores detallistas, mayoristas y académicos, el intercambio de ejemplares no deseados por los acuaristas, con el fin de evitar la liberación de éstos en ambientes acuáticos naturales.
- e) Fomentar la aplicación del análisis de riesgos a los procesos de comercialización, lo que les permitirá identificar y, en su caso, evitar o controlar anticipadamente riesgos que esta práctica productiva implica.
- f) Establecer centros de verificación de calidad sanitaria de organismos acuáticos que se comercialicen en México, apoyados por la Red constituida por laboratorios de referencia, debidamente acreditados, en los principales centros de acopio y distribución de este tipo de organismos en la república mexicana (ciudades de: México, Guadalajara, Puebla, Veracruz, Tijuana y Monterrey), las cuales cuentan con un gran número de consumidores, además de funcionar como centros de redistribución regional, debido a su localización geográfica y las capacidades de carga, número de vuelos y puntos de destino con los que cuentan sus aeropuertos: Sur y Sureste, Puebla y Veracruz; Occidente, Guadalajara; Noreste, Monterrey y Noroeste Tijuana.

En la medida en que la industria del acuarismo en nuestro país continúe creciendo sin que se apliquen las regulaciones vigentes o se realicen las adecuaciones al marco normativo señaladas anteriormente, crecerá la posibilidad de que se incrementen los impactos ecológicos derivados de esta actividad productiva, repercutiendo en la pérdida de ambientes naturales y especies, cuyo costo será, a corto plazo, mayor a los beneficios económicos que actualmente genera este sector.

REFERENCIAS

- AAHC (Aquatic Animal Health Committee). 1995. AQUAPLAN 2005-2010. *Australia's National Strategic Plan for Aquatic Animal Health*. Canberra, Australia. 52 p.
- Adams, Ch., M Sherry, R. Larkin., Degner, D.J. y J.W. Milon. 2000. *International Trade in Live, Ornamental "Fish" in the U.S. and Florida*. National Sea Grant College Program of the U.S. http://www.agmarketing.ifas.ufl.edu/pubs/2000s/mo_trade.pdf
- Aguilar B. S. 1990. *Dimensiones ecológicas del estado de Morelos*. Cuernavaca, Morelos. CRIM-UNAM.
- Aguirre, A. y Mendoza-Alfaro, R. 2009. "Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía". En: *Capital Natural de México Volumen 1: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. En prensa.
- Almenara Roldán, S. 2001. "The Current Status of the Aquarium Industry in México". *OFI Journal* (35): 1- 3.
- Álvarez-Jasso, M. 2004. "La introducción de peces ornamentales en México a través de las importaciones durante el año 2001 y su ordenamiento". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 75 p.
- Andrews, C. 1990. *The ornamental fish trade and fish conservation*. *Journal of Fish Biology*. 37 (Supplement A): 53-59.
- AquaFair. 2006. *Ornamental Fish Industry in Malaysia*. AquaFair Malaysia. <http://www.aquafairmalaysia.com/generalinformation.html>
- Ayala, G.A.V., Schwentesius, R.R.E. y Almaguer, V.G. 2008. "La competitividad del frijol en México". *El Cotidiano*. Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. (147): 81-89.
- AZA (American Zoo and Aquarium Association) 2005. *Guide to accreditation of zoological parks and aquariums*. AZA Executive Office. Silver Spring, MD. 69 p.
- Banco de México (2007). *Indicadores financieros y económicos, México*. <http://www.banxico.org.mx>
- Bartley, D. 2000. "Responsible Ornamental Fisheries". *FAO Aquaculture Newsletter* (24):10.
- Bass, G. Shafland, P. y Wattendorf, B. 2008. *Freshwater fishes of Florida*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. http://floridafisheries.com/fishes/sci_name.html

- Bassleer, G. 1994. "The international Trade in Aquarium/Ornamental Fish". *Infofish International* (5): 15-17.
- Bomford, M. y Glover, J. 2004. "Risk assessment model for the import and keeping of exotic freshwater and estuarine finfish. A report produced by the Bureau of Rural Sciences for The Department of Environment and Heritage". *Bureau of Rural Sciences*, Canberra, Australia. 125 p.
- Brian, C., C.S. Tamaru, Bailey, R. 1999. *Shipping Practices in the Ornamental Fish Industry. Sea Grant Extension Service*. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture. 22 p.
- BTFP (Bio Trade Facilitation Programme). 2005. *Grupos de productos apoyados por el BTFP: impacto sobre la conservación y uso sostenible de la Biodiversidad*. Technical Updates. United Nations Conference on Trade and Development. 8 p.
- Burgiel, S., G. Foote, M. Orellana y A. Perrault. 2006. *Invasive Alien Species and Trade: Integrating Prevention Measures and International Trade Rules*. Center for International Environmental Law and Defenders of Wildlife. 54 p.
- Carabias, J., R. Landa, J. Collado y Martínez, P. 2005. *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. El Colegio de México. Fundación Gonzalo Río Arronte. México. 221 p.
- CBD (Convenio Sobre la Diversidad Biológica). 1992. *Principios rectores provisionales para la prevención, introducción y mitigación de impactos de especies exóticas*. <http://www.cbd.int/>
- Chapman, F.A. 2000. "Ornamental fish culture in freshwater". pp. 602-610. In *Encyclopedia of Aquaculture*, R.R. Stickney (Ed). John Wiley and Sons, Inc. Texas, USA: pp. 602 - 610.
- Chapman, F.A., S. Fitz-Coy, E. Thunberg, J.T. Rodrick, C.M. Adams y M. Abdre. 1994. *An Analysis of the United States of America International Trade in Ornamental Fish*. University of Hawaii Sea Grant: Honolulu.
- Chapman, F.A., S. Fitz-Coy, E. Thunberg, J.T. Rodrick y CM Adams. 1997. "United States of America Trade in Ornamental Fish". *Journal of the World Aquaculture Society* 28: 1-10.
- Chao, N.L., y Prang, G., 1997. *Project Piaba-towards a sustainable ornamental fishery in the Amazon*. *Aquarium Sci. Conserv.* (1): 105-111.
- Chao, N.L., Petry, P. y S. Dowd. 2001. *A manutenção e o desenvolvimento sustentável da piscaria de peixes ornamentais na bacia do médio Rio Negro, Amazonas, Brasil*. Project Piaba. 12 p.
- Chao, N.L. y Prang, G., 2002. "Decade of project Piaba: reflections and prospects". *OFI Journal* (39):1-9.
- CECADER (Centro de Calidad para el Desarrollo Rural). 2008. *Cultivo de Tilapia en jaulas flotantes*. SAGARPA. Boletín 47. <http://www.cecader.gob.mx/boletin/b47/experiencias/experiencia2.htm>
- CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.). 2005. *Historia de la acuicultura*. <http://acuicultura.cicese.mx/historia.htm>
- CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad). 2009. *Análisis HACCP*. http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/An%C3%A1lisis_HACCP
- CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca). 2005. *Respuesta a la consulta número 00008000050305 del Instituto Federal de Acceso a la Información Pública*. Documento Oficial. México.
- Consumer. 2003. *El comercio de peces exóticos pone en peligro su supervivencia, según un informe de la ONU*. http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/2003/11/17/91155.php
- Contreras Y.J. 1993. *Proyecto de factibilidad técnica y económica para la instalación de un centro de producción de peces ornamentales en el rancho «San Eligius» en el ejido «La Pedrera» municipio de Altamira, Tamaulipas, México*. Reporte Técnico.
- Contreras-Balderas, S. 1976. *Impacto ambiental de obras hidráulicas*. 1ª. Edición. Dirección General del Plan Nacional Hidráulico, SRH. Informes Técnicos 129 p.
- Contreras-Balderas, S. 2005. *Peces Exóticos Invasivos de agua dulce en México*. En trámite de impresión.
- Contreras-Balderas, S. y M.A. Escalante. 1984. "Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico", p. 102-130. In W. R. Courtenay, Jr. and J. R. Stauffer, Jr. [ed.] *Distribution, biology and management of exotic fishes*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Contreras-Balderas, S. y Ludlow, A.M. 2003. *Hemichromis guttatus Günther, 1862 (Pisces: Cichlidae), nueva introducción en México, en Cuatro Ciénegas, Coahuila. Vertebrata mexicana*. (12): 1-5.
- Contreras-Balderas, S., G. Ruiz-Campos, J. J. Schmitter-Soto, E. Díaz-Pardo, T. Contreras-McBeath, M. Medina-Soto, L. Zambrano-González, A. Varela-Romero, R. Mendoza-Alfaro, C. Ramírez-Martínez, A. Leija-Tristán, P. Almada-Villela, D. A. Hendrickson y Lyons, J. 2008. *Freshwater fishes and water status in México: A country-wide appraisal*. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 11(3):246-256, 2008.
- Contreras-MacBeath, T. 1996. "Peces nativos versus peces introducidos". En: *Tópicos selectos de biología I*. Monroy, R., S. Santillán y H. Colín (Eds.). SEP-FOMES: pp. 134-145.
- Contreras-MacBeath, T., Mejía, M.H., Carrillo, W.R. 1998. *Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos, México from introduced aquarium and other commercial fish*. *Aquarium Sciences and Conservation*. (2): 67-78.
- Coop, G.H., K. Wesley y L. Vilizzi. 2005. *Pathways of ornamental and aquarium fish introductions into urban ponds of Epping Forest (London, England): the human vector*. *J. Appl. Ichthyol.* (21):263-274.
- Courtenay, W.R., Jr. 1995. *The case for caution with fish introductions*. *American Fisheries Society Symposium* 15: 413-424.
- Courtenay, W.R., Jr. y J.E. Deacon 1983. *Status of introduced fishes in certain spring systems*

- in *Southern Nevada*. *Great Basin Naturalist* 42:361-366.
- Courtenay, W.R., Jr., y J.R. Stauffer, Jr. 1990. "The introduced fish problem and the aquarium fish industry". *Journal of the World Aquaculture Society* 21: 149-159.
- Courtenay, W.R., Jr. y J.D. Williams. 1992. "Dispersal of exotic species from aquaculture sources, with emphasis on freshwater fishes". In: A. Rosenfield and R. Mann, eds. *Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*. Maryland Sea Grant College, College Park. pp 49-81.
- Courtenay, W.R., Jr., D.A. Hensley, J.N. Taylor, y J.A. McCann. 1984. "Distribution of exotic fishes in the continental United States". Pages 41-77 in W.R. Courtenay, Jr., and J.R. Stauffer, Jr., editors. *Distribution, biology and management of exotic fishes*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Craig A.W. y Shireman, J.V. 2002. *Production of Ornamental Aquarium Fish*. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). University of Florida. 4 p.
- Crossman, E.J. 1991. *Introduced freshwater fishes: a review of the North American perspective with emphasis on Canada*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48 (Suppl. 1): 46-57.
- Daquila, T. y Chin H. 2002. "Singapore in the Global Economy: the Case of the Ornamental Fish Industry". *Journal of Asian Business*. (18): 63-78.
- Davenport, K. 1996. *Characteristics of the current trade in ornamental fish, with special reference to the European Union*. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 15(2): 435-443.
- Dawes, J. 1998. *International experience in ornamental marine species management. Part 1: perspectives*. *Ornamental Fish Int. J.*, 26, February 1999. <http://www.ornamental-fish-int.org/marinespecies1.htm>
- Dawes, J. 2007. *Singapore still the "Ornamental Fish Capital of the World"*. *Country Report*. *Aquarama Magazine* (8): 17-20.
- De la Vega-Salazar, M.Y. 2003. "Situación de los peces dulceacuícolas en México". *Ciencias* (72): 20-30.
- Dextrase, A.J. y M.A. Coscarelli. 1999. "Intentional Introductions of Nonindigenous Freshwater Organisms in North America". In: Renata Claudi and Joseph H. Leach, eds. *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, Biology, and Impacts*. Lewis Publishers. pp. 57-98.
- DO (*Diario Oficial*). 2001. "Disposiciones para el funcionamiento de acuarios comerciales". *El Peruano*. Reformas publicadas el 29 de junio de 2001. XIX (7677): 205473-205474.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1981. Ley Federal de Derechos. 31 de diciembre de 1981. Últimas reformas publicadas el 21 de diciembre de 2005. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1988. Decreto por el que se expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. 28 de enero de 1988. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1992. Decreto por el que se expide la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada 29 de abril de 2004. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1994a. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Última reforma publicada 29 de agosto de 2002. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1994b. Norma Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional. 15 de junio de 1994. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1994c. Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. 14 de julio de 1994. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 24 de junio de 1996. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2000a. Decreto por el que se expide la Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada 01 de febrero de 2007. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2000b. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 30 de mayo de 2000. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2002. Decreto por el que se expide la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio. Lista de Especies en Riesgo. 6 de marzo de 2002. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2004. Carta Nacional Pesquera. Lunes 28 de agosto de 2004 Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2005. Decreto por el cual se expide la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. 18 de marzo de 2005. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2006a. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización de la Carta Nacional Pesquera. 25 de agosto de 2006. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2006b. Acuerdo mediante el cual se aprueba la publicación del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 30 de noviembre de

2006. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos
DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2007a. Decreto por el que se expide la Ley Federal de Sanidad Animal. 24 de Julio de 2007. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2007b. Decreto por el que se expide la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. 24 de julio de 2007. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF (*Diario Oficial de la Federación*). 2008. Decreto por el que se expide el Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. 19 de marzo de 2008. Órgano del Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos.
- Dowd, S. y Tlustý, M.F., 2000. *Project Piaba-working toward a sustainable natural resource in Amazon freshwater fisheries*. Endangered Species Update 17, Univ. MI. School Natural Resources. pp. 88– 90.
- DuHammel, Douglas. 2003. "The History of Ornamental Fish Keeping." *Suite 101 Publications*. http://www.suite101.com/article.cfm/tropical_fish/101988
- EPSUA (Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería). 2002. *Estudio de las carpas ornamentales: la "carpa dorada" (Carassius auratus) y la "carpa koi" (Cyprinus carpio spp. koi). Sistemas de acuicultura marina*. Manual. 49 p.
- Espinosa L., Escalante A., Eguiarte L. y Souza V. 2005. "El mar en el desierto y su importancia para la conservación". *Biodiversitas*. CONABIO. 58: 7-11.
- Espinoza, D. Maraño, S. y A. Cárdenas. 2004. *Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en Morelos, México. Sociedades rurales: producción y medio ambiente*. Universidad Autónoma Metropolitana (Xochimilco): 5(8): 69-76.
- FAO. 1995. *Código de Conducta para la Pesca Responsable*. Roma. 46 p.
- FAO. 1999. *Ornamental aquatic life: what's FAO got to do with it?* <http://www.fao.org/news/1999>.
- FAO. 2001. *The Ornamental Fish Market*. GLOBEFISH Research Programme Volume 67. <http://www.globefish.org/publications/researchprogram/vols/vol67.htm>
- FAO. 2002. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Organización de las Naciones Unidas. Roma. 168 p.
- Fernando, A. y Phang, P. 1994. *Freshwater Ornamental Fish Aquaculture in Singapore*. Singapore Polytechnic, Republic of Singapore, 123 p.
- Fossa, S.A. 2004. "Man-made fish: domesticated fishes and their place in the aquatic trade and hobby". *OFI Journal* (44): 1-16.
- Fuller, L.P., L.G. Nico y J.D. Williams. 1999. *Nonindigenous Fishes Introduced into Inland Waters of the United States*. American Fisheries Society. Special Publications 27. Bethesda. Maryland. USA. 613 p.
- Fuller, P. 2005. *Nonindigenous aquatic pathways analysis for the Gulf and South Atlantic region*. Report produced for the Aquatic Nuisance Species Taskforce. *In Press*
- Gasparini, J., Floeter, S., Ferreira, C. & Sazima, I. 2005. "Marine Ornamental Trade in Brazil". *Biodiversity and Conservation* 14(12): 2883-2899.
- GIAG (Gascoyne Inland Aquaculture Group). 2000. *Marketing Strategy for the Development of an Ornamental Fish Industry in the Gascoyne Region of Western Australia*. Final Report. PSM Group Pty Ltd. 149 p.
- Goldburg, R.J., M.S. Elliott, R.L. Taylor. 2001. *Marine Aquaculture in the United States: Environmental Impacts and Policy Options*. Pew Oceans Commission, Arlington, Virginia.
- González Pedrero, J. 1978. *La acuicultura en México - Reseña Nacional*. En: *Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina*. FAO. Informes de Pesca, No 159, Volumen 3: 143 p.
- Hamilton, L.A. 2002. *Invasive alien species: a major continuing threat to the health and integrity of freshwater ecosystems*. In: *Water & the Future of Life on Earth*. Ch9. Simon Fraser University Vancouver, British Columbia, Canada. 9 p.
- Hernández, O. D. 2002. "Producción de Peces de Ornato". *Hypatia*. (4). 1-5.
- Hill, J.E. y R.P.E. Yanong. 2002. *Freshwater Ornamental Fish Commonly Cultured in Florida*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>
- Holthus, P. y Gamain, N. 2007. *Del arrecife al minorista*. Conservación Mundial. http://www.iucn.org/publications/worldconservation/docs/2007_01/12_world_conservation_2007_01_es.pdf
- Hopkins, C. C. E. 2001. "A review of introductions and transfers of alien marine species in the North Sea area". In: *Report to Directorate for Nature Management*, DN, Oslo, Norway, 96 pp. <http://www.dirnat.no/archive/attachments/01/04/CHMDA071.pdf>
- Huanqui Canto, G. 2002. *El comercio mundial de peces ornamentales*. Comisión para la Promoción de las Exportaciones (Prompex). República del Perú. 4 p.
- Huerta Valdés, A.J. y Castañera Castillo, A. 1982. *Descripción de la fauna ictica del estado de Morelos, México*. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Tesis de Licenciatura. 53 p.
- Huidobro, S. P. y L. Luchini. 2008. *Panorama actual del comercio de peces ornamentales*. Reporte Técnico. Dirección de Acuicultura. SAGPyA. Argentina. 27 p.
- IFC (Corporación Financiera Internacional). 2007. *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad*. Acuicultura. Banco Mundial 23 p.
- IINSO (Instituto de Investigaciones Sociales), 2006. *Diálogo Social para el Proyecto de Nación*. Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Plaza y Valdez Editores. 157 p.
- INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural). 2006. *Peces Ornamentales Mercado en expansión para Colombia. Sistema de información de precios y mercados para la producción acuícola y pesquera*. Boletín Semanal (49): 1-3.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1990. XI Censo General de Población y Vivienda. 1991.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1994.

- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1996. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1995.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1996b. I Censo de Población y Vivienda 1995.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1997. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1996.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1998. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1997.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1998.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999b. Superficie de la República Mexicana por Estados. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 1999.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000b. XII Censo General de Población y Vivienda. 2001.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2000.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001b. Censos Económicos 1999. Resultados Generales. México.
- 104 INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001c. Indicadores Sociodemográficos de México (1930-2000).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2002. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2001.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2003. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2002.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2004. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2003.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2004.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005b. Censos Económicos 2004. Resultados Generales. México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2006a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2005.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2006b. II Censo de Población y Vivienda 2005.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2007. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2006.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008a. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos 2007.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2008b. Morelos. In-
- formación Geográfica. Regiones y cuencas hidrológicas. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/mor/rh.cfm>
- INP (Instituto Nacional de Pesca). 1978. *Estado de la acuicultura en México. En: Actas del Simposio sobre Acuicultura en América Latina*. FAO. Informes de Pesca (159) 3: 143 p.
- Ingram, M. 1987. *The Lure of the Other Market. Fish Farmer*. May-June Issue: 17-18.
- JETRO (Japan External Trade Organization). 1997. *Market survey on tropical aquarium in Japan*. (1619): 28 p.
- JETRO (Japan External Trade Organization). 1999. *Ornamental Fish Market Report*. pp. 652-657.
- Jiménez-García, M.I., V.M. Vidal-Martínez y S. López-Jiménez. 2001. *Monogeneans in Introduced and Native Cichlids in México: Evidence for Transfer*. Research Notes. J. Parasitol (87)4: 907-909.
- Jonklaas, R.S.L. 1985. *Population fluctuations in some ornamental fishes and invertebrates off Sri Lanka*. Symposium on Endangered Marine Animals and Marine Parks, Cochin, India. 47 p
- Junk, W.J., Mota Soares, M.G. & Bayley, P.B. 2007. *Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats*. Aquatic Ecosystem Health & Management. 10(2): 153 - 173.
- Kobayashi, K. 2008. *Financial crisis management: Lessons from Japan's failure*. Vox. <http://www.voxeu.org/index.php?q=node/2483>
- Kosai, Yutaka. 1986. *The Era of High-Speed Growth: Notes on the Postwar Japanese Economy*. Univ. Tokyo. Tokyo. Hardback. (8): 223.
- Lassuy, D.R., 2000. *Introduced Species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. Workshop: Management, implications and co-occurring native and introduced fishes proceedings, Portland Oregon*: pp. 27-28.
- Ling, K.H. y Lim, L.Y. 2005. *The status of ornamental fish industry in Singapore*. Singapore J. Pri Ind (32): 59-69.
- Livengood, E.J. y Chapman E.A. 2007. *The Ornamental Fish Trade: An Introduction with Perspectives for Responsible Aquarium Fish*. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). University of Florida. 8 p.
- Lozano-Vilano, M.L., M.E. García-Ramírez, S. Contreras-Balderas and C. Ramírez-Martínez. 2007. "Diversity and Conservation Status of the Ichthiofauna of río Lacantún basin in the Biosphere Reserve Montes Azules, Chiapas, México". *Zootaxa* (1410):43-53.
- Luchini, L. 2005. *Cultivo de peces marinos en América Latina*. Dirección de Acuicultura de Nación. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. <http://www.sagpya.mecan.gov.ar/new/0-0/pesca/acuicultura/conocimientos/cultivo%20de%20peces%20marinos.php>
- Lukram, I. 2005. *Ornamental Fish Culture A Million US \$ For Living of North Eastern States of India*. http://www.e-pao.net/epSubPageExtractor.asp?src=news_section.opinions.Ornamental_Fish_Culture_A_Million_US_Dollar_For_NE_India
- 105

Luna, F.M. 2004. "¿Por qué no se deja de producir maíz en México?" *Teorema Ambiental*. http://www.teorema.com.mx/articulos.php?id_sec=54&id_art=1205&id_ejemplar=65

Luna-Figueroa, 2006. "Bagre de Balsas y Mojarra Criolla. Desplazamiento de hábitat de especies nativas". *Hypatia* (20). http://hypatia.morelos.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=112&Itemid=86

Luna-Figueroa, J. y Figueroa, T.J. 1999. *La mojarra criolla de la subcuenca del río Amacuzac*. Especies. (5): 25-27.

Ma, X., X Bangxi, W. Yindong y W. Mingxue. 2003. *Intentionally Introduced and Transferred Fishes in China's Inland Waters*. Asian Fisheries Science 16 (2003): 279-290.

MacDiarmid, S.C. y H.J., Pharo. 2003. *Risk analysis: assessment, management and communication*. Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz. 22 (2): 397-408.

McDowall, R.M. 2004. *Shoot first, and then ask questions: a look at aquarium fish imports and invasiveness in New Zealand*. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research (38): 503-510.

Mancera-Rodríguez, N.J. y Álvarez-León, R. 2008. Comercio de peces ornamentales en Colombia. *Acta Biol. Colomb.* (13) 1: 23 – 52.

Martínez, D., S. Marañón, Cárdenas, B.A. 2004. *Análisis retrospectivo de la piscicultura de ornato en el estado de Morelos. Sociedades rurales, producción y medio ambiente*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. Vol. 5. (8): 69-75.

Martínez, D., S. Marañón y Malpica, A. 2006. *Transición del sector agrícola hacia la acuicultura en el estado de Morelos. Análisis de caso: el cultivo del langostino en la granja ejidal "El Jicarero". Sociedades rurales, producción y medio ambiente*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. 6 (12): 39-66.

Maya Peña, E. y S. Marañón Herrera. 1998. *Efecto del pH sobre las proporciones de sexos, el crecimiento y la sobrevivencia de Poecilia reticulata* (Peters, 1859). Hidrobiológica 8(2): 125-132.

Maya Peña, E. S. Marañón Herrera y Sánchez Caracheo, N.I. 2006. *Análisis de un ciclo de producción en una granja familiar productora de poecílidos en el estado de Morelos. Sociedades rurales, producción y medio ambiente*. Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco. 6 (12): 67-82.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis*. World Resources Institute, Washington, D.C.

Mendoza-Alfaro, R., S. Contreras-Balderas, C. Ramírez-Martínez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. "Los peces diablo: especies invasoras de alto impacto". *Biodiversitas*. CONABIO (70): 1-5.

Mendoza-Alfaro, R., J. P. Fisher, W. Courtenay, C. Ramírez-Martínez, C. Escalera, P. Álvarez-Torres, A. Orbe-Mendoza, P. Koleff y Contreras-Balderas, S. 2009a. Armored Catfish (*Loricariidae*). Trinational Risk Assessment. In: *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species*. CEC Project Report. Commission for

Environmental Cooperation. Montreal. 25-37 pp.

Mendoza-Alfaro, R., C. Escalera, S. Contreras-Balderas, P. Koleff, C. Ramírez-Martínez, P. Álvarez-Torres, M. Arroyo y Orbe-Mendoza, A. 2009b. "Invasion of Armored Catfish in Infernillo Reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico, Socio-economic Impact Analysis: A Tale of Two Invaders". In: *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species*. CEC Project Report. Commission for Environmental Cooperation. Montreal. 51-59 pp.

Mendoza-Alfaro, R., C. Ramírez-Martínez, S. Contreras-Balderas, P. Koleff y P. Álvarez Torres. 2009c. *Aquarium trade as a pathway for the introduction of invasive species into México*. In press.

Messmacher, M. 2001. "Políticas de estabilización en México, 1982-2000". En: *Estabilización y política monetaria: la experiencia internacional*. Banco de México. México, D.F. pp. 355-398.

Meyers, M. 2004. *US Pet Industry. PIJAC (Pet Industry Joint Advisory Council)*. Report. 43 p.

MIDA (Malaysian Industrial Development Authority). 2006. *Malaysia's ornamental fish output to rise*. Industry News. http://www.mida.gov.my/beta/news/view_news.php?id=2675

Millan, U. 2007. *Tropical Fish Wholesale*. <http://www.milan-ullman.com/>

Miller-Morgan, T. 2003. *Ornamental fish programs helps people keep their pet fishes healthy*. Sea Grant College Program, Coastal Resources Fact sheet.

MIT Sea Grant, 2002. *Exotic species an ecological roulette with nature*. MIT Sea Grant College Program, Coastal Resources Fact sheet.

Moreau, M.A. y O.T. Coomes. 2008. «Structure and organization of a small-scale fisheries: aquarium fish collection in western Amazonia». *Human Ecology* 36(3):309-323.

NABARD (National Bank for Agriculture and Rural Development). 2008. *Ornamental Fish Breeding* <http://planning.up.nic.in/innovations/inno3/fi/fi.htm>

Negrete Redondo, P., J. Romero Jarero, G. Villegas López y V. del C. Vázquez Sánchez. 2003. *Presencia de plásmidos en pseudomonas aisladas de peces de ornato*. Vet. Mex. 34(3) 289-295.

OFECIT (Organismo de Certificación de Establecimientos TIE, A.C.). 2009. HACCP. <http://www.ocetif.org/haccp.html>

OIE (Organización Mundial de Epizootias). 2006a. Código Sanitario para los Animales Acuáticos. http://www.oie.int/esp/normes/fcode/fcode_2006/es_index.htm

OIE (Organización Mundial de Epizootias). 2006b. Actividades en materia de zonificación y compartimentación. www.ipfsaph.org/cds_upload/kopool_data/WTOSPSDOC_0/es_gen625.doc

Olivier, K. 2001. *The Ornamental Fish Market*. FAO/ Globefish Research Programme. Vol. 67. Rome, Italy.

ONU (Organización de Naciones Unidas). 2000. Protocolo de Cartagena sobre Seguri-

- dad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Canadá. 30 p.
- Ortiz, G.C. 1997. "Esfuerzos que se desarrollan para la difusión de la acuariofilia". En: *Memorias del Primer Congreso Nacional Acuariofilia*. Dirección General de Acuicultura. SEPESCA. México 35 p.
- Oswald, U. 2003. "Condicionantes socioambientales del agua en Morelos". En: *El recurso agua en el Alto Balsas*. Úrsula Oswald Spring (ed.). Instituto de Geofísica. UNAM. 563 p.
- Paletta, Mike. 1998. "The History of Reef Keeping." *Aquarium Fish* 15. <http://www.ecosystemaquarium.com/html/history.html>
- Panné Huidobro, S. y L. Luchini. 2008. *Panorama actual del comercio internacional de peces ornamentales*. Informe Técnico. Dirección de Acuicultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. República Argentina. pp. 1-27.
- Pelicice, F. y Agostinho, A. A. 2005. "Perspectives on ornamental fisheries in the upper Paraná River floodplain". *Brazil Fisheries Research* 72 (1):109-119.
- Pérez, L.M.A. 2007. *La historia de la acuariofilia en México*. Aqualterra. <http://www.biomaa.com/aqualterra/historia.htm>
- PICO. 2006. *Potential Industry. Ornamental Fish*. Neofission.com. <http://pico.neofission.com/websites/agribdcom/index.php?hdi=bin&rp=406>
- PIJAC (Pet Industry Joint Advisory Council). 2000. *US ornamental aquarium industry*. <http://www2.pijac.org/PJF001.htm>
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T. & Tsomondo, T. 2001. *Economic and environmental threats of alien plant, animal and microbe invasions*. Agriculture, Ecosystems and Environment. 84(1): 1-20.
- Pineda-López, R., G Salgado-Maldonado, E Soto-Galera. 2004. *Helminth Parasites of Viviparous Fishes in México*. International Symposium of Livebearing Fishes. Ibiología, UNAM. pp. 437-454.
- Pitman, B. 2007. "Managing Fish Stocking Pathways". *Lakeline Magazine*: (27) 3: 32-33.
- Ploeg, A. 2008a. "The effect of new EU import legislation on Asian exports of ornamental fish". *OFI Journal* (58): pp.16 -20.
- Ploeg, A. 2008b. *Current trends: The development of the ornamental fish*. Ornamental Fish International (OFI). Technical report. 28 p.
- Ploeg, A. 2008c. *The Volume of the Ornamental Fish Trade*. Ornamental Fish International (OFI). Technical report. 14 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2006. *Geo Anuario 2006*. División de Evaluación y Alerta Temprana (DEAT). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nairobi, Kenia. 91 p.
- Prang, G. 2001. *A caboclo society in the middle río Negro basin: ecology, economy, and history of an ornamental fishery in the state of Amazonas, Brazil*. Dissertation of Doctor Philosophy. Wayne State University. Detroit, Michigan. 324 p.
- Ramírez-Martínez, C. y R. Mendoza-Alfaro, 2005. *Production and commercialization of freshwater aquarium fishes as a vector for introduction of aquatic invasive species in Mexico*. Desert Fishes Council, 37th annual meeting. Cuatrociénegas, Coahuila, Nov. 16-20, 2005.
- Ramírez-Martínez, C. y R. Mendoza. 2008. "El acuarismo como vector de especies acuáticas invasivas en México". En: *Capital Natural de México*. Vol. 3: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 207 p.
- Rana, K. 2004. "Global trade in ornamental fish". *OFI Journal*, 45: 28-31.
- Reeves, E. 1999. An IJC White Paper. *On Policies for the Prevention of the Invasion of the Great Lakes by Exotic Organisms*. <http://www.ijc.org/milwaukee/wrkshps/eppond.html>
- Revenga, C., T.J. Heibel y Roberston, J. 2006. "Freshwater Atlas: Data from the Global Freshwater Habitat Assessment". *The Nature Conservancy*. USA. 69 p.
- Riccardi, A. y Rasmussen, J.B. 1999. *Extinction rates of North American freshwater fauna*. Conservation Biology. 13: 1220-1222.
- Rixon, C., I. Duggan, N. Bergeron, A. Ricciardi y H. Macisaac. 2005. *Invasion risks posed by the aquarium trade and live fish markets on the Laurentian Great Lakes*. Biodiversity and Conservation 14: 1365-1381.
- Rossi, P. 2006. *Especial Kinguios Historia*. <http://www.aquariofiliadigital.com/viewtopic.php?t=2330>
- Romero, L.J. 1995. *Principios de contabilidad*. McGraw-Hill. México. 540 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2001. Anuarios Estadísticos de Pesca 2000.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2002. Anuarios Estadísticos de Pesca 2001.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2003. Anuarios Estadísticos de Pesca 2002.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. Anuarios Estadísticos de Pesca 2003.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Anuarios Estadísticos de Pesca 2004.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Anuarios Estadísticos de Pesca 2005.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2007. Anuarios Estadísticos de Pesca 2006.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Pesca. Información del Sector. Portal de la Delegación Federal de la SAGARPA en el Estado de Morelos. <http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/morelos/pesca/>
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., E. Soto-Galera, J.M. Caspeta-Mandujano, R.G. Moreno-Navarrete, P. Sánchez-Nava y R. Aguilar-Aguilar. 2001a. *A Checklist of*

- Helminth Parasites of Freshwater Fishes from the Lerma-Santiago River Basin, Mexico.* Comp. Parasitol. 68(2): 204-218.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., J.M. Caspera-Mandujano, E. Soto-Galera, E. Mayén-Peña, D. Brailovsky y R. Baéz-Vale. 2001b. *Helminth Parasites of Freshwater Fishes of the Balsas River Drainage Basin of Southwestern Mexico.* Comp. Parasitol. 68(2): 196-203.
- Salgado-Maldonado, G. y R. F. Pineda-López. 2003. *The Asian fish tapeworm Bothriocephalus acheilognathi: a potential threat to native freshwater fish species in México.* Biological Invasions (5): 261-268.
- Salgado-Maldonado, G., Cabañas-Carranza, G., E. Soto-Galera, R. F. Pineda-López, J.M. Caspera-Mandujano, E. Aguilar-castellanos y N. Mercado-Silva. 2004. *Helminth Parasites of Freshwater Fishes of the Pánuco River Basin, East Central México.* Comp. Parasitol. 71(2): 190-202.
- Sánchez, R. 2001. *Amazonía. El último paraíso de los peces.* <http://www.drpez.com/drcol104.htm>
- Sánchez, C. M., Caro, C.I, Martínez, P.E., Reyes M.I., Mendoza, A.A. 1993. *Desarrollo de una granja de producción de peces de ornato.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal. 29 p.
- Scholz, T. y Salgado- Maldonado, G. 2000. *The Introduction and Dispersal of Centrocestus formosanus (nishigori, 1924) (Diagenes: Heterophyidae) in México: A Review.* Am. Midl. Nat. 143: 185-200.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1995. Anuarios Estadísticos de Pesca 1994.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1996. Anuarios Estadísticos de Pesca 1995.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1997. Anuarios Estadísticos de Pesca 1996.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1998. Anuarios Estadísticos de Pesca 1997.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 1999. Anuarios Estadísticos de Pesca 1998.
- SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca), 2000. Anuarios Estadísticos de Pesca 1999.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. Sistema de Información Ambiental y de Recursos Naturales. PNUD-SEMARNAT. México. 380 p.
- SEPECSA (Secretaría de Pesca). 1994. Anuario Estadístico de Pesca 1993.
- SEPECSA (Secretaría de Pesca). 1988. La Acuicultura del estado de Morelos. Dirección General de Acuicultura. Reporte técnico. 13 p.
- Sharifah, A. 2002. *Malaysia yet to fully tap potential of ornamental fish trade.* Business Times. Kuala Lumpur. 5 p.
- Shotts, E. B., Jr. y J. B. Gratzek. 1984. "Bacteria, parasites, and viruses of aquarium fish and their shipping waters". Pages 215-232 in W. R. Courtenay, Jr. and J. R. Stauffer, Jr. (Eds.) *Distribution, biology, and management of exotic fishes.* The Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Sidhi Boonyaratpalin A. y Sermwatanakul. M. 2003. *The Current State of Ornamental Fish Industry in Thailand.* <http://www.nicaonline.com/new-205.html>
- Sobrinho, J. 2007. *Migración interurbana en México.* Taller nacional sobre migración interna y desarrollo en México: diagnóstico, perspectivas y políticas. CEPAL. Cd. de México. 12 p.
- Souza T.J., Ruíz Frías A., Vela Mello, U., Verdi Olvidares, L. 2004. *Principales hábitats para la captura de peces ornamentales en los ríos Nanay y Ucayali.* Memoria VI Congreso sobre Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica. Iquitos, Perú. pp. 296-298.
- Stabridis-Arana, O., A. Guevara, R. Mendoza-Alfaro, C. Ramírez Martínez, C. Escalera y Koleff, P. 2009. "A Socioeconomic Analysis of the Effects from the *Loricariidae* Family in Mexico: The Case of the "Adolfo López Mateos" or "Infiernillo" Reservoir". In: *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species.* CEC Project Report. Commission for Environmental Cooperation. Montreal. 61-71 pp.
- Tauji, E. 1996. *Aquarium fish market boom bodes well in Isles.* <http://www.spc.org.nc/coastfish/News/lrf/2/11Tauji.htm>
- Tay, Y.T. 2006. "Malaysia Country Report". *Aquarama Magazine.* (7): 29-31.
- Taylor, J.N., W.R. Courtenay, Jr. y J.A. McCann. 1984. "Knows impacts of exotic fishes in the continental United States". In: W.R. Courtenay, Jr. and J.R. Stauffer, Jr., eds. *Distribution, biology, and management of exotics fishes.* The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. USA.
- Thomas, C. D. 1994. *Extinction, colonization and metapopulations: environmental tracking by rare species.* Conservation Biology 8(2): 373-378.
- Thlusty, M., 2002. "The benefits and risks of aquacultural production for the aquarium trade". *Aquaculture* 205: 203-219.
- Torres-Orozco, B.R y Kobelkowsky, A. 1991. *Los peces de México.* AGT Editor, S.A. México, D.F. 235 p.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo), 2005. *Diagnóstico del sector acuicultura para el desarrollo de bionegocios en el Perú.* Naciones Unidas. 56 p.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2008. *Monitoring of International Trade in Ornamental Fish.* European Commission. Cambridge, UK. 43 p.
- USDA, 2006. *Census of aquaculture.* http://www.nass.usda.gov/Census_of_Agriculture/2002/Aquaculture/aquacen2005_01.pdf
- Veerawan, A. y Jitranuwatkul, N. 2006. "How Business to Business Relationship related Effectiveness to Thai SMEs in Ornamental Fish Industry". A Case Study of Mister

- Aqua (Thailand) Co., Ltd. Mälardalen University School of Business. Master Thesis. Thailand. 83 p.
- Vidal-Martínez, V.M., M.L. Aguirre-Macedo, T. Scholz, D. González-Solís y E.F. Mendoza-Franco. 2001. *Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of Mexico*. Academy Publisher. 165 p.
- Wabnitz, C., Taylor, M., Green, E., Razak, T. 2003. *From Ocean to Aquarium*. UNE - WCMC, Cambridge, UK. 64 p.
- Weigle, S. L.D. Smith, J.T. Carlton y J. Pederson. 2005. *Assessing the risk of introducing exotic species via the live marine species trade*. *Conservation Biology*. 19(1): 213-223
- Welcomme, R. 1992. *Pesca fluvial*. FAO Documento Técnico de Pesca, Roma. 303 p.
- Whittington, R.J. y R. Chong. 2007. *Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: The case for revised import risk analysis and management strategies Preventive Veterinary Medicine*. (81)1-3: 92-116.
- Wijesekara, R.G.S y Yakupitiyage. A. 2006. *Ornamental Fish Industry in Sri Lanka: Present Status and Future Trends*. *Aquarium Sciences and Conservation*. pp. 241- 252.
- Wijkström, U., A. y R. Grainger. 2002. *The State of World Fisheries and Aquaculture* (Sophia) FAO, 150 p.
- Williams, M.J. 1997. "Aquaculture and sustainable food security in the developing world". pp. 15-51. In John E. Bardach, editor. *Sustainable Aquaculture*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY.
- 112 Willis, S. 1995. *Bioeconomics in Aquaculture - Preliminary Analysis of the Culture Potential of the Freshwater Angelfish-*Pterophyllum scalare**. Master of Science thesis, University of Tasmania, 256 p.
- Winfree, RA. 1989. "Tropical Fish". *World Aquaculture*. (20):3.
- WWF (World Wildlife Fund). 2005. *Taller internacional sobre peces ornamentales activa dinámicas regionales de conservación y manejo sostenible de los recursos*. http://orinoco.wwf.org.co/orinoco/articulo_detalle.php?lang=es&ir=a34
- WWF (World Wildlife Fund). 2007. *Especies en riesgo. Los peces de Cuatrociénegas*. http://www.wwf.org.mx/wwfmex/esp_peces4c2.php#a
- Yamashita, A. 2008. "Japan: the aquarium sector makes a comeback". *Country Report. Aquarama Magazine* (10): 19-24.

Índice de figuras

I. Historia y panorama mundial del acuarismo

Fig. 1. Crecimiento del acuarismo a nivel mundial durante los últimos 28 años, p. 22.

II. Producción de peces de ornato de agua dulce en México

- Fig. 2. Fuentes de abasto de agua de las granjas de peces ornamentales, p. 30.
- Fig. 3. Origen de los reproductores, p. 31.
- Fig. 4. Nivel escolar de los operadores de las granjas, p. 33.
- Fig. 5. Sistema extensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos, p. 35.
- Fig. 6. Sistema semiintensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos, p. 36.
- Fig. 7. Sistema intensivo de producción de peces de ornato en el estado de Morelos, p. 37.
- Fig. 8. Granjas de peces de ornato registradas en México durante 1993-2007, p. 39.
- Fig. 9. Estados de la república mexicana en donde existen granjas productoras de peces de ornato de agua dulce, p. 40.
- Fig. 10. Estimación del número de granjas de peces de ornato de agua dulce en México durante el periodo 1993-2007, p. 41.
- Fig. 11. Estimación de la producción nacional de peces de ornato de agua dulce en México durante el periodo 1994-2007, p. 42.
- Fig. 12. Ingresos de la producción nacional de peces de ornato en México (PMPNPO), a precio de menudeo, durante 1994-2007, p. 48.
- Fig. 13. Curso de HACCP en la producción de granjas de ornato. Jiutepec, Morelos, marzo de 2007, p. 57.
- Fig. 14. Presencia de organismos cultivados (*Poecilia latipinna*) en un canal recolector de aguas residuales en el exterior de una granja visitada, p. 58.
- Fig. 15. Subcuencas de río Balsas en el estado de Morelos, p. 59.
- Fig. 16. Composición de la ictiofauna del estado de Morelos, p. 61.

III. Comercialización de peces de ornato de agua dulce en México

- Fig. 17. Crecimiento poblacional en México durante el periodo 1980-2006, p. 67.
- Fig. 18. Comportamiento de la inflación y el PIB en México durante 1980-2007, p. 68.
- Fig. 19. Sobrevaluación del peso durante el periodo 1995-2007, p. 70.
- Fig. 20. Establecimientos de mascotas por entidad federativa en México, p. 71.
- Fig. 21. Número de comercios de mascotas en México durante 1999 y 2004, p. 72.
- Fig. 22. Ventas de peces de ornato durante el periodo 1994-2007, p. 73.
- Fig. 23. Ventas estimadas de peces de ornato durante 1994-2007, p. 73.
- Fig. 24. Ingresos al mer udeo por la venta de peces ornamentales en México en el periodo 1994-2007, p. 74.

- Fig. 25. Mercado de peces de ornato “Nuevo Lázaro Cárdenas” en la Ciudad de México, p. 77.
 Fig. 26. Empresa comercializadora de peces de ornato en Monterrey, N.L., p. 77.
 Fig. 27. Centro de acopio de la Asociación “La Perla de Morelos”, p. 78.
 Fig. 28. Comercio informal de peces de ornato en la Ciudad de México, p. 78.

Índice de tablas

I. Historia y panorama mundial del acuarismo

- Tabla I. Familias con mayor importancia en el comercio mundial de peces de ornato, p. 25.
 Tabla II. Especies más vendidas en el comercio mundial de peces de ornato, p. 26.

II. Producción de peces de ornato de agua dulce en México

- Tabla III. Lista de peces ornamentales cultivados en México a principios de los setenta, p. 28.
 Tabla IV. Especies de peces ornamentales de mayor producción en México, p. 43.
 Tabla V. Normas que regulan la instalación y operación de granjas de peces de ornato en México, p. 51.
 Tabla VI. Principales casos de incumplimiento al marco normativo vigente, p. 52.
 Tabla VII. Propuestas para promover el cumplimiento del marco legal vigente, p. 54.
 Tabla VII. Propuestas para promover el cumplimiento del marco legal vigente (continuación), p. 55.

III. Comercialización de peces de ornato de agua dulce en México

- Tabla VIII. Marco normativo que regula la importación y movilización de peces de ornato en México, p. 76.

114

Siglas y acrónimos

- AAHC (Aquatic Animal Health Committee)
 ANP (áreas naturales protegidas)
 AZA (American Zoo and Aquarium Association)
 BPPA (Buenas Prácticas de Producción Acuícola)
 BTFP (Bio Trade Facilitation Programme)
 CBD (Convenio Sobre la Diversidad Biológica)
 CECADER (Centro de Calidad para el Desarrollo Rural)
 CESAEM (Comité Estatal de Sanidad Acuícola del Estado de Morelos)
 CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.)
 CITES (Convenio sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)
 CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad)
 CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca)
 CONAFOR (Comisión Nacional Forestal)
 DO (Diario Oficial).
 DOF (Diario Oficial de la Federación)
 EPSUA (Escuela Politécnica Superior. Universidad de Almería)
 FAO (*Food and Agriculture Organization*, Organización para la Alimentación y la Agricultura de Naciones Unidas)
 FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura)
 GIAG (Gascoyne Inland Aquaculture Group)
 HACCP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control)
 IFAS (Institute of Food and Agricultural Sciences)
 IFC (Corporación Financiera Internacional)
 IINSO (Instituto de Investigaciones Sociales)
 INAPESCA (Instituto Nacional de Pesca)
 INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural)
 INE (Instituto Nacional de Ecología)
 INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)
 INP (Instituto Nacional de Pesca)
 JETRO (Japan External Trade Organization)
 MEA (Millennium Ecosystem Assessment).
 MIDA (Malaysian Industrial Development Authority)
 NABARD (National Bank for Agriculture and Rural Development)
 OCETIF (Organismo de Certificación de Establecimientos TIF, A.C.)
 OIE (Organización Mundial de Epizootias)
 OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)
 ONU (Organización de Naciones Unidas)
 PIJAC (Pet Industry Joint Advisory Council)
 OFI (Ornamental Fish International)

115

PMPNPO (Producción Nacional de Peces de Ornato en México)
PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente).
PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente)
Prompex (Comisión para la Promoción de las Exportaciones)
SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)
SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social)
SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca),
SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).
SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria)
SEPESCA (Secretaría de Pesca)
UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo)
UNEP (United Nations Environment Programme)
USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)
WWF (World Wildlife Fund)

Estado actual y perspectivas de la producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce en México de Carlos Ramírez Martínez, Roberto Mendoza Alfaro, Carlos Aguilera González terminó de imprimirse en el mes de diciembre de 2010. En su composición se utilizaron tipos Adobe Garamond Pro. La edición de mil ejemplares estuvo al cuidado de los autores y de Luis E. Gómez Vanegas. Diseño editorial de Rodolfo Tono Leal.



CARLOS RAMÍREZ MARTÍNEZ es doctor en ciencias biológicas. Ha colaborado como investigador y docente en distintas universidades y ocupado diversos cargos en la administración pública, destacando el haber sido titular de la Dirección General de Acuicultura a nivel nacional. Cuenta con una experiencia de más de 20 años en el tema del aprovechamiento y conservación de ambientes acuáticos continentales. Actualmente es profesor-investigador del Instituto de Investigaciones Sociales y director de Programas para la Sustentabilidad en la Universidad Autónoma de Nuevo León.

ROBERTO EDUARDO MENDOZA ALFARO es biólogo, por la ENEP Iztacala-UNAM. Cuenta con una especialización en la Japan Sea Farming Association, Japón, y con maestría DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies) en oceanografía biológica y un doctorado de nuevo régimen en acuicultura y pesca por la Université de Bretagne Occidentale, Francia. Es miembro del SNI, nivel II y de la Academia Mexicana de Ciencias. Consultor internacional para NOAA, Comisión de Cooperación del Ambiente, OSPESCA y ONU.

CARLOS JAVIER AGUILERA GONZÁLEZ es biólogo, doctorado en ciencias biológicas con especialidad en acuicultura. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1999. Profesor-investigador del Laboratorio de Ecofisiología en la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL. Con más de 25 artículos científicos publicados en revistas con arbitraje. Acreedor a dos Premios de Investigación UANL.



Instituto
Nacional
de Pesca



ISBN 978-607-433-522-4



9 786074 335224 >

