

PECES INVASORES DE AGUA DULCE EN LA REGIÓN DE LA LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE.

INVASIVE FRESHWATER FISH IN THE REGION OF LAGUNA DE TÉRMINOS, CAMPECHE.

Luis Enrique Amador Del Ángel¹, Armando T. Wakida Kusunoki², Emma del Carmen Guevara Carrió³, Roberto Brito Pérez¹ y Patricia Cabrera Rodríguez⁴.

Fecha de recepción 28 de Julio 2009

Fecha de aceptación 23 de Octubre de 2009

RESUMEN

Desde los años ochenta, se han establecido diversas especies de peces exóticos en los sistemas fluvio-lagunares y áreas de confluencia de la Laguna de Términos, producto de su introducción en programas acuaculturales, su utilización en acuarios o como control biológico. Entre estas especies destacan la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*, la tilapia *Oreochromis niloticus*, la mojarra pinta *Parachromis managuensis* y el plecos o pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* y *Pterygoplichthys disjunctivus*. La presencia de estos peces contrasta con la declaratoria de área natural protegida que destaca la conservación de la biodiversidad de la flora y fauna. Los principales efectos negativos de estos peces exóticos sobre los ecosistemas de agua dulce en que se distribuyen son: Las especies exóticas ocupan los nichos ecológicos de las especies nativas y las desplazan por competencia directa por alimento, consumen los huevos y larvas de

los peces nativos, transmiten enfermedades y parásitos a las especies locales, destruyen sustratos de anidación y la resuspensión de sedimentos y turbidez en la columna de agua. Con excepción de los plecos, las otras tres especies son ahora componentes de las capturas comerciales, siendo apreciadas para el consumo y alcanzando un buen precio en los mercados locales.

PALABRAS CLAVE: Peces exóticos, peces translocados, biodiversidad, Laguna de Términos.

ABSTRACT

In the fluvial-lagoons systems and areas of confluence of the Laguna de Términos, exotic and translocated fish species have settled down from the 1980s, product of their

¹Universidad Autónoma del Carmen. DES Ciencias Naturales. Avenida Concordia esq. Avenida 56 No. 4, C.P. 24180, Ciudad del Carmen, Campeche, México. leamador@yahoo.com

²Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera. Avenida Héroes del 21 de Abril s/n, Col. Playa Norte, C.P. 24120. Ciudad del Carmen, Campeche. México C.P. 91928.

³Universidad Autónoma del Carmen. Centro de Investigación en Ciencias Ambientales. Avenida Abasolo s/n, Colonia Renovación 2ª Sección, Ciudad del Carmen, Campeche, México.

⁴Sociedad de Producción Acuícola de Bienes y Servicios Laguna de Chacahito S.C. de R.L. de C.V. Calle 25 No. 12-B Colonia Guanal, C.P. 24130. Ciudad del Carmen, Campeche, México.

introduction in aquaculture programs, their use in aquariums or as a biological control. These include grass carp *Ctenopharyngodon idella*, tilapia *Oreochromis niloticus*, jaguar cichlid *Parachromis managuensis* and plecos or sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* and *Pterygoplichthys disjunctivus*. The occurrence of these species contrasts with the declaration of this zone as a protected natural area where the conservation of the biodiversity of flora and fauna stands out. The major negative effects of these exotic fish in the freshwater ecosystems are: The exotic species occupy the niches of the native species (niche displacement) by direct competition for food, consumption of native fish's eggs and larvae, parasitism and disease transmission to local species, spawn substrates can be cracked and resuspension of silts and turbidity in the water column. Except for plecos, the other three species are now components of the commercial catches being appreciated for consumption and reaching a good price in local markets.

KEYWORDS: Exotic fish, translocated fish, biodiversity, Laguna de Términos.

INTRODUCCIÓN

La Laguna de Términos, Campeche, es un sistema de gran importancia ecológica y económica en el sureste de México; debido a su conexión permanente con el mar es un ecosistema altamente dinámico, con un alto número de especies que la habitan de forma transitoria o permanente (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980; Ramos-Miranda *et al.*, 2005a). La laguna y los sistemas fluvio-deltaicos asociados son ecosistemas amplia-

mente utilizados por una gran diversidad de peces, en diferentes etapas de sus ciclos biológicos (Aguirre-León y Díaz-Ruiz, 2000), que se distribuyen en una gran diversidad de hábitats incluyendo fondos de arrecifes de ostión, pastos de pantano, pantanos de manglar salobres y de baja salinidad y pastos marinos.

Teniendo en cuenta su importancia ecológica, el gobierno Mexicano decretó la región como: Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT) el 6 de junio de 1994, ha sido identificada como área prioritaria por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO): regiones terrestres (RTP-144 Pantanos de Centla), regiones marinas, ámbitos costeros y oceánicos (RPM-53 Pantanos de Centla – Laguna de Términos), regiones hidrológicas (RHP-90 Laguna de Términos - Pantanos de Centla), regiones para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos (SCMC-64); ha sido además reconocida por el Comité Tripartita México-Canadá-Estados Unidos, el North American Wetlands Conservation Council y el Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX (AICA SE-25). Asimismo fue registrada como Humedal de Importancia Internacional (Sitio Ramsar No. 1356) el 2 de febrero del año 2004, mediante un convenio internacional que reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sustentable de la biodiversidad y sus importantes funciones como: regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local; sus valores: recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua; además de sus atributos: refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales.

La correcta evaluación de las comunidades y los ecosistemas constituye la base de la información que se requiere para la toma de

decisiones en el establecimiento de programas y proyectos sobre el aprovechamiento óptimo de recursos naturales, uso y manejo de ecosistemas y para el desarrollo de actividades productivas.

Uno de los problemas ambientales que ha despertado mayor interés mundial en la última década, es la pérdida de la biodiversidad como consecuencia de la actividad humana, ya sea de modo directo (sobreexplotación) o indirecto (alteración del hábitat). Los medios de comunicación han impactado de tal manera que tanto el gobierno, como la iniciativa privada y la sociedad en general consideran prioritario dirigir mayores esfuerzos hacia programas de conservación (Moreno, 2001). Actualmente el significado y la importancia de la diversidad biológica no están en duda y desde hace años se han establecido una gran cantidad de parámetros para medirla como indicadores del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental (Spellerberg, 1991).

Las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad sobre los servicios de los ecosistemas tales como proveer alimentos, madera, fibras, agua; servicios de regulación del clima, de inundaciones, de la erosión; servicios culturales como el turismo y experiencias estéticas; así como los propios servicios ambientales: producción de oxígeno, formación de suelo y el ciclo del agua, no son claras, pero sugieren que la eliminación de poblaciones y especies no sólo incapacita la habilidad de los ecosistemas marinos de alimentar a una creciente población humana, sino que también sabotea la estabilidad y capacidad de recuperación de estos ecosistemas en un ambiente marino rápidamente cambiante (Worm ., 2006).

Entre las múltiples amenazas que enfrenta la biodiversidad en un sistema ecológico, la introducción de especies exóticas es muy significativa porque estas especies pueden desequilibrar las funciones del ecosistema al actuar como competidores, depredadores, parásitos o patógenos de las especies nativas, condicionando su supervivencia. La introducción de especies acuáticas se ha dado con frecuencia sin previa determinación de su necesidad y es considerada como la segunda mayor causa de pérdida de la biodiversidad después de la destrucción del hábitat (Vitousek *et al.*, 1996; Leung *et al.*, 2002). A pesar de que no todas las especies introducidas se vuelven invasoras, toda especie exótica debe ser considerada potencialmente invasora hasta que no se demuestre que su presencia no constituye un peligro (Mack *et al.*, 2000).

En México se han introducido muchas especies exóticas, pero su impacto sobre la biodiversidad local había pasado inadvertido hasta hace pocos años. Las acciones emprendidas hasta el momento, aisladas y muy puntuales, están lejos de configurarse como parte de una estrategia nacional de acción (Ramírez-Morales y Ayala-Pérez, 2009).

El impacto de las especies exóticas se refleja a nivel biológico (ecológico y genético) y socioeconómico. La base de datos de especies acuáticas introducidas (DIAS por sus siglas en inglés) de la FAO, revela que la mayor parte de los efectos biológicos de especies introducidas han sido negativos, mientras que los impactos socioeconómicos han sido en su mayor parte positivos (FAO, 2009).

En los sistemas fluvio-lagunares-deltáicos y áreas de confluencia de la Laguna de Términos se registran especies exóticas, producto de su introducción en programas de cultivo, experimentación o conquistas del hábitat. La presencia de estas especies contrasta con la declaratoria de área natural protegida que destaca la biodiversidad de flora y fauna. Por todo lo anterior, en este trabajo se hace un listado de las especies exóticas presentes en la región de la Laguna de Términos y se describen algunos impactos ecológicos y económicos, lo que permitirá tener un sustento técnico para establecer recomendaciones que alerten sobre los cuidados que han de tenerse para su prevención, control, manejo y posible erradicación.

MATERIALES Y METODOS

Tratándose del primer diagnóstico de un tema que ha recibido una atención limitada en el país, el estudio se inició con un inventario de las especies invasoras y sus impactos en la región de la Laguna de Términos localizando, recopilando y ordenando la información existente, pero dispersa, sobre el tema que nos ocupa.

La información sobre la ictiofauna del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos (APFFLT), Campeche se obtuvo de:

a) La revisión bibliográfica realizada a los trabajos de Toral (1971); Amezcua Linares y Yáñez-Arancibia (1980); Yáñez-Arancibia *et al.* (1980); Reséndez (1981 a y b); Morales (1986); Vera-Herrera *et al.* (1988 a y b); Ayala-Pérez *et al.* (1993, 1998, 2003); Cu-Sarmiento y Arreguín-Sánchez (1997); Vidal *et al.* (2001); Barrientos-Medina (2004); Ramos-Miranda *et al.* (2005 a y b, 2006).

b) La colecta de ejemplares en distintas zonas del APFFLT realizados por Pacheco-Campos *et al.* (2004); Wakida-Kusunoki, (2005); Wakida-Kusunoki y Amador-del Ángel (2008, 2009); Wakida-Kusunoki *et al.* (2007, 2010); Guevara (2004); Guevara *et al.* (2007) y Amador-del Ángel *et al.* (2007, 2008) y

c) Información recabada por los autores del presente trabajo.

Los resultados de este trabajo fueron co-tejados con las listas de peces que se encuentran en DIAS (FAO, 2009) y el sistema de información sobre especies invasoras acuáticas en México, generado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2010).

Una vez concluida la recopilación y el ordenamiento de la información, se procedió al análisis y evaluación de los impactos ecológicos, económicos, sociales y sanitarios que acarrearán las especies invasoras en la región de la Laguna de Términos.

Definiciones

Un inconveniente que se encontró al revisar la literatura es la terminología utilizada por los diversos autores ya que "invasoras" no es un concepto objetivo o cuantitativo y es a menudo un sinónimo para foránea, introducida, exótica, no-nativa, no-indígena, alienígena, naturalizada o transferida.

Las invasiones pueden ser el producto de expansiones del rango o introducciones directamente inducidas por una acción humana fuera de la distribución natural de las especies; esto aplica tanto para el traslado dentro del mismo país como entre países. Sin embargo, una especie es introducida cuando una pareja reproductora transportada por el hombre (intencional o accidentalmente) cruza el límite internacional y es transferida o translocada cuando es trans-

portada y liberada dentro de su área de distribución natural.

Para evitar confusiones, y con base en en las definiciones de la Convención para la Diversidad Biológica – CDB –, el Programa Global sobre Especies Invasoras – GISP – y el Acta de Prevención y Control de Amenazas Acuáticas No Nativas - NIANPCA – 1990, EUA, se ha adoptado la siguiente definición sobre el término de especie invasora: “Se trata de una especie exótica o translocada (cualquier especie, subespecie, o categoría infra-específica) introducida fuera de su distribución natural (actual o en el pasado) y potencial de distribución (fuera del área que ocupa naturalmente o que no pudiera ocupar sin introducción directa o cuidado por parte del hombre); incluye cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos de esa especie con capacidad de colonizar, invadir y persistir, y cuya introducción y dispersión amenace a la diversidad biológica causando daños al ambiente, a la economía o a la salud humana”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comunidad de peces para la Laguna de Términos es de entre 107 (Ayala-Pérez *et al.*, 2003 y Ramos Miranda *et al.*, 2005 a y b, 2006) y 121 especies (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1980).

Del total, cinco son peces exóticos *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *Parachromis managuensis* (Günther, 1867), *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) y *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) que han invadido algunos de los sistemas fluvio-lagunares-deltáicos y zonas de confluencia del área natural protegida de la Laguna de Términos (Cuadros 1 y 2).

Las condiciones observadas en muestreos recientes en el sistema fluvio-lagunar-deltáico (SFLD) del Río Palizada son preocupantes, ya que la vegetación sumergida prácticamente ha desaparecido y con ella el hábitat de especies con preferencias dulceacuícolas, destacando especialmente los cíclidos nativos.

PECES INVASORES DE LA FAMILIA CICLIDAE

A pesar de que la Tilapia ha sido reportada en la Laguna de Términos desde principios de los años ochentas (Reséndez, 1981a y b), pocos trabajos la reportan en sus inventarios (Morales, 1986; Fuentes-Yaco, 1990; Ayala-Pérez *et al.*, 2003) y sólo se menciona que algunas de las especies de cíclidos más importantes han empezado a ser en alguna magnitud desplazados, al parecer por las especies exóticas, debido a la introducción de la tilapia (*Oreochromis spp.*) y la aparición natural de *Parachromis managuensis*, aunque su impacto en las poblaciones nativas en la Laguna de Términos no es claro (Olvera *et al.* 1994).

Los dos cíclidos exóticos presentes en Laguna de Términos (*O. niloticus*, y *P. managuensis*), poseen cualidades que los convierten en organismos de gran interés para la acuicultura entre las cuales destacan: crecimiento acelerado, tolerancia a altas densidades, resistencia a enfermedades y carne de amplia aceptación (Stickney 1993, 2002). Sin embargo, los miembros de la familia Cichlidae son ampliamente reconocidos por alterar las comunidades acuáticas en donde son introducidos (Courtenay, 1997).

Las características que permiten justificar su cultivo se suman a otras como la agresividad, tolerancia a amplias variaciones ambientales (salinidad, temperatura y concentraciones de oxígeno disuelto) (Trewavas, 1983), amplitud de alternativas de alimentación (Dempster *et al.*, 1993; Traxler y Murphy, 1995), adaptabilidad ecológica, plasticidad fenotípica y sobre todo la alta eficiencia re-

Cuadro 1. Lista de especies invasoras con presencia verificada en la Laguna de Términos, Campeche.

| Especie | Nombre común | Origen | Estatus | Áreas de introducción a nivel nacional | Motivo de Introducción |
|---|-------------------------|--|-------------|--|---------------------------------|
| Familia Cichlidae | | | | | |
| <i>Parachromis managuensis</i> (Günther, 1867) | Guapote jaguar | Honduras, Nicaragua y Costa Rica | Establecida | Campeche (Laguna de Términos) y Tabasco | Acuarios y pesca deportiva |
| <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) | Tilapia del Nilo | África tropical y subtropical y Medio Oriente | Establecida | San Luis Potosí, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Tabasco y Yucatán | Acuicultura |
| Familia Cyprinidae | | | | | |
| <i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844) | Carpa herbívora | Este de Asia | Establecida | Jalisco (Chapala), Edo. México (Sta. Ma. del Llano), Nvo. León (Presa La Boca), Chiapas (Ríos Lacanjá y Usumacinta), Michoacán (Pátzcuaro), Puebla (Puebla), Tamaulipas (Río Soto La Marina) y Campeche (Laguna de Términos) | Acuicultura y Control biológico |
| Familia Loricariidae | | | | | |
| <i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnau, 1855) | Plecostomus, Pez diablo | Sudamérica: Cuenca baja, media y alta del Río Amazonas | Establecida | Michoacán (Ríos Balsas y Mezcala), Chiapas, Tabasco, Campeche (Laguna de Términos) y Sur de Veracruz. | Acuarios |
| <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> (Weber, 1991) | Plecostomus, Pez diablo | Sudamérica: Cuenca del Río Madeira | Establecida | Michoacán (Ríos Balsas y Mezcala), Campeche (Laguna de Términos) | Acuarios |

Cuadro 2. Distribución de especies invasoras en la Laguna de Términos, Campeche.

| Especie | Cuenca Hidrológica | | | | | | Referencias |
|----------------------------------|--------------------|-----|-----|------|-----|----|--|
| | SPySP | P-A | P-E | CH-B | C-P | CS | |
| <i>Parachromis managuensis</i> | X | X | X | X | X | X | Olvera <i>et al.</i> (1994); Mendoza-Franco <i>et al.</i> (2000); Vidal <i>et al.</i> (2001); Barrientos-Medina (2004); Amador y Wakida (datos no publicados) |
| <i>Oreochromis niloticus</i> | X | X | X | X | X | X | Reséndez (1981a); Morales (1986); Fuentes-Yaco (1990); Olvera <i>et al.</i> (1994); Vidal <i>et al.</i> (2001); Ayala <i>et al.</i> (2003); Barrientos-Medina (2004); Rosales <i>et al.</i> (2010) |
| <i>Ctenopharyngodon idella</i> | X | X | X | - | - | - | Amador y Wakida (datos no publicados) |
| <i>Pterygoplichthys pardalis</i> | X | X | X | - | - | - | Wakida <i>et al.</i> (2007, 2010); Wakida y Amador (2008, 2009); Rosales <i>et al.</i> (2010) |
| <i>P. disjunctivus</i> | X | X | X | - | - | - | Wakida <i>et al.</i> (2010); Wakida y Amador (2008, 2009); Rosales <i>et al.</i> (2010) |

SPySP = Río San Pedro y San Pablo, P-A = Pom-Atasta, P-E = Palizada-del este, CH-B = Chumpam-Balchacah, C-P = Candelaria-Panlau y CS = Campería Sabancuy.

productiva, debido al cuidado parental de huevos y de alevines, y la reproducción semi-permanente y precoz (Naylor *et al.*, 2000, 2001; Coward y Little, 2001; Stickney, 2002), que los convierten en organismos con un enorme potencial para competir numéricamente de manera exitosa con las especies nativas en una variedad de hábitats (Crutchfield, 1995; Faunce y Paperno, 1999).

***Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)**

Localmente se le conoce como carpa, mojarra tilapia o simplemente tilapia. Tiene morfología fusiforme y talla media que puede alcanzar hasta 50 cm de longitud total y superar 1 kg de peso.

Las tilapias son originarias de gran parte de África tropical y de la vertiente sudoriental de la cuenca mediterránea. La tilapia es el pez alóctono más ampliamente utilizado como una alternativa alimenticia y se ha extendido por todo el mundo, sobre todo en las zonas templadas y tropicales de América y Asia a partir de las prácticas de cultivo. En la actualidad, se conoce la existencia de cultivos comerciales en 100 países, la mayoría de ellos situados en áreas tropicales y subtropicales (Foese y Pauly, 2009b).

En los últimos años la acuicultura de Tilapia es uno de los cultivos que más apoyos de fomento ha recibido en el estado de Campeche sin embargo, la producción de esta especie no es nueva ya que se inició en 1981-1982 con la siembra en "pozos arenosos" de San Antonio Cárdenas, en la Península de Atasta (Amador-del Ángel, 1994).

La actividad se mantuvo en una escala baja, básicamente debido a la falta de inversiones y capital de trabajo de los productores y es hasta 1994-1995 en que se renueva la "re-tilapización" en Campeche, con programas de siembra en jagüeyes (pozo o zanja llena de agua, ya sea artificialmente o por filtraciones naturales del terreno) de comunidades de Becán y Hopelchén y progra-

mas de "repoblación" de Tilapia en lagunas naturales de las camperías de la región de Sabancuy y el Río Palizada. Más tarde, entre 1996-1998, la SEPESCA del Gobierno del Estado instaló poco más de 148 jaulas flotantes con recursos de PEMEX y FONAES, siendo las más representativas las granjas acuícolas rurales de Las Golondrinas, en el municipio de Candelaria y La Corriente, en el municipio de Palizada, con 63 jaulas cada una. Por su parte la SEMARNAP (por sus anteriores siglas), en coordinación con productores rurales, realizó prácticas de "acuicultura extensiva", llegando a sembrar alrededor de 300 ha de cuerpos de agua en Sabancuy, Palizada, Atasta y Yohaltum. Asimismo, desde 1998 se abrió lo que hasta hoy es la única granja de producción de crías de Tilapia en el estado ubicada en Plan de Ayala, municipio de Carmen (Amador-del Ángel y Cabrera-Rodríguez, 1999).

Actualmente el estado de Campeche cuenta con un centro de producción de crías de 800 mil organismos por mes, una granja privada de 20 ha, 12 unidades de producción intensiva con tinajas de geomembrana de la Federación de Sociedades Cooperativas de la Industria Pesquera del estado de Campeche y 150 jaulas flotantes en distintos grupos sociales en las zonas de Candelaria, Palizada y la Península de Atasta. En esta última zona se cuenta con 70 productores rurales de tilapia con un centenar de "pozos areneros" (Amador del-Ángel *et al.*, 2009).

Los escapes eventuales de los cultivos en estanques de manto freático y jaulas durante las épocas de lluvias, han permitido su colonización en las aguas dulces de la zona de Laguna de Términos, más intensamente desde el año 2000. Las tilapias liberadas en Laguna de Términos son invasoras exitosas por ser omnívoras oportunistas, muy prolíficas y adaptables en diversos tipos de cuerpos de agua. En corto tiempo se han convertido en especies dominantes en muchos cuerpos de agua desplazando y pre-

suntamente depredando a los alevines de especies nativas. La población de Tilapia se ha incrementado rápidamente debido a que es una especie muy prolífica y versátil, tanto que en poco tiempo llegó a ser la especie dominante en estos ambientes y ahora es la principal especie pesquera en los sistemas de agua dulce, no obstante, la presión pesquera sobre esta especie es insuficiente para controlarla.

La tilapia del Nilo altera la estructura de las cadenas tróficas por competencia con otros peces y depredación de juveniles de otros peces, principalmente ciclidos nativos (Olvera *et al.*, 1994; Morgan *et al.*, 2004) y anfibios (Zambrano *et al.*, 2006).

En la Península de Yucatán y las aguas circundantes, la introducción intencional de Tilapia por el gobierno (SAGARPA) ha causado la continua aparición de este pez exótico en los cenotes y ríos, probablemente afectando las especies nativas de peces y transformando el hábitat para una variedad de plantas y animales acuáticos (March y Randall, 2005). En la reserva de la Biosfera de Pantanos de Centla en Tabasco, que colinda con el Área Natural Protegida de Laguna de Términos, la Tilapia también ha sido reportada (Castillo-Domínguez, 2006).

La invasión de ambientes no-nativos por otras especies de tilapia se ha documentado a nivel mundial, coincidiendo con su uso en acuicultura (Lachner *et al.*, 1970). Por ejemplo, la tilapia *Sarotherodon melanotheron* Ruppel, 1852, representó el 90% de la biomasa y el 80% de aparición en todas las colectas efectuadas en un hábitat del mangle en la Florida, lo que se atribuyó a su habilidad de sobrevivir a las condiciones del ambiente de mangle alterado (Faunce y Paperno, 1999). Otra especie de tilapia, *Tilapia zilli* Gervais, 1848, se volvió la cuarta

especie más abundante en una termoeléctrica en Carolina del Norte dentro de los primeros tres años después de su introducción accidental, mediante el forrajeo, esta tilapia eliminó todas las macrófitas acuáticas (sumergidas y flotantes) en un período de dos años, lo que llevó a una disminución significativa en las poblaciones de peces nativos (Crutchfield 1995).

En algunos países como Venezuela la pérdida de biodiversidad íctica a consecuencia de la introducción de tilapias es un ejemplo a considerar. La especie *O. mossambicus* Peters, 1852, fue introducida en ese país en 1959 cuando se liberaron en el Lago de Valencia, uno de los grandes reservorios naturales de agua dulce de nuestro continente. *O. mossambicus* se convirtió en la especie dominante del Lago (Solórzano *et al.*, 2001) y se considera que ha sido la principal causa de la extinción del aterínido *Atherinella venezuelae* Eigenmann, 1920. En 1964 se sembraron 800 ejemplares en la Laguna de Los Patos, en el oriente venezolano, donde se produjo una reducción del número de especies de peces de 23 a 10 en apenas 12 años, pérdida atribuida en gran medida al ataque agresivo del que eran objeto larvas y juveniles de las especies locales por la población de tilapias que se había establecido en ese ecosistema (Aguilera y Carvajal, 1976).

En el Lago Nicaragua se informa un declive de 80% en la biomasa de los ciclidos nativos; esto significa que 4 de cada 5 peces nativos en el lago se perdieron en 8 años (McKaye *et al.*, 1995). En Costa Rica, 80% de los ríos han sido invadidos por las tilapias; en el Refugio de la Vida Silvestre Caño Negro, las tilapias ocupan el primer lugar en la biomasa y el segundo en número (March y Randall, 2005).

***Parachromis managuensis* (Günther, 1867)**

Es conocida en la región como mojarra pinta o guapote jaguar, es un pez nativo de Centro América y ha sido introducido en algunos países para la pesca deportiva (Bus-sing, 1987). También es un pez muy popular entre los acuaristas, aparte de ser valioso como alimento tanto en su lugar de origen como en las regiones en donde ha sido introducido (Astorqui, 1971; Barlow, 1976; Bus-sing, 1987).

Se cree que su presencia en la zona es debido a que ha ido invadiendo hábitats a partir de su escape en instalaciones de acuacultura en la cuenca del Usumascinta en Guatemala (Contreras-Balderas, 1999). Actualmente se encuentra en casi todas las cuencas hidrográficas de la región de la Laguna de Términos.

Cuando se introdujo en las áreas no-nativas de México, causó estragos entre las poblaciones de peces nativos (Shafland, 1996), y ha sido considerado como una plaga potencial (Conkel, 1993).

Presenta hábitos territoriales, es una especie bastante agresiva, comportándose como un depredador muy voraz incluso desde la etapa de alevín (Barbosa *et al.*, 2006). Se conoce que el 56.40 % de su contenido estomacal lo conforman pequeños peces (incluidos sus congéneres) y el resto macroinvertebrados (Yamamoto y Tagawa, 2000; Agasen *et al.*, 2006). Se ha descrito como "el depredador más voraz de todos los guapotes porque es altamente piscívoro y agresivo" y que pudiera causar una seria afectación de las poblaciones nativas a través de la depredación de juveniles de otros peces principalmente cíclidos nativos (Olvera *et al.*, 1994).

**PECES INVASORES DE LA FAMILIA CYPRINIDAE
Ctenopharyngodon idella (Valenciennes 1844)**

La carpa herbívora o bobo escama, como la nombran los pescadores locales, es originaria de Asia y presumiblemente se introdujo en Laguna de Términos en los 80's para el control del lirio acuático *Eichhornia crassipes* Mart. Solms 1883 La carpa herbívora tiene una tremenda capacidad reproductiva con hembras produciendo desde 500 mil a 700 mil y sobre Un Millón de huevos en su lugar de origen (Froese y Pauly, 2009a).

Sus hábitos alimenticios, su alta capacidad de supervivencia y crecimiento en aguas de pobre calidad facilitaron su establecimiento en la zona. Al principio, los pobladores ribereños no lo consumían o lo consumían en pocas cantidades argumentando el sabor a lodo de su carne y la molestia por la presencia de numerosas espinas, pero a partir de la década pasada se ha convertido en una pesquería establecida en la zona alcanzando precios aceptables en el mercado.

Sobre sus efectos, es importante mencionar que es un comedor voraz e increíblemente eficiente para remover plantas acuáticas, ya que puede consumir de 40-300 % de su peso corporal al día. Una queja común de los ganaderos de la zona es que compite por la pastura con el ganado vacuno durante las épocas de inundaciones. Al nadar en cardúmenes numerosos, las carpas tienen grandes impactos en la ecología de la zona promoviendo efectos negativos sobre las especies de flora y fauna. La carpa remueve la cobertura de macrófitas, elimina los sustratos de desove, provoca disturbios en sedimentos y aguas lodosas, reduce la transparencia del agua, la penetración de luz y la calidad del agua, incrementa

los nutrientes acelerando la eutroficación, disminuye los niveles de oxígeno, promueve el crecimiento excesivo de algas y decrece la heterogeneidad del hábitat para las especies nativas al competir con los invertebrados y peces por alimento y otros recursos importantes (Perrow *et al.*, 1999; Zambrano e Hinojosa, 1999; Zambrano *et al.*, 2001; Pinto *et al.*, 2005).

C. idella es considerada como una plaga en la mayoría de los países donde ha sido introducida debido a los daños que causa a la vegetación sumergida (Kottelat, 2001). Su introducción a México procedente de China en 1965, trajo aparejada la introducción del helminto parásito *Bothriocephalus opsarichthydis* (López-Jiménez, 1981). Posteriormente, en 1972, a través del primer plan Ciprinícola de SEPESCA, este pez se distribuyó en los principales cuerpos de agua del territorio nacional, distribuyéndose de forma simultánea *B. opsarichthydis*, a lo extenso del país y transmitiéndose a los peces de diversas regiones (López-Jiménez, 1981), incluyendo la Laguna de Términos, Campeche (Pérez-Ponce de León *et al.*, 1996; Salgado-Maldonado y Pineda-López, 2003).

PECES INVASORES DE LA FAMILIA LORICARIIDAE ***Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) y** ***Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991)**

Respecto a los plecos en México, el primer reporte de este tipo de pez se realizó en 1995 en el río Mezcalapa, en la cuenca del río Balsas (Guzmán y Barragán, 1997). Posteriormente se registró su presencia en la presa del Infernillo, Michoacán, donde se relaciona con graves consecuencias en la producción pesquera (Mendoza *et al.*, 2007).

En el sureste de México, especies de este género se reportan en el estado de Chiapas en las lagunas de Catazajá y de Medellín (Ramírez-Soberón *et al.*, 2004), en el estado de Tabasco en numerosos lugares de los ríos Usumacinta y Grijalva (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007) y en el estado de Campeche en el Río San Pedro y San Pablo, el sistema fluvio lagunar deltáico (SFLD) del Río Palizada (Wakida-Kusunoki y Amador-del Ángel, 2009; Wakida *et al.*, 2010) y el SFLD Pom-Atasta (Rosales *et al.*, 2009).

Su introducción se considera como una de las mayores amenazas para la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales. Los efectos documentados de la introducción de este tipo de peces son: problemas de asolvamiento y erosión en reservorios y canales originados por las madrigueras y túneles que realizan los machos adultos (Devick, 1989; Hoover *et al.*, 2004); la muerte de aves por atragantamiento (Bunkley - Williams *et al.*, 1994) y la alteración de la dinámica de las cadenas tróficas, así como la competencia con peces nativos (Nico y Martin, 2001). Además provoca la destrucción de las artes de pesca, ocasionando disminución de la captura comercial de especies de peces (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007).

Actualmente en la zona se utiliza como carnada para la captura de langostinos (*Macrobrachium acanthurus* Wiegman, 1836 y *M. carcinus*) Linnaeus, 1758. Por otro lado, su descarte y abandono en las riberas de los ríos por los pescadores, en su afán de eliminarlo, podría convertirse en corto plazo en pequeños focos de infección.

En la región no hay un mercado de consumo, a pesar de que en los países amazónicos es considerada una especie apreciada llegando a competir en precio con la tilapia. Esta característica abre la posibilidad para que con actividades de concientización, difusión y educación culinaria se convirtiera a las especie de pecos en un recurso potencial de explotación para de esta manera reducir su impacto en la zona.

En México se tiene un registro de más de 504 especies de peces de agua dulce (Miller *et al.*, 2005; Contreras-Balderas y Ramírez-Flores, 2000), cerca de 271 de ellas son endémicas del país, y aproximadamente 48 endémicas de cuencas binacionales. De estas, unas 30 a 40 especies de peces todavía no han sido descritas. Muchas de las nuevas especies son endémicas, y han sido descritas en los últimos 30 años utilizando nuevos métodos que se han aplicado al estudio de la fauna piscícola nacional. Nuevos descubrimientos ocurren en cada expedición; como ejemplo, una nueva familia de bagres fue descubierta en los últimos 5 años (Rodiles *et al.*, 2005), y al menos 8 nuevas especies han sido descubiertas en cenotes y desagües pequeños alrededor de la ya bien explorada Península de Yucatán.

En México, la CONABIO registra al menos 800 especies invasoras incluyendo 665 plantas, 77 peces, 10 anfibios y reptiles, 30 aves y 6 mamíferos.), Existen 563 especies de peces que han colonizando las planicies costeras; además de la carga de peces colonizadores, el número de especies exóticas también se ha incrementado (Contreras-Balderas *et al.*, 2008). En 1904, se reconocieron sólo 4 especies como exóticas (Meek, 1904), aumentando su número a 7 en 1949 y 1969 (Alvarez, 1950; 1970), a 55 en 1983 (Contreras-Balderas y Escalante, 1984), a 94 en 1997

(Contreras-Balderas, 1999) y en 2008 se reportaron al menos 115 especies de peces exóticos (Contreras-Balderas *et al.*, 2008).

La introducción de las especies acuáticas exóticas invasoras ha sido identificada como uno de los riesgos ambientales más críticos a los que se enfrentan las especies, los hábitats acuáticos y la biodiversidad en general (Hopkins, 2001). Así, la introducción intencional o accidental de especies acuáticas exóticas ha estado asociada con el 54% de los casos de extinción de la fauna acuática nativa mundial (Harrison y Stiasny, 1999), con el 70% de los casos de extinción de los peces de Estados Unidos de América (Lassuy, 1995) y con el 60% de los casos de extinción de los peces mexicanos (Contreras-Balderas, 1999).

El creciente aumento de las actividades comerciales y turísticas, aunado al énfasis dado al libre comercio, ofrece más oportunidades que nunca para que las especies foráneas se dispersen accidental o deliberadamente. Las prácticas aduaneras y de sanidad resultan inadecuadas para salvaguardar la diversidad biológica nativa del impacto generado por las especies exóticas invasoras.

Los alcances y costos de las invasiones biológicas son enormes, tanto en términos ecológicos como económicos. El costo ecológico lo constituye la pérdida irrecuperable de especies y la degradación de los ecosistemas. Todo esto compromete la integridad ecológica de los sistemas terrestres y acuáticos, tanto marinos como epicontinentales, impacta en forma directa a la agricultura, silvicultura y pesca, representa una amenaza para la salud pública y una pérdida de los usos culturales tradicionales de los recursos naturales.

Se requieren acciones específicas para resolver esta problemática en aspectos relativos a la prevención y detección temprana, erradicación, manejo y control, difusión y educación, regulación, normatividad, política y legislación, e investigación.

En un reporte reciente para la Convención de Diversidad Biológica, el gobierno mexicano, a través de la CONABIO, afirmó que las especies invasoras son un problema importante para México que enfrenta los siguientes retos:

- Presupuesto muy restringido para enfrentar la amenaza.
- Conocimiento limitado de las especies invasoras, restringido principalmente a aquellas especies preocupantes.
- Las evaluaciones del riesgo se limitan a algunas especies invasoras que presentan un riesgo en particular.
- La infraestructura y capacidad técnica no es suficiente para lidiar efectivamente con el problema.

Por lo anterior, resulta imprescindible: Evitar nuevas invasiones biológicas, establecer programas de monitoreo que permitan evaluar permanentemente los efectos ecológicos y genéticos que provocan las especies exóticas ya establecidas y establecer una eficaz integración y cooperación entre sectores e instituciones para asegurar una mejor planificación estratégica con el respaldo financiero y político necesario, y con el apoyo de las comunidades locales y la sociedad en general.

Para mitigar los impactos ecológicos de los peces exóticos en el área de la Laguna de Términos se requieren, entre otras acciones:

El apoyo a investigaciones sobre los efectos adversos de los peces invasores en los ecosistemas de agua dulce.

Pruebas de control y prácticas de manejo. Promover el diseño y aplicación de sistemas de incentivos para capturar selectivamente los peces invasores.

Diseñar y promover políticas públicas para eliminar los sistemas de acuacultura comercial no seguros en las proximidades del área natural protegida, y evitar el uso de peces exóticos dentro de los planes y programas de desarrollo rurales.

Promover los sistemas productivos sostenibles para usar peces nativos para la producción.

CONCLUSIÓN

A la fecha, cinco especies de peces exóticos (*Ctenopharyngodon idella*, *Oreochromis niloticus*, *Parachromis managuensis*, *Pterygoplichthys pardalis* y *Pterygoplichthys disjunctivus*) han invadido algunos de los sistemas fluvio-lagunares-deltáicos y áreas de confluencia del área natural protegida de la Laguna de Términos. Para disminuir los efectos nocivos que los peces exóticos tienen en el APFFLT, se requiere crear una base científica mediante la investigación de los ciclos de vida y hábitos de estas especies, que permita establecer un programa de manejo viable para proteger la biodiversidad en la Laguna de Términos.

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO por los recursos proporcionados a través del proyecto GN-004 y a la UNACAR por el apoyo económico al proyecto interno DAC-NE/2009/08.

BIBLIOGRAFÍA

- Agasen, E.V.; Clemente, J.P.; Rosana, M.R. and Kawit N.S. 2006. Biological investigation of jaguar guapote *Parachromis managuensis* (Gunther) in Taal Lake, Philippines. *JESAM* 9(2): 20-30.
- Aguirre-León, A. y Díaz-Ruiz, S. 2000. Estructura poblacional, madurez gonádica y alimentación de *Eugerres plumieri* (Gerreidae) en el sistema fluvio-deltaico Pom-Atasta, México. *Cienc Mar*, 26 (2): 253-273.
- Aguilera, L. y Carvajal J. 1976. La ictiofauna del complejo hidrográfico Río Manzanares, Estado Sucre, Venezuela. *Lagena* 37-38: 23-25.
- Alvarez, J. 1950. Claves para la determinación de especies en los peces de las aguas continentales mexicanas. Secretaría de Marina, México.
- Alvarez, J., 1970. Peces Mexicanos (Claves) Serie Investigación Pesquera, Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, México.
- Amador del Ángel, L.E. 1994. "Prospección de terrenos con vocación acuícola de la Península de Atasta, Municipio del Carmen, Campeche". *Gaceta Universitaria. Órgano informativo de la Universidad Autónoma del Carmen*. Año III No. 15: 23-29.
- Amador del Ángel, L. E. y Cabrera Rodríguez, P. 1999. "La acuicultura en el estado de Campeche, México: situación actual y perspectivas". *Gaceta Universitaria. Órgano informativo de la Universidad Autónoma del Carmen*. No. 42: 21-26.
- Amador del Ángel, L. E.; Guevara, E. y Lastra, N.M. 2007. "Los peces asociados al manglar en el suroeste de la Laguna de Términos, Campeche, México". *U. Tecnociencia* 1(1): 14-28.
- Amador del Ángel, L. E.; Guevara, E.; Wakida Kusunoki, A.T. y Cabrera Rodríguez, P. 2008. "Peces del área natural protegida Laguna de Términos, incluidos en la norma oficial mexicana NOM-059 ECOL-2001". *U. Tecnociencia* 2(2): 12-19.
- Amador del Ángel, L. E.; Valdez Morales, S. y Cabrera Rodríguez, P. 2009. "Evaluación de doce unidades de producción rural de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* en San Antonio Cárdenas, Península de Atasta, Campeche". pp. 130-131

- In: Amador del Ángel L. E.; Guevara, E.; Chiappa Carrara, X.; Brito, R. y Gelabert, R. (Eds.) *Memoorias del Primer Simposium para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México y Primera Reunión Mesoamericana para el Conocimiento de los Recursos Costeros*. Universidad Autónoma del Carmen. 226 p.
- Amezcuca-Linares, F. y Yáñez-Arancibia, A. 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El Hábitat y estructura de las comunidades de peces. *An. Cent. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 7(1): 69-118.
- Astorqui, I. 1971. Peces de la cuenca de los grandes lagos de Nicaragua. *Rev. Biol. Trop.* 19: 7-57.
- Ayala-Pérez, L.A.; Aguirre-León, A.; Avilés Alatríste, O.A.; Barreiro-Güemes, M.T. y Rojas-Galavíz, J.L. 1993. La comunidad de peces en los sistemas fluvio-lagunares adyacentes a la Laguna de Términos, Campeche, México. pp. 596-608 In: Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. (Eds.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 865 p.
- Ayala-Pérez, L.A.; Avilés, O.A. y Rojas-Galavíz J.L. 1998. Estructura de la comunidad de peces en el sistema Candelaria-Panlau, Campeche, México. *Rev. Biol. Trop.* 46: 763-774.
- Ayala-Pérez, L.A., Ramos-Miranda, J. y Flores-Hernández, D. 2003. La comunidad de peces en la Laguna de Términos: estructura actual comparada. *Rev. Biol. Trop.* 51: 738-794.
- Barbosa, J.M.; Mendonça, I.T.L. y Ponzi Júnior, M. 2006. Comportamento social e crescimento em alevinos de *Parachromis managuensis* (Günther, 1867) (Pisces, Cichlidae): uma espécie introduzida no Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca* 1(1): 65-74.
- Barlow, G.W. 1976. The Midas cichlid in Nicaragua. pp. 333-358. In: Thorson T.B. (Ed.) *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes*. School of Life Sciences, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- Barrientos-Medina, R.C. 2004. Diversidad de mojarras (Teleostei: Cichlidae) en el suroeste de Campeche, México. pp. 235-249, In: Lozano-Vilano, M.L. y Contreras-Balderas, A.J. (Eds.). *Homenaje al Dr. Andrés Reséndez Medina, un ictiólogo mexicano*. Universidad Autónoma de Nuevo León. 316 pp.
- Bunkley-Williams, L.E.H.; Williams, Jr., C.; Lilystrom, G.; Corujo-Flores, I.; Zerbi, A.J.; Aliaume C. and Churchill T.N. 1994. The South American sailfin armored catfish, *Liposarcus multiradiatus* (Hancock), a new exotic established in Puerto Rican fresh waters. *Caribb. J. Sci.* 30: 90-94.
- Bussing, W.A. 1987. *Peces de las aguas continentales de Costa Rica*. II Ed. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 468 p.
- Castillo Domínguez A. 2006. Pesquería de cuatro cíclidos (Paleta *V. synspila*, Castarica *C. urophthalmus*, Tenhuayaca *P. splendida* y Tilapia (*Oreochromis spp*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco. 65 pp
- CONABIO. 2009. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Accesado 15 de noviembre del 2009. URL: <http://www.conabio.gob.mx/invasoras>
- Conkel, D. 1993. *Cichlids of North and Central America*. TFH Publications, Neptune City, New Jersey. 385 p.
- Contreras-Balderas, S., 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions, pp. 33-54. In: Claudi, R. and Leach, J.H. (Eds.) *Nonindigenous freshwater organisms—vectors, biology, and impacts*. Lewis Publ., Stockport, Washington. 480 p.
- Contreras-Balderas, S. and Escalante, M.A., 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. pp. 102-130. In: Courtenay Jr., W.C. and Stauffer Jr., J.R. (Eds.), *Distribution, Biology, and Management of Exotic Fishes*, Johns Hopkins University Press, Baltimore. 430 p.
- Contreras-Balderas, S. y Ramírez-Flores, M. 2000. Biodiversidad en las aguas continentales de México. Estado de salud de la acuicultura. Instituto Nacional de la Pesca, Dirección General de Investigación en Acuicultura (México) 1(4): 1-13.
- Contreras-Balderas, S.; Ruiz, G.; Schmitter, J.J.; Díaz, E.; Contreras, T.; Medina, M.; Zambrano, L.; Varela, A.; Mendoza, R.; Ramírez, C.; Leija, M.A.; Almada, P.; Hendrickson, D.A. and Lyons, J. 2008. Freshwater fishes and water status in Mexico: A country-wide appraisal. *Aquat. Ecosyst. Health* 11(3): 246-256.

- Courtenay, W.R. 1997. Tilapias as non-indigenous species in the Americas: environmental, regulatory and legal issues. In: Costa-Pierce B.A. and Rakocy, J.E. (Eds.). *Tilapia aquaculture in the Americas*. Vol. 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA: 18-33.
- Coward, K. and Little, D. 2001. Culture of the "aquatic chicken": present concerns and future prospects. *Biologist* 48: 12-16.
- Crutchfield, J.U. 1995. Establishment and expansion of redbelly tilapia and blue tilapia in a power plant cooling reservoir. *Am. Fish. Soc. Symp.* 15: 452-461.
- Cu-Sarmiento, I.N. y Arreguín-Sánchez, F. 1997. Crecimiento y eficiencia alimentaria de la mojarra *Cichlasoma heterospilum* (Cichlidae: Perciformes) al sur del Golfo de Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 45(3): 1167-1172.
- Dempster, P.W.; Beveridge, M.C.M. and Baird, D.J. 1993. Herbivory in the tilapia *Oreochromis niloticus*: a comparison of feeding rates on phytoplankton and periphyton. *J. Fish Biol.* 43: 385-392.
- Devick, W.S. 1989. Disturbance and fluctuations in the Wahiawa Reservoir ecosystem. Project F-14-R-13, Job4, Study I. Hawaii Department of Land and Natural Resources, Division of Aquatic Resources, Honolulu.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. FAO Database on Introductions of Aquatic Species DIAS. *Accesado 15 de noviembre del 2009*. URL: <http://www.fao.org/fishery/dias/en>
- Faunce, C.H. and Paperno R. 1999. Tilapia-dominated fish assemblages within an impounded mangrove ecosystem in east-central Florida. *Wetlands* 19: 126-138.
- Froese, R. and Pauly, D. (Eds.) 2009a. *Ctenopharyngodon idella* Grass carp. <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=79&genusname=Ctenopharyngodon&speciesname=idella&lang=English>
In: FishBaseWorld Wide Web electronic publication. *Accesado 15 de noviembre del 2009*. URL: www.fishbase.org, version.
- Froese, R. and Pauly, D. (Eds.) 2009b. *Oreochromis niloticus niloticus* (Linnaeus, 1758) Nile tilapia <http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?id=2&lang=english> In: FishBaseWorld Wide Web electronic publication. *Accesado 15 de noviembre del 2009*. URL: www.fishbase.org.
- Fuentes-Yaco, C. 1990. Dinámica hidrológica y análisis de parámetros físico-químicos en el ecosistema fluvio-deltáico-lagunar-estuarino del río Palizada, Campeche. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar. Inst. Cienc. Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 99 p.
- Guevara, E. 2004. Ecología trófica de peces asociados a una zona de vegetación sumergida en la Laguna de Términos. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM. 53 p + anexos.
- Guevara, E.; Sánchez, A.J.; Rosas, C.; Mascaró, M. y Brito, R. 2007. Asociación trófica de peces distribuidos en vegetación acuática sumergida en Laguna de Términos, Sur del Golfo de México. *Universidad y Ciencia* 23 (2): 151-166.
- Guzmán, A.F. y Barragán, S.J. 1997. Presencia de bagres sudamericanos (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*: 1-4.
- Harrison, I.J. and Stiassny M.L.J. 1999. The quiet crisis: a preliminary listing of freshwater fishes of the World that are either extinct or "missing in action". pp. 271-331. In: MacPhee, R.D.E (Ed.), *Extinctions in Near Time: Causes, Contexts, and Consequences*, Plenum Press, New York and London.
- Hoover, J.J.; Killgore, K.J. and Cofrancesco, A.F. 2004. Suckermouth catfishes: Threats to aquatic ecosystems of the United States? *Aquatic Nuisance Species Research Program Bulletin* 4 (1): 1-10.
- Hopkins, C.C.E. 2001. Actual and potential effects of introduced marine organisms in Norwegian waters, including Svalbard. Research report 2001-1 Directorate for Nature Management, 54 pp.
- Kottelat, M. 2001. Fishes of Laos. WHT Publications Ltd., Colombo 5, Sri Lanka. 198 pp.
- Lachner, E.A.; Robins, C.R. and Courtenay, Jr. W.R. 1970. Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. *Smithsonian Contributions to Zoology* 59: 1-29.
- Lassuy, D.R. 1995. Introduced species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. *American Fisheries Society Symposium* 15: 391-396.

- Leung, B.; Lodge, D.M.; Finnoff, D.; Shogren, J.F.; Lewis, M.A. and Lambert, G. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 269: 2407–2413.
- López-Jiménez, S. 1981. Céstodos de Peces I. *Bothriocephalus* (Clestobothrium) *acheilognathi* (Cestoda: Bothriocephalidae). *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. México, Serie Zoología* 51: 69-84.
- Mack, R.N.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Evans, H.; Clout, M. and Bazzaz, F.A. 2000. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10: 689-710.
- March, I.J. and Randall, J.M. 2005. The Invasive Species Initiative: A workplan for Mexico. *The Nature Conservancy*, 51 pp.
- McKaye, K.R.; Ryan, J.D.; Stauffer, Jr., J.R.; López Pérez, L.J.; Vega, G.I. and van den Bergh E.P. 1995. African tilapia in Lake Nicaragua —ecosystem in transition. *BioScience* 45: 406–411.
- Meek, S.E. 1904. The freshwater fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. *Field Col. Mus. Publ.* 93, Zool. Ser.
- Mendoza, R.; Contreras-Balderas, S.; Ramírez, C.; Koleff, P.; Álvarez, P. y Aguilar, V. 2007. Los peces diablos, especies invasoras de alto impacto. *Biodiversitas* 70: 1-5.
- Mendoza-Franco, E.F.; Vidal-Martínez, V.; Aguirre-Macedo, L.; Rodríguez-Canul, R. and Scholz, T. 2000. Species of *Sciadicleithrum* (Dactylogyridae: Ancyrocephalinae) of cichlid fishes from southeastern Mexico and Guatemala: new morphological data and hosts and geographical distribution. *Comp. Parasitol.* 67: 85–91.
- Miller, R.R.; Minckley, W.L. and Norris, S.M. 2005. *Freshwater fishes of Mexico*. Chicago University Press, IL. 652 p.
- Morales, J.J. 1986. Estudio sistemático y ecológico de la ictiofauna de la Laguna del Vapor, Campeche. Tesis Licenciatura en Biología Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN 76 pp 9 Figs 5 Tablas.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morgan, D.L.; Gill, H.S.; Maddern, M.G.; and Beatty, S.J. 2004. Distribution and impact of introduced freshwater fishes in Western Australia. *N.Z.J. Mar. Freshw. Res.* 38: 511–523.
- Naylor, R.L.; Goldberg, R.J.; Primavera, J.; Kautsky, N.; Beveridge, M.; Clay, J.; Folke, C.; Lubchenco, J.; Mooney, H. and Troell, M. 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1097-1024.
- Naylor R.L.; Williams S.L. and Strong D.R. 2001. Aquaculture a gateway for exotic species. *Science* 294: 1655-1666.
- Nico, L.G. and Martin, R.L. 2001. The South American suckermouth armored catfish, *Pterygoplichtys anitsitsi* (Pisces: Locariidae), in Texas, with comments on foreign fish introductions in the American Southwest. *The Southwestern Naturalist* 46: 98-104.
- Olvera, M.A., Piña, I.; Cu, I. and Chávez, E.A. 1994. The impact of natural invasion and an exotic introduction in the ichthyofauna of Laguna de Terminos, Campeche, Mexico. pp. 279-282 *In: Philipp, D.P.; Epifanio, J.M.; Marsden, J.E.; Claussen, J.E. and Wolotira, J.R. (Eds.) Protection of Aquatic Biodiversity. Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 3.* Science Publishers, Inc.
- Pacheco-Campos, J.A., Lagunes-Huerta, C., Amador-del Ángel, L.E., Laffón-Leal, S., Rivas-Gutiérrez, J.V. y Guevara, E. 2004. Peces de la Laguna La Esperanza, Laguna de Términos, Campeche. *In: Creswell R.L. (Ed.) Proceedings of the 55th Annual Session of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute (2002):* 1034-1035.
- Pérez-Ponce de León, G.; García-Prieto L.; Osorio-Sarabia D. y León-Régagnón V. 1996. *Listados Faunísticos de México: VI. Helmintos parásitos de peces de aguas continentales de México*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, 100 p.
- Perrow, M.R.; Jowit, A.J.D.; Leigh, S.A.C., Hindes, A.M. and Rhodes, J.D. 1999. The stability of fish communities in shallow lakes undergoing restoration: expectations and experiences from the Norfolk Broads (U.K.) *Hydrobiologia*, 408/409: 85–100.
- Pinto, L.; Chandrasena, N.; Pera, J.; Hawkins, P.; Eccles, D. and Sim, R. 2005. Managing invasive carp for habitat enhancement at Botany Wetlands, Australia. *Aquat. Conserv.* 15: 447–462.

- Ramírez-Soberón, G.; Valencia Díaz, X. y Gaspar-Dillanes, M.T. 2004. Nuevo registro de los bagres sudamericanos *Liposarcus multiradiatus* y *L. spp.* (Osteichthyes: Loricariidae) Introducidos en las Lagunas de Catazajá y Medellín, Chiapas. Resúmenes del IX Congreso Nacional de Ictiología. 13 – 16 de Septiembre del 2004.
- Ramos-Miranda, J.; Mouillot, D.; Flores-Hernández, D.; Sosa-López, A.; Do Chi, T. and Ayala-Pérez, L. 2005a. Changes in four complementary facets of fish diversity in a tropical coastal lagoon after 18 years: a functional interpretation. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 304: 1–13.
- Ramos-Miranda, J.; Quiniou, L.; Flores-Hernández, D.; Do Chi, T.; Ayala-Pérez, L. and Sosa-López, A. 2005b. Spatial and temporal changes in the net-*ton* of the Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *J. Fish Biol.* 66: 513–530.
- Ramos-Miranda, J.; Flores-Hernández, D.; Ayala-Pérez, L. A.; Rendón-von Osten, J.; Villalobos Zapata, G. y Sosa-López, A. 2006. *Atlas Hidrológico e Ictiológico de la Laguna de Términos*. Universidad Autónoma de Campeche. 173 pp.
- Reséndez, A. 1981a. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. I. *Biótica* 6(3): 239-291.
- Reséndez, A. 1981b. Estudio de los peces de la Laguna de Términos, Campeche, México. II. *Biotica* 6(4): 345-430.
- Rodiles-Hernández, R.; Hendrickson, D.A.; Lundberg, G.J. and Humphries, J.M. 2005. *Lacantunia enigmatica* (Teleostei, Siluriformes) a new and phylogenetically puzzling fish from Mesoamerica. *Zootaxa* 1000: 1–24.
- Rosales, I., Aguirre-León, A., Ramírez-Huerta, A. y Díaz-Ruiz, S. 2009. Análisis de comunidades de peces en dos sistemas fluvio-deltáicos asociados a Laguna de Términos y evidencias de cambio en su estructura pp. 55-56 *In: Amador del Ángel L.E., et al., (Eds.) Memorias del Primer Simposium para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México y Primera Reunión Mesoamericana para el Conocimiento de los Recursos Costeros*. Universidad Autónoma del Carmen. 226 pp.
- Salgado-Maldonado, G. and Pineda-López R.F. 2003. The asian fish tapeworm *Bothriocephalus acheilognathi*: a potential threat to native freshwater fish species in Mexico. *Biol. Invasions* 5: 261-268.
- Shafland, P.L. 1996. Exotic fishes of Florida -1994. *Rev. Fish. Sci.* 4: 101–122.
- Solórzano, E.; Marcano-Chirguita, C.; Quijada, A. y Campo, M. 2001. Impacto ecosistémico de las tilapias introducidas en Venezuela. pp. 194-199. *In: Ojasti, J.; González-Jiménez, E.; Szeplaki-Otahola, E. y García-Román, L.B. (Eds.) Informe sobre las especies exóticas en Venezuela*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Editorial Tipodin, Caracas, Venezuela.
- Spellerberg, I.F. 1991. *Monitoring ecological change*. Cambridge University Press, UK, 334 pp.
- Stickney, R.R. 1993. Tilapia. pp. 81-115. *In: Stickney R.R. (Ed.) Culture of non-salmonid freshwater fishes*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Stickney, R. R. 2002. Issues associated with non-indigenous species in marine aquaculture, pp. 205–220. *In: Stickney R.R. and McVey, J.P. (Eds.) Responsible marine aquaculture*. CABI Publishing, New York. 391 p.
- Toral, S. 1971. Estudio de los Cichlidae (Pisces, Perciformes) de la Laguna de Términos y sus afluentes. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM: 32 p.
- Traxler, S.L., and Murphy, B. 1995. Experimental trophic ecology of juvenile largemouth bass, *Micropterus salmoides*, and blue tilapia, *Oreochromis aureus*. *Environ. Biol. Fish.* 42: 201–211.
- Trewavas, E. 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. British Museum (Natural History), Publication No. 878, London. 583 pp.
- Vera-Herrera, F.; Rojas-Galaviz, J.L. y Yáñez-Arancibia, A. 1988a. Pantanos dulceacuicolas influenciados por la marea en la región de la Laguna de Términos: Estructura ecológica del sistema fluvio-deltáico del río Palizada. pp. 383-402 *In: Proceedings of the Symposium on the Ecology and Conservation of the Usumacinta-Grijalva Delta*. INIREB Tabasco, WWF Brehm Fonds, IUCN, ICT, Gob. Estado de Tabasco, México. 720 pp.
- Vera-Herrera, F.; Rojas-Galaviz, J.L.; Fuentes-Yaco, C.; Ayala-Pérez, L.; Álvarez-Guillén, H. y Coronado-Molina, C. 1988b. Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La Región

- de la Laguna de Términos. Descripción ecológica del sistema fluvio-lagunar-deltaico del Río Palizada, Cap.4: 51-88. In: Yáñez-Arancibia, A. y Day, Jr. J.W. (Eds.). *Ecología de los Ecosistemas Costeros en el Golfo de México: la Región de la Laguna de Términos*. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM, Coast. Ecol. Inst. LSU Editorial Universitaria, México, 518 pp.
- Vidal, V.M.; Aguirre-Macedo, L.; Scholz, T.; Gonzalez-Solis, D. and Mendoza-Franco, E.F. 2001. *Atlas of the helminth parasites of Cichlid fishes of México*. Academia Prague, Czech Republic, 185 pp.
- Vitousek, P.M.; D'Antonio C.M.; Loope L.L. and Westbrooks R. 1996. Biological invasions as global environmental change. *Am. Sci.* 84: 468-478.
- Wakida-Kusunoki, A.T. 2005. Análisis de la captura incidental en la pesquería ribereña del camarón siete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* en las costas de Campeche, México. In: Creswell, R.L. (Ed.) *Proceedings of 56th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Tortola, British Virgin Islands: 583-591.
- Wakida-Kusunoki, A.T. y Amador-del Ángel, L.E. 2008. Aspectos biológicos del Plecos *Pterygoplichthys pardalis* en el sistema fluvio-lagunar deltaico del Río Palizada durante la época de lluvias. *Memorias del XIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar* del 10 al 12 de Noviembre de 2008, Villahermosa, Tabasco.
- Wakida-Kusunoki, A.T. y Amador-del Ángel, L.E. 2009. Nuevos registros de los plecos *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) y *P. disjunctivus* (Weber 1991) en el sureste de México. *Hidrobiológica*. 18(3): 85-89.
- Wakida-Kusunoki, A.T.; Ruiz-Carus, R. and Amador-del Ángel, L.E. 2007. The Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in Southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist* 52(1): 144-147.
- Wakida Kusunoki A.T., Amador del Ángel, L.E. y Laffón-Leal, J.P. 2009. Aspectos biológicos del plecos *Pterygoplichthys pardalis* en el sistema fluvio-lagunar deltaico del Río Palizada. pp. 55-56. In: Amador del Ángel L. E., Guevara, E., Chiappa Carrara, X., Brito, R. y Gelabert, R. (Eds.) *Memorias del Primer Simposium para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste de México y Primera Reunión Mesoamericana para el Conocimiento de los Recursos Costeros*. Universidad Autónoma del Carmen. 226 pp.
- Worm, B.; Barbier, E.B.; Beaumont, N.; Duffy, J.M.; Folke, C.; Benjamin S. Halpern, B.S.; Jackson, J.B.C.; Lotze, H.K.; Micheli, M.; Palumbi, S.R.; Sala, E.; Selkoe, K.A.; Stachowicz, J.J. and Watson, R. 2006. Impacts of Biodiversity Loss on Ocean Ecosystem Services. *Science*, 314: 787-790.
- Yamamoto, M.N. and Tagawa, A.W. 2000. Hawaii's native and exotic freshwater animals. Mutual Publishing, Honolulu, Hawaii. 200 pp.
- Yáñez-Arancibia, A.; Amezcua, F. and Day, J.W. 1980. Fish community structure and function in Terminos Lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico, pp. 465-482. In: Kennedy, V. (Ed.), *Estuarine Perspectives*. Academic Press Inc. New York: 534 pp.
- Zambrano, L. and Hinojosa, D. 1999. Direct and indirect effects of carp (*Cyprinus carpio* L.) on macrophyte and benthic communities in experimental shallow ponds in central Mexico. *Hydrobiologia* 408/409: 131-138.
- Zambrano, L.; Scheffer, M. and Martínez-Ramos, M. 2001. Catastrophic response of lakes to benthivorous fish introduction. *Oikos* 94: 344-350.
- Zambrano, L.; Martínez-Meyer, E.; Menezes, N.; and Peterson, A.T. 2006. Invasive potential of common carp (*Cyprinus carpio*) and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in American freshwater systems. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63: 1903-1910.

Forma correcta de citar este trabajo:

Amador-Del Ángel, L.E.; Wakida-Kusunoki, A.T.; Guevara-Carrió, E.del C.; Brito-Pérez, R. y Cabrera-Rodríguez, P. 2009. Peces invasores de agua dulce en la región de la Laguna de Términos, Campeche. *U. Tecnociencia* 3 (2) 11 - 28.