

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Percepción de la problemática ecológica y socioeconómica del pez diablo invasor *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) por pescadores en Altamira, Tamaulipas, México

Perception of the ecological and socioeconomic problems of the invader Sailfin catfish *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) by fishermen in Altamira, Tamaulipas, Mexico

Authors/Autores: Balderas Mancilla, U. J., Cipriano Anastasio, J., Azuara Domínguez, A.

ID: e1749

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1749>

Received/Fecha de recepción: September 09th 2024

Accepted /Fecha de aceptación: February 24th 2025

Available online/Fecha de publicación: March 14th 2025

Please cite this article as/Como citar este artículo: Balderas Mancilla, U. J., Cipriano Anastasio, J., Azuara Domínguez, A. (2025). Perception of the ecological and socioeconomic problems of the invader Sailfin catfish *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) by fishermen in Altamira, Tamaulipas, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 12, e1749. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1749>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Artículo original

Percepción de la problemática ecológica y socioeconómica del pez diablo invasor *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) por pescadores en Altamira, Tamaulipas, México

Perception of the ecological and socioeconomic problems of the invader Sailfin catfish *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) by fishermen in Altamira, Tamaulipas, Mexico

Percepción del pez diablo/
Perception of sailfin catfish

Balderas Mancilla, U. J. ^{1*} (ORCID), Cipriano Anastasio, J. ² (ORCID), Azuara Domínguez, A. ³ (ORCID)

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Altamira. Carretera Tampico- Mante, Km 24.5. C.P. 89600, Altamira, Tamaulipas, México.

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Huejutla. Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, Km 5.5. C.P 4300, Huejutla de Reyes, Hidalgo, México.

³Division de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria. Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 Calle. C.P 87010, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

*Corresponding Author:

Ulises de Jesus Balderas-Mancilla. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Altamira. Carretera Tampico- Mante, Km 24.5. C.P, 89600, Altamira, Tamaulipas, México. Teléfono: (833) 449 99 04. E-mail: biol.ulises.20690@gmail.com

RESUMEN

La invasión del pez diablo ha causado serios problemas ecológicos y socioeconómicos en diversos ecosistemas globales. Este estudio evalúa el impacto de esta especie invasora en el Sistema Lagunar Champayán (SLCH), considerando tanto aspectos ecológicos y socioeconómicos como la percepción de los pescadores locales. Se realizaron entrevistas semiestructuradas para recopilar información sobre las condiciones socioeconómicas y la percepción del impacto del pez diablo. De acuerdo con los resultados, los pescadores reportan una alta abundancia del pez diablo, asociada a una notable disminución en la captura de peces comerciales. Además, se identificaron alteraciones en el hábitat (calidad del agua y erosión), daños en los equipos de pesca y efectos negativos como lesiones físicas y estrés mental en los pescadores. Estos hallazgos destacan la urgente necesidad de desarrollar e implementar estrategias de manejo y control para mitigar el impacto de esta especie invasora para mejorar la calidad de vida de en los pobladores de las comunidades pesqueras afectadas.

PALABRAS CLAVE:

Pescadores, impacto ecológico, especie invasora, impacto socioeconómico, sistema lagunar.

ABSTRACT

The invasion of the sailfin catfish has caused serious ecological and socioeconomic problems in diverse global ecosystems. This study evaluates the impact of this invasive species in the Champayán Lagoon System (CHLS), considering ecological and socioeconomic aspects as well as the perception of local fishermen. Semi-structured interviews were conducted to gather information on the socioeconomic conditions and perception of the impact of the sailfin catfish. According to the results, fishermen report a high abundance of sailfin catfish, associated with a notable decrease in the catch of commercial fish. In addition, habitat alterations (water quality and erosion), damage to fishing equipment, and negative effects such as physical injuries and mental stress on fishermen were identified. These findings highlight the urgent need to develop and implement management and control strategies to mitigate the impact of this invasive species in order to improve the quality of life of the inhabitants of the affected fishing communities.

KEY WORDS

Fishermen, ecological impact, invasive species, socio-economic impact, lagoon system.

Introducción

Las especies exóticas invasoras representan una seria amenaza para los ecosistemas después de la degradación del hábitat, provocando daños significativos debido a que estas contribuyen a diversos cambios biológicos en los organismos nativos (Capps & Flecker, 2013; Rubio *et al.*, 2016) afectando de manera negativa en su comportamiento (Chaichana *et al.*, 2013; Mallick *et al.*, 2024).

Varias especies de bagres armados de la familia neotropical locariidae pertenecientes a los géneros *Hypostomus* y *Pterygoplichthys*, se han convertido en organismos invasores, causando problemas a nivel mundial en los ecosistemas acuáticos (Hoover *et al.*, 2004; Dmitry & Yén, 2023) uno de ellos es en actividad pesquera (Sumanasinghe & Amarasinghe, 2014; Raj *et al.*, 2020; Aida *et al.*, 2022). Estos organismos poseen características biológicas que le permiten tener una supervivencia exitosa, como alta tasa de fecundidad, reproducción temprana (Hoover *et al.*, 2004; Gibbs *et al.*, 2008) y una alta adaptabilidad a variables ambientales (Escalera-Vázquez *et al.*, 2019; Elfidasari *et al.*, 2020^a, 2020^b; Aida *et al.*, 2022). Además, cuentan con defensas físicas que los protegen de la depredación, tal es el caso de un caparazón duro cubierto de espinas (Ebenstein *et al.*, 2015).

Para gestionar adecuadamente los cuerpos de agua afectados por estas especies, es crucial reducir sus poblaciones con: 1) programas de control en épocas reproductivas (Ludlow & Walsh, 1991); 2) incrementar su valor en el mercado (Cagauan, 2007); 3) organizar torneos de pesca (Malpica-Cruz *et al.*, 2016); 4) involucrar a los pescadores en el monitoreo y control (Cen-López & Aguilar-Perera, 2020); 5) aprovechar el conocimiento empírico de los pescadores para mejorar las estrategias científicas (Sagarin & Pauchard, 2010; Tesfamichael *et al.*, 2014).

Esta especie de pez diablo *Pterygoplichthys* spp. fue detectado por primera vez en México en 1995 en el río Mezcala, Guerrero (Guzmán & Barragán, 1997). Desde entonces, esta especie invasora se ha propagado a diversos ecosistemas acuáticos en el país, incluyendo Michoacán, Chiapas, Tabasco (río Usumacinta), Morelos (río Balsas), Baja California (río Colorado) y Tamaulipas (río Tamesí y Sistema Lagunar Champayán) (Mendoza *et al.*, 2007; Mejía-Mojica *et al.*, 2015; Amador-del-Ángel *et al.*, 2014; Ruiz-Campos *et al.*, 2014). La presencia del pez diablo ha generado una de las mayores amenazas para la biodiversidad acuática, afectando negativamente a las comunidades nativas y a los ecosistemas que habita (Mendoza *et al.*, 2007), como es el caso en el Sistema Lagunar Champayán (SLCH), ubicado en el sur del estado de Tamaulipas, ya que especies como la tilapia y la carpa común, fundamentales para la economía local, han experimentado una disminución en sus capturas por la sobreexplotación, los cambios ambientales y por la invasión del pez diablo (Diario Oficial de la Federación, 2014; SAGARPA, 2012; Singh & Welfare, 2017).

Dado que el pez diablo representa una amenaza significativa para la biodiversidad acuática y ha contribuido a la reducción de las capturas de especies económicamente importantes, es crucial abordar estos impactos de manera integral. Además, aunque el pez diablo no tiene valor económico es considerado una amenaza ecológica, así mismo se están explorando posibles usos para esta especie invasora, como su incorporación en la producción de insumos agrícolas y alimentos (Mendoza *et al.*, 2009). Esta perspectiva sugiere que, a pesar de sus efectos adversos, un manejo controlado del pez diablo podría ofrecer oportunidades para mitigar sus impactos en los ecosistemas y beneficiar a los pescadores locales.

Por tanto, este estudio se enfocó en analizar el impacto ecológico y socioeconómico del pez diablo en el SLCH. También, comprender estos impactos permitirá desarrollar estrategias de manejo y conservación efectivas, que no solo controlen la proliferación del pez diablo, sino que también aprovechen su potencial de manera sostenible. La información obtenida contribuirá a la formulación de políticas y prácticas que promuevan la recuperación de la biodiversidad acuática y fortalezcan las actividades pesqueras locales.

Material y Métodos

Área de estudio

El SLCH es un cuerpo de agua alimentado por el río Guayalejo-Tamesí, con una superficie aproximada de 213 km² y una profundidad promedio de 1.5 m. Esta compleja red hidráulica sirve como vía de comunicación para las poblaciones pesqueras. Además, es la principal fuente de agua para usos domésticos e industriales en las zonas urbanas de Altamira, Ciudad Madero y Tampico (Figura 1). El sistema también proporciona beneficios directos como el abastecimiento de agua potable, la producción acuícola y pesquera, esta última conformada por especies acuáticas de importancia económica como la acamaya (*Macrobrachium acanthurus*), langostino (*Macrobrachium carcinus*) y jaibas (*Callinectes spp.*) y fauna íctica con predominancia de las siguientes especies de peces nativos de importancia pesquera: mojarra del norte (*Herichthys cyanoguttatum*), mojarra tampiqueña (*Herichthys carpintis*), catán (*Atractosteus spatula*). Asimismo, la existencia de las siguientes especies introducidas: tilapia azul (*Oreochromis aureus*), carpa común (*Cyprinus carpio*), bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) y lobina negra (*Micropterus salmoides*) (Diario Oficial de la Federación, 2014), no obstante, dichas especies se han convertido en una fuente de economía para los pescadores (Rodríguez-Castro *et al.*, 2010).

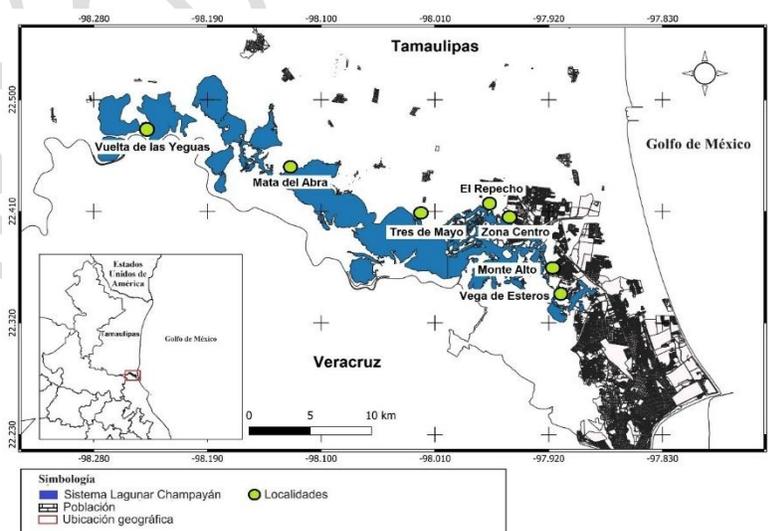


Figura 1. Ubicación del Sistema Lagunar Champayán (SLCH), Altamira, Tamaulipas. Fuente: Elaboración propia a partir de QGIS 3.38 Grenoble

Colecta de datos

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con pescadores, principalmente hombres y mujeres adultos, con el propósito de investigar el impacto del pez diablo en sus medios de subsistencia en la pesca y cómo ha afectado su economía familiar. Antes de cada entrevista, se les explicó que el uso de la información sería exclusivamente con fines académicos, sin propósitos lucrativos ni políticos.

La entrevista estuvo conformada de 25 preguntas abiertas organizadas en cuatro secciones: 1. Información general del entrevistado (sexo, edad y nivel socioeconómico); 2. Experiencia del entrevistado como pescador en la zona, esto con el fin de proporcionar una mayor participación y un ambiente de confianza; 3. Impactos ecológicos (sobre la biodiversidad y el hábitat), 4. Impactos socioeconómicos. Las percepciones de los pescadores se sintetizaron y clasificaron según el tipo de impacto de acuerdo con Schoenbeck *et al.* (2023).

Para determinar el número de entrevistados, se obtuvieron datos de los pescadores registrados en el departamento de pesca del municipio de Altamira. Luego, se empleó la técnica de bola de nieve (Bernard, 1996) para seleccionar a los actores clave, como se recomienda en estudios previos (Albuquerque *et al.*, 2014). Esta técnica permite identificar individuos que poseen información relevante sobre el tema, respetando su identidad cultural y local, y estableciendo una relación de confianza entre el investigador y los informantes. Los criterios de inclusión fueron ser mayor de edad y tener más de 10 años de experiencia como pescador.

El tamaño de la muestra se determinó utilizando la ecuación recomendada para muestreo cualitativo (Vivanco, 2005):

(Ecuación 1)

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 p}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 p}$$

Donde N: Tamaño de la población (236); $Z_{\alpha/2}$: 95 % de confiabilidad (1.96); $p=0.5$; d =precisión (0.1)

El tamaño de muestra quedó definido en 68 entrevistas como se muestra en el siguiente cuadro (Tabla 1).

Tabla 1. Localidades y número de entrevistas realizadas en las poblaciones de pescadores situadas en las proximidades del SLCH

Localidad	Número de entrevistas
Vuelta de las Yeguas (VY)	9
Mata del Abra (MB)	7
Tres de Mayo (TM)	8
El Repecho (ER)	9
Zona Centro (ZC)	14
Monte Alto (MA)	5
Vega de Esteros (VE)	16
Total	68

Fuente: Elaboración propia

Resultados y Discusión

Se entrevistaron a un total de 68 personas, con edades que comprenden entre los 30 y los 60 años, todas residentes en la zona durante más de 10 años. Las entrevistas se realizaron en seis

localidades: Vega de Esteros (VE), Monte Alto (MA), Zona Centro (ZC), El Repecho (ER), Tres de Mayo (TM) y Mata del Abra (MA), incluyendo tanto hombres como mujeres. En Vuelta de las Yeguas (VY), todas las entrevistadas fueron mujeres. La mayoría de los entrevistados dependen completamente de la pesca como medio de subsistencia a tiempo completo (TC), mientras que un número menor trabaja a tiempo parcial (TP) o pesca por recreación (TR) (Figura 2).

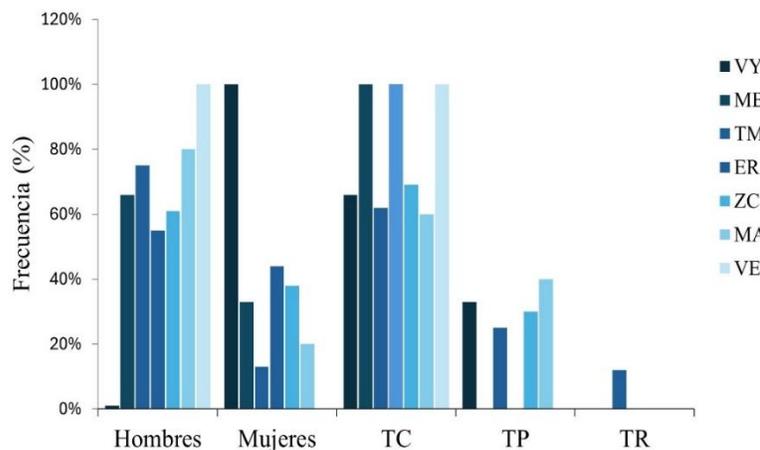


Figura 2. Frecuencia de algunos aspectos socioeconómicos de los pescadores del SLCH

Fuente: Elaboración propia a partir de Microsoft Excel

En general, los pescadores originarios de los siete sitios del SLCH han estado en contacto con el pez diablo por más de 10 años. Sin embargo, la problemática ha aumentado en los últimos cinco años, ocasionando diversos impactos ecológicos y socioeconómicos según su percepción (Figura 3).

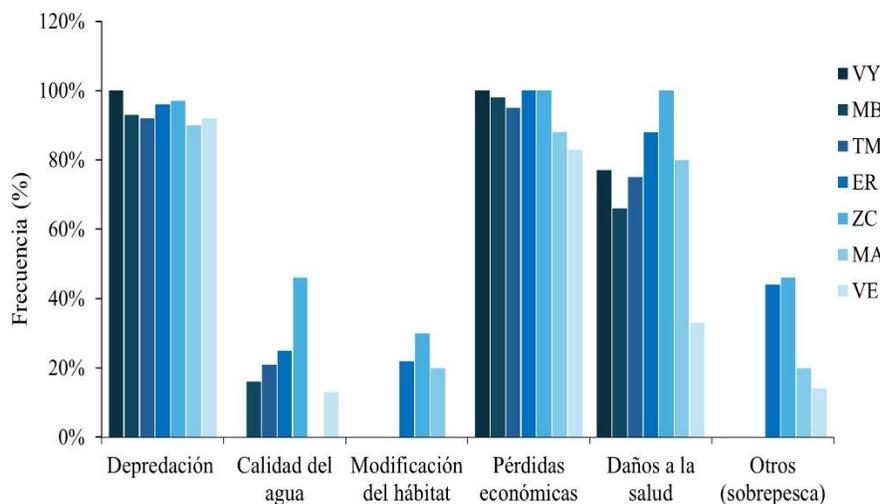


Figura 3. Frecuencia de los impactos ecológicos y socioeconómicos del pez diablo percibido por pescadores del SLCH.

De acuerdo con los entrevistados, uno de los principales problemas ecológicos percibidos (Tabla 2) es la disminución en la abundancia de peces comerciales de la zona (e.g. tilapia, carpa y la mojarra tampiqueña). También, mencionan que el pez diablo desplaza a estas especies debido a su comportamiento invasor. Además, mencionan la formación de colonias del pez diablo en ciertas zonas, donde los peces nativos están notablemente ausentes. Los pescadores evitan estos lugares para realizar sus actividades, lo que los lleva a buscar sitios más alejados en busca del recurso, dicho lo anterior, este estudio resalta la creciente problemática del pez diablo en diversas regiones de México, con un enfoque particular en el Sistema Lagunar Champayán (SLCH) y el río Tamesí en Tamaulipas, donde fue reportado por primera vez en 2014 (Amador-del-Ángel *et al.*, 2014).

A pesar de que esta especie ha estado presente en estos lugares desde hace más de una década, nuestros resultados indican que su impacto ha aumentado significativamente en los últimos cinco años. De acuerdo con los entrevistados, hoy en día, se captura más pez diablo que otros peces de interés comercial, esto posiblemente este generando un problema ecológico debido a su comportamiento invasivo (Chaichana *et al.*, 2013; Sumanasinghe & Amarasinghe, 2014; Raj *et al.*, 2020; Aida *et al.*, 2022; Dmitry & Yén, 2023; Mallick *et al.*, 2024). Algunas investigaciones han documentado la magnitud del impacto ecológico de este organismo invasor en diferentes regiones de México, por ejemplo, Mendoza *et al.* (2007) informan que el pez diablo constituye entre el 70 y el 80 % de la pesca en la presa El Infiernillo, Michoacán. De manera similar, Wakida-Kusunoki & Amador-del-Ángel (2011) señalan que estos peces representan el 32.57 % de la biomasa total capturada en el río Palizada, Campeche. Además, Barba-Macías (2013) describe un impacto significativo en las pesquerías de Tabasco, donde la captura de pez diablo alcanza entre el 60 y el 70 % del total de la pesca, así mismo, en 2017, Barba-Macías *et al.* (2017) reporta un aumento dramático en la captura de estos peces, de 240 a 500 ejemplares por jornada de pesca.

Este aumento en la población del pez diablo y su predominio en las capturas no solo afecta la biodiversidad local, sino que también plantea desafíos económicos para los pescadores en el SLCH, que ven disminuir las poblaciones de especies comerciales. Estudios adicionales refuerzan esta preocupación, señalando la necesidad de estrategias de manejo y control para mitigar el impacto de esta especie invasora (Chaichana *et al.*, 2013; Sumanasinghe & Amarasinghe, 2014; Raj *et al.*, 2020; Aida *et al.*, 2021; Dmitry & Yén, 2023; Mallick *et al.*, 2024).

Por otro lado, los entrevistados hacen mención que el pez diablo depreda e ingiere los peces nativos de interés comercial (e.g. tilapia, carpa y mojarra tampiqueña), lo cual podría ser la causa del declive poblacional de las pesquerías en el SLCH, no obstante, los hábitos alimentarios de especies del género *Pterygoplichthys* se basa principalmente de plantas y detritos ingiriendo comida alta en materia orgánica (Stolbunov *et al.*, 2021; Lozada-Gómez & Pérez-Reyes, 2024) e invertebrados bentónicos, por lo que la ingestión de larvas y huevos de peces sólo se ha descrito de forma incidental (Stolbunov *et al.*, 2021).

En otro contexto, solo algunos entrevistados mencionaron que el uso de redes ilegales (redes de arrastre) es la causa principal de la reducción poblacional de los peces de interés comercial, ya que este método de captura presenta una baja selectividad, pues a la red no sólo ingresan los peces o crustáceos que son el objetivo de pesca, sino que también muchas otras especies que son indispensables para el ecosistema (Gorelli *et al.*, 2016; De Juan *et al.*, 2020). Algunos operativos de vigilancia se han llevado a cabo por parte de autoridades federales en el SLCH, donde han llegado a confiscar redes ilegales, así como la aplicación de multas, sin embargo, la omisión ante las denuncias por parte de las autoridades y la nula vigilancia, hacen que vuelvan a las actividades quienes fueron infraccionados. De acuerdo con CONAPESCA (2022) y Torres-Alfaro *et al.* (2023) el periodo 2019-2021, se registró el mayor número de denuncias de pesca ilegal, lo cual está relacionado con el evento de la pandemia SARS-CoV-2 (Covid-19), ya que los casos de esta actividad ilícita aumentaron en el país, debido a la ausencia de las autoridades federales, siendo Tamaulipas uno de los estados con el mayor índice de denuncias en pesca ilegal en la región golfo (Torres-Alfaro *et al.*, 2023).

Uno de los comportamientos del pez diablo que han observado los entrevistados, es la alta abundancia de este organismo en sitios cercanos a zonas habitacionales o lugares donde hay descargas de aguas residuales o domésticas, mismas que van directo al SLCH. De acuerdo con Escalera-Vásquez *et al.* (2019) estas descargas de aguas contaminadas promueven una mayor

abundancia del pez diablo, ya que diversos estudios han correlacionado la alta densidad y supervivencia del pez diablo con una mala calidad de agua, debido a que presentan modificaciones fisiológicas que le permiten adaptarse en aguas con poco oxígeno disuelto (Elfidasari *et al.*, 2020^a, 2020^b; Aida *et al.*, 2022; Putri *et al.*, 2024).

Tabla 2. Impactos ecológicos del pez diablo percibidos por los pescadores en el SLCH

Tipo de impacto	Impacto percibido por los pescadores	Descripción
Impacto en la biodiversidad	1. Disminución de especies nativas	Depredación de huevos y alevines de la tilapia <i>Oreochromis</i> spp., carpa común <i>Cyprinus carpio</i> y la mojarra tampiqueña <i>Herichthys carpintis</i>
	2. Desplazamiento de las especies nativas	El pez diablo muestra un comportamiento invasor cuando se desplaza en cardúmenes o "manchas" provocando la dispersión de otras especies nativas a otros sitios.
	3. Sobreexplotación de especies nativas	La baja productividad pesquera de especies nativas se debe principalmente a la sobreexplotación pesquera.
Impactos en el hábitat	4. Alteración en la calidad del agua	El pez diablo provoca cambios en la calidad del agua como la turbidez, erosión y remueve los sedimentos del fondo
	5. Conglomeración de pez diablo cercas de la urbe	El pez diablo se concentra en cardúmenes o manchas muy cerca de descargas de aguas residuales o zonas cercanas a la mancha urbana, caso contrario, la abundancia del pez diablo disminuye en aguas interiores en el sistema laguna Champayán

Fuente: Elaboración propia

Otros de los aspectos que han mencionado los entrevistados, es la turbidez del agua, ya que mencionan que dichos organismos se congregan en "manchones" como ellos lo denominan, ocasionando modificaciones en el sedimento haciéndolo más blando, esto debido a que cavan hoyos para resguardarse y reproducirse (Lienart *et al.*, 2013). Estos sitios donde se congregan los peces diablo, mencionado por los entrevistados, suelen ser colonias individuales que consisten en pocas a quizás docenas de madrigueras de peces adultos lo que ha contribuido a problemas como exceso de sedimentos y erosión (Elfidasari *et al.*, 2020^b) y sitios con alto contenido de nutrientes disueltos debido a excreciones, provocando cambios químicos en la calidad del agua (Capps & Flecker, 2013; Rubio *et al.*, 2016).

Actualmente, es difícil estimar las pérdidas económicas que ha ocasionado la captura del pez diablo debido a la falta de estudios específicos que evalúen el impacto cuantitativo en las pesquerías (Tabla 3). Una de las pérdidas económicas más habituales es el daño a las redes o artes de pesca, ya que al quedar atrapado el pez diablo, este llega a romperlas debido a que posee aletas muy rudas y rígidas. Así mismo, los pescadores mencionaron que antes de la aparición del pez diablo, una red de pesca tenía una vida útil de hasta seis meses, sin embargo, hoy en día, la vida útil de esta misma red es de uno a dos meses debido a la captura intensa de esta especie, lo cual ha afectado se han visto afectados económicamente (Mendoza *et al.*, 2007; Barba-Macías, 2013; Barba-Macías *et al.*, 2017), asimismo, esta problemática se relaciona con el estrés mental y esfuerzo de pesquero que representa la alta abundancia del pez diablo, debido a que los pescadores mencionan que cuando se captura altas densidades, es mejor retirarlo llevando la red a tierra firme que permanecer en la

laguna. Lo mencionado anteriormente representa pérdidas económicas ya que, para ellos es un día de trabajo perdido al retirar estos organismos de las redes. También, el daño físico es otro problema que han manifestado los pescadores, esto debido a que el pez diablo posee fuertes espinas en aletas pectorales y escamas o escudos dérmicos espinosos rígidos, lo que les ocasiona daños y cortaduras en las manos al momento de retirar los peces de las redes, por lo que deben usar guantes para evitar lesiones que puedan repercutir en su salud.

Actualmente, esta especie no tiene ningún valor comercial, solo unos pescadores lo utilizan para carnada en la captura de peces y crustáceos, y otros como alimento eventual. Los pescadores están en la mejor disposición de aprender a utilizar de este organismo y de establecer oportunidades para crear colaboración entre los pescadores y las autoridades municipales y estatales para controlar este pez o bien intentar obtener beneficios económicos de dicha especie. No obstante, los pescadores se sienten en el abandono por parte de las autoridades gubernamentales, al no tener un plan de propuesta para el uso, manejo o comercialización de esta especie.

Tabla 3. Impactos socioeconómicos del pez diablo percibidos por los pescadores en el SLCH

Impacto percibido por los pescadores	Descripción
1. Pérdidas económicas de la pesca	La captura de especies comerciales ha disminuido desde la sobrepoblación del pez diablo en el SLCH. En consecuencia, los ingresos económicos de los pescadores han disminuido.
2. Aumento del tiempo de pesca	La captura grandes cantidades de pez diablo en las artes de pesca (redes de enmalle o atarraya), implica pérdida de tiempo al retirarlos, lo que se traduce como un día de trabajo perdido, originando pérdidas económicas
3. Daños en las artes de pesca	Las artes de pesca se dañan debido a las aletas espinosas del pez diablo, en consecuencia, los pescadores deben dedicar tiempo a reparar las redes, y a veces estas quedan completamente inservibles.
4. Daños físicos a los pescadores	Las aletas espinosas y el cuerpo acorazado del pez diablo causan heridas en las manos de los pescadores cuando intentan sacarlos de las redes de pesca
5. No hay mercado para comercializar el pez diablo	La captura de numerosos peces diablo aumenta el esfuerzo pesquero y a la reducción de las capturas de peces comerciales. Mencionan que al no haber un mercado del pez diablo, los peces diablo los regresan a la laguna, que en términos biológicos estos peces vuelven a su ciclo de vida y continua su sobrepoblación

Fuente: Elaboración propia

El poco o nulo conocimiento del ciclo de vida y ecología de este organismo ha tenido como consecuencia la invasión de los sistemas acuáticos en el sur de Tamaulipas con un consecuente deterioro en los procesos biológicos en el SLCH. Este conocimiento adquirido por los pescadores es de suma importancia para realizar futuras investigaciones en relación con el pez diablo (e.g. estructura poblacional, época reproductiva, hábitos alimentarios y características de hábitat), esto con propósito de crear alternativas y programas para el control y erradicación de dicha especie. Del mismo modo, se sugiere asistencia técnica para orientar a los pescadores y su involucramiento para este tipo programas, ya que esto beneficiaría al ecosistema y la pesca que es el sustento de muchas familias y un factor clave para la seguridad alimentaria de la zona.

Conclusiones

El pez diablo o pleco del género *Pterygoplichthys* se ha establecido con éxito a lo largo del SLCH causando un impacto negativo en las actividades pesqueras de los residentes que habitan en las diferentes localidades. Los impactos percibidos por los pescadores han sido ecológicos y socioeconómicos. Actualmente es difícil cuantificar el grado del impacto causado por este organismo invasor hacia las especies nativas y de interés comercial, debido a la falta de estudios biológicos, ecológicos y pesqueros que evalúen la situación actual en el SLCH. Los pescadores están en la mejor disposición de buscar alternativas para darle un valor económico, asimismo establecer una colaboración para implementar programas de control o erradicación del pez diablo, sin embargo, la falta de apoyo gubernamental obstaculiza la implementación de un plan de acción efectivo. Sin una estrategia adecuada que incluya el control de esta especie y la participación comunitaria, la actividad pesquera en la zona enfrenta un futuro incierto.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo: B.M.U.J., A.D.A., C.A.J; Salida de campo, escritura y preparación del manuscrito: A.D.A., C.A.J; Redacción y revisión: A.D.A.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada con fondos propios

Declaración de consentimiento informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los sujetos involucrados en el estudio

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a todos los pescadores de las distintas localidades la valiosa información facilitada para este estudio.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés

Referencias

- Aida, S.N., Ridho, R., Saleh, E., & Utomo, A.D. (2021). Estimation of Growth Parameter on Sailfin Catfish (*Pterygoplichthys pardalis*) in Bengawan Solo River, Central Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 695, 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/695/1/012027>.
- Aida, S.N., Utomo, A.D., Anggraeni, D.P., Ditya, Y.C., Wulandari, T.N.M., Ali, M., Caipang, C.M.A., & Suharman, I. (2022). Distribution of Fish Species in Relation Water Quality Conditions in Bengawan Solo River, Central Java, Indonesia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(6), 5549-5561. <https://doi.org/10.15244/pjoes/152167>
- Amador-del-Ángel, L.E., Guevara-Carrió, E.D.C., González-Eliás, J.M., Brito-Pérez, R., & Endañú-Huerta, E. (2014). Aspectos biológicos e impacto socioeconómico de los plecos del género *Pterygoplichthys* y dos cíclidos no nativos en el sistema fluvio lagunar deltaico Río Palizada, en el Área Natural Protegida Laguna de Términos, Campeche. SNIB-CONABIO. México D. F. http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/GN004_Ficha_Pez_Diablo.pdf
- Albuquerque, U.P., Cruz-da-Cunha, L.V.F., Paiva-de-Lucena, R.F., & Nobrega-Alves, R.R.N. (2014). *Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology*. Ed. Springer.

- Barba-Macías, E. (2013). Pez diablo en el sureste mexicano. *Ecofronteras*, 10-11. <https://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/article/view/757>
- Barba-Macías, E., Mendoza-Carranza, M., Trinidad-Ocaña, C., Juárez-Flores, J., & Martínez, M.L. (2017). Contrastes en el manejo del cangrejo azul y el pez diablo: Perspectiva de los pobladores de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla, Tabasco. Ed. ECOSUR. <https://www.ecosur.mx/libros/producto/contrastes-en-el-manejo-del-cangrejo-azul-y-el-pez-diablo-perspectiva-de-los-pobladores-de-la-reserva-de-la-biosfera-pantanos-de-centla-tabasco/>
- Bernard, H.R. (1996). *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches*. Ed. Sage Publications.
- Cagauan, A.G. (2007). Exotic Aquatic Species Introduction in the Philippines for Aquaculture – A Threat to Biodiversity or A Boon to the Economy? *Journal of Environmental Science and Management*, 10(1), 48-62. <https://citeserx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=06b3a7c692552459e349a94ae86db3a2c40f21e7>
- Capps, K.A., & Flecker, A.S. (2013). Invasive Fishes Generate Biogeochemical Hotspots in a Nutrient-Limited System. *PLoS ONE*, 8(1), 1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054093>
- Cen-López, A., & Aguilar-Perera, A. (2020). Perceptions of diver-fishermen and recreational divers on lionfish as a threat in the Parque Nacional Arrecife Alacranes, southern Gulf of Mexico. *Ocean & coastal management*, 193, 105225. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105225>
- Chaichana, R., Pouangcharean, S., & Yoonphand, R. (2013). Foraging effects of the invasive alien fish *Pterygoplichthys* on eggs and first-feeding fry of the native *Clarias macrocephalus* in Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 47(4), 581-588. <https://iio1.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/243100>
- Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca [CONAPESCA]. (2022). Datos abiertos, Denuncias de Pesca Ilegal. Gobierno de México. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/denuncias-de-pesca-ilegal>
- De Juan, S., Hinz, H., Sartor, P., Vitale, S., Bentes, L., Bellido, J.M., Musumeci, C., Massi, D., & Gancitano, V. (2020). Vulnerability of demersal fish assemblages to trawling activities: A traits-based index. *Frontiers in Marine Science*, 7 (44), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00044>
- Diario Oficial de la Federación. (2014). NORMA Oficial Mexicana NOM-033-SAG/PESC-2014, Pesca responsable en el Sistema Lagunar Champayán y Río Tamesí, incluyendo las lagunas Chairel y La Escondida, ubicados en el Estado de Tamaulipas. Especificaciones para el aprovechamiento de los recursos pesqueros. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5376954&fecha=23/12/2014#gsc.tab=0
- Dmitry, Z., & Yén, Đ.T.H. (2023). Risk screening of non-native suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. in the River Dinh (Vietnam) using two related decision-support tools. *Biological Communications*, 68(2), 122-131. <https://doi.org/10.21638/spbu03.2023.206>
- Ebenstein, D., Calderon, C., Troncoso, O.P., & Torres, F.G. (2015). Characterization of dermal plates from armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* reveals sandwich-like nanocomposite structure. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 45, 175-182. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2015.02.002>
- Elfidasari, D., Wijayanti, F., & Muthmainah, H.F. (2020^a). Short communication: The effect of water quality on the population density of *Pterygoplichthys pardalis* in the Ciliwung river, Jakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(9), 4100-4106. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210922>
- Elfidasari, D., Wijayanti, F., & Muthmainah, H.F. (2020^b). Habitat characteristic of Suckermouth armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* in Ciliwung River, Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(3), 41-147. <https://www.fisheriesjournal.com/>
- Escalera-Vázquez, L.H., García-López, J.E., Sosa-López, A., Calderón-Cortés, N., & Hinojosa-Garro, D. (2019). Impact of the non-native locariid fish *Pterygoplichthys pardalis* in native fish community on a seasonal tropical floodplain in Mexico. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 22(4), 462-472. <https://doi.org/10.1080/14634988.2019.1700343>
- Gibbs, M.A., Shields, J.H., Lock, D.W., Talmadge, K.M., & Farrell, T. M. (2008). Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, U.S.A. *Journal of Fish Biology*, 73 (7), 1562-1572. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.02031.x>
- Gorelli, G., Blanco, M., Sardà, F., Carretón, M., & Company, J.B. (2016). Spatio-temporal variability of discards in the fishery of the deep-sea red shrimp *Aristeus antennatus* in the northwestern Mediterranean Sea: implications for management. *Scientia Marina*, 80 (1), 79-88. <https://doi.org/10.3989/scimar.04237.24A>
- Guzmán, A.F., & Barragán, J.S. (1997). Presencia de bagre sudamericano (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*, 3, 1-4.

- Hoover, J., Killgore, K.J., & Confrancesco, A.F. (2004). Suckermouth catfishes: threats to aquatic ecosystems in the United States? *Aquatic Nuisance Species Research Program*, 4(1), 1-9. <https://www.nanfa.org/ac/suckermouth-catfishes-threats-aquatic-ecosystems.pdf>
- Lienart, G.D.H., Rodiles-Hernández, R., & Capps, K.A. (2013). Nesting burrows and behavior of nonnative catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 58(2), 238-243. <https://doi.org/10.1894/0038-4909-58.2.238>
- Lozada-Gómez, E.J., & Pérez-Reyes, O. (2024). Determination of Food Preference in *Pterygoplichthys multiradiatus*. *Online Journal of Ecology & Environment Sciences*, 1(5), 1-9. <https://irispublishers.com/ojees/pdf/OJEES.MS.ID.000522.pdf>
- Ludlow, Y.O., & Walsh, S.J. (1991). Occurrence of a South American armored catfish in the Hillsborough River, Florida. *Florida Scientist*, 54 (1), 48-50. <https://pubs.usgs.gov/publication/1008525>
- Malpica-Cruz, L., Chaves, L.C., & Côté, I.M. (2016). Managing marine invasive species through public participation: Lionfish derbies as a case study. *Marine Policy*, 74, 158-164. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.09.027>
- Mallick, S., Sundararaj, J.K., & Ghosal, R. (2024). Understanding feeding competition under laboratory conditions: Rohu (*Labeo rohita*) versus Amazon sailfin catfish (*Pterygoplichthys* spp.). *Behavioural Processes*, 218, 105029. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2024.105029>
- Mejía-Mojica, H., Contreras-MacBeath, T., & Ruiz-Campos G. (2015). Relationship between environmental and geographic factors and the distribution of exotic fishes in tributaries of the balsas river basin, Mexico. *Environmental Biology of Fishes*, 98, 611-621. <https://doi.org/10.1007/s10641-014-0298-8>
- Mendoza, R., Contreras, S., Ramírez, C., Koleff, P., Álvarez, P., & Aguilar, V. (2007). Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. *Biodiversitas*, 70, 1-5. <https://www.concyteq.edu.mx/PDF/Biodiversitas%2070.pdf>
- Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., Balderas, S.C., Courtenay, W.R., Osorio, P.K., Mandrak, N., Torres, P.A., Damián, M.A., Gallardo, C.E., Sanguinés, A.G., Greene, G., Lee, D., Orbe-Mendoza, A., Martínez, C.R., & Arana, O.S. (2009). Trinational risk assessment guidelines for aquatic alien invasive species. Commission for Environmental Cooperation, Montréal (Québec), Canada. <http://www.cec.org/files/documents/publications/2379-trinational-risk-assessment-guidelines-aquatic-alien-invasive-species-en.pdf>
- Putri, A.P., Bilqis, J., Zikra, A., & Surtikanti, H.K. (2024). Potentially toxic freshwater fish varieties. *Asian Journal of Toxicology, Environmental, and Occupational Health*, 1(2), 53-59. <https://doi.org/10.61511/ajteoh.v1i2.2024.348>
- Raj, S., Kumar, A.B., Raghavan, R., & Dahanukar, N. (2020). Amazonian invaders in an Asian biodiversity hotspot: Understanding demographics for the management of the armoured sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* in Kerala, India. *Journal of Fish Biology*, 96(2), 549-553. <https://doi.org/10.1111/jfb.14243>
- Rodríguez-Castro, J.H., Adame-Garza, J.A., & Olmeda-de la Fuente, S.E. (2010). La actividad pesquera en Tamaulipas, ejemplo nacional, *CienciaUAT*. 4(4), 28-35. <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/250>
- Rubio, V.Y., Gibbs, M.A., Work, K.A., & Bryan, C.E. (2016). Abundant feces from an exotic armored catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991), create nutrient hotspots and promote algal growth in a Florida spring. *Aquatic Invasions*, 11(3), 337-350. <http://www.aquaticinvasions.net/2016/issue3.html>
- Ruiz-Campos, G., Varela-Romero, A., Sánchez-González, S., Camarena-Rosales, F., Maeda-Martínez, A.M., González-Acosta, A.F., Andreu-Soler, A., Campos-González, E., & Delgadillo-Rodríguez, J. (2014). Peces invasores en el noroeste de México. In: Mendoza, R., & Koleff, P. Especies acuáticas invasoras en México. (pp. 375-399). Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Sagarin, R., & Pauchard, A. (2010). Observational approaches in ecology open new ground in a changing world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(7), 379-386. <https://doi.org/10.1890/090001>
- Schoenbeck, M.A., Pineda-Posadas, E.Y., Quintana, Y.O., & Castillo-Cabrera, F.J. (2023). Fishers' perception on armored catfish (*Pterygoplichthys* spp.) invasion: ecologic and socioeconomic impacts in an estuarine protected area in Guatemala. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 18(1), 76-92. https://panamjas.org/artigos.php?id_publici=249
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA]. (2012). ACUERDO de la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/carta-nacional-pesquera/Lista-Nacional-Pesquera-2012.pdf>
- Singh, T., & Welfare, F. (2017). Introduction of exotic aquatic species for aquaculture in India. In Sinha, V.R.P., &

- Jayasankar, P. Aquaculture: New Possibilities and Concerns. (pp.157-172). Ed. Narendra Publishing.
- Stolbunov, I.A., Gusakova, V.A., Dienb, T.D., & Thanh, N.T.H. (2021). Food Spectrum, Trophic and Length-Weight Characteristics of Nonindigenous Suckermouth Armored Catfishes *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae) in Vietnam. *Inland Water Biology*, 14(5), 597-605. <https://doi.org/10.1134/S1995082921050163>
- Sumanasinghe, H.W., & Amarasinghe, U.S. (2014). Population dynamics of accidentally introduced Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes, Loricariidae) in Pologolla reservoir, Sri Lanka. *Sri Lanka Journal of Aquatic Sciences*, 8, 37-45. <http://dx.doi.org/10.4038/slijas.v18i0.7040>
- Tesfamichael, D., Pitcher, T.J., & Pauly, D. (2014). Assessing changes in fisheries using fishers' knowledge to generate long time series of catch rates: a case study from the Red Sea. *Ecology and Society*, 19(1). <https://doi.org/10.5751/ES-06151-190118>
- Torres-Alfaro, D.D.C, Carpio-Domínguez, J.L., & Castro-Salazar, J.I. (2023). Pesca ilegal en México durante el periodo 2010-2022. Una exploración desde la crimi-nología verde. *Revista Mexicana de Ciencias Penales*, 7(21), 119-144. <https://doi.org/10.57042/rmcp.v7i21.665>
- Vivanco, M. (2005). Muestreo Estadístico: Diseño y aplicaciones. Ed. Editorial Universitaria.
- Wakida-Kusunoki, A.T., & Amador-del-Ángel, L.E. (2011). Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(3), 870-878. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.3.739>

ARTÍCULO EN PRENSA