

Distribución y abundancia de especies invasoras acuáticas en tres cuencas del sureste mexicano (macroinvertebrados y peces)

Distribution and abundance of aquatic invasive species in three basins of southeastern Mexico (macroinvertebrates and fish)

Juan Juárez-Flores¹, Everardo Barba-Macías^{1*} y Cinthia Trinidad-Ocaña¹

Recibido: 21 de diciembre de 2024.

Aceptado: 09 de mayo de 2024.

Publicado: diciembre de 2025.

RESUMEN

Antecedentes: Las especies exóticas invasoras (EEI) introducidas tienen una elevada capacidad de colonizar y desplazar a especies nativas, por lo que su introducción en ecosistemas acuáticos causa diversos impactos ambientales que afectan la biodiversidad contribuyendo a la extinción local de especies, así como en las relaciones tróficas. **Objetivos:** Por lo cual es importante conocer su distribución y abundancia, para poder plantear propuestas de manejo, control o erradicación. **Métodos:** Se realizaron muestreos diurnos en las cuencas Grijalva, Usumacinta, y Papaloapan. La colecta de los organismos se realizó con diversas artes de muestreo. **Resultados:** Se colectaron 189,071 organismos totales, los peces representaron 7.8 % y los macroinvertebrados 92.2 % del total de organismos. Los moluscos exóticos invasores *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774) y *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) con registro en 45, 21 y 32 localidades respectivamente, donde *T. granifera* presentó la mayor densidad en las tres cuencas. Estas especies representaron más del 90 % de la densidad en las cuencas Grijalva y Papaloapan y 39 % en la cuenca Usumacinta. Además, se registraron ocho especies de peces exóticos invasores (PEI): *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *O. aureus* (Steindachner, 1864), *Parachromis motaguensis* (Gunther, 1867), *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), *Ctenopharygodon idella* (Valenciennes, 1844), *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855), *P. disjunctivus* (Weber, 1991) y *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870). *O. niloticus*, *O. aureus*, *C. idella*, están presentes en las tres cuencas. Los PEI representaron 10 % de la densidad total y 44 % de la biomasa. Los géneros *Pterygoplichthys* y *Oreochromis* se registraron en 56 % y 20 % de las localidades respectivamente. **Conclusiones:** Es importante emprender acciones de manejo y control de las EEI poco aprovechadas, como los moluscos invasores y de los peces del género *Pterygoplichthys* y *Agamyxis* que conlleven a disminuir sus poblaciones y las problemáticas ambientales y económicas que causan.

Palabras clave: especies-exóticas, moluscos-invasores, peces-invasores, Tabasco, Veracruz.

*Corresponding author:

Everardo Barba-Macías: e-mail: ebarba@ecosur.mx

To quote as:

Juárez-Flores, J., E. Barba-Macías & C. Trinidad-Ocaña. 2025. Distribución y abundancia de especies invasoras acuáticas en tres cuencas del sureste mexicano (macroinvertebrados y peces). *Hidrobiológica* 35 (3): 265-275.

ABSTRACT

Background: Introduced invasive alien species (IAS) have a high capacity to colonize and displace native species. Therefore, their introduction into aquatic ecosystems causes various environmental impacts that affect biodiversity, contributing to the local extinction of species, as well as trophic relationships. **Goals:** Therefore, it is important to understand their distribution and abundance in order to develop management, control, or eradication proposals. Daytime sampling was conducted in Grijalva, Usumacinta and Papaloapan basins. **Methods:** Organisms were collected using various sampling techniques. **Results:** A total of 189,071 organisms were collected; fish represented 7.8% and macroinvertebrates 92.2% of the total organisms. The invasive exotic mollusks *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774) and *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) were recorded in 45, 21 and 32 localities respectively, where *T. granifera* had the highest density in the three basins. These species represented more than 90 % of the density in the Grijalva and Papaloapan basins and 39 % in the Usumacinta basin. In addition, eight species of invasive alien fish (IEF) were recorded: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *O. aureus* (Steindachner, 1864), *Parachromis motaguensis* (Gunther, 1867), *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), *Ctenopharygodon idella* (Valenciennes, 1844), *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855), *P. disjunctivus* (Weber, 1991) and *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870). *O. niloticus*, *O. aureus*, and *C. idella*, are present in all three basins. IEFs represented 10 % of the total density and 44 % of the biomass. The genera *Pterygoplichthys* and *Oreochromis* were recorded in 56 % and 20 % of the locations, respectively. **Conclusions:** It is important to undertake management and control measures for underutilized IAS, such as invasive mollusks and fish of the genera *Pterygoplichthys* and *Agamyxis*, which will lead to a reduction in their populations and the environmental and economic problems they cause.

Keywords: exotic-species, invasive-mollusks, invasive-fish, Tabasco, Veracruz.

INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas invasoras (EEI) son aquellas que son trasladadas e introducidas de manera incidental o intencionada fuera de su área natural, presentan gran adaptabilidad a las condiciones ambientales de los nuevos hábitats y una alta capacidad de colonización y establecimiento. Presentes en todos los grupos taxonómicos y se estiman cerca de 480,000 especies introducidas en todo el mundo (Pimentel *et al.*, 2001), invadiendo todos los ecosistemas del planeta (Kettunen *et al.*, 2008). Las invasiones biológicas son uno de los factores más importantes en la reducción del número de especies en todo el mundo, sólo después de la pérdida de hábitat (Fausch *et al.*, 2001; Ruzicky *et al.*, 2003; Reid *et al.*, 2005). Las especies invasoras provocan la extinción de las especies nativas en todo el planeta (Miller *et al.*, 1989; McNeely, 2001) representando 54 % de la extinción de éstas (Harrison & Stiasny, 1999) y 70 % de los peces en Norteamérica (Lassuy, 1995). En donde las islas y las aguas continentales son los ecosistemas más afectados por las especies invasoras (Fuller *et al.*, 1999; Harrison & Stiasny, 1999). Actualmente cientos de especies de peces, moluscos, crustáceos y anfibios están consideradas como amenazadas y se estima que para el año 2100, la mitad de los mejillones de agua dulce, un tercio de los langostinos, un cuarto de los anfibios y un quinto de los peces habrán desaparecido (Master *et al.*, 1998) con una tasa de extinción para las aguas continentales de Norteamérica de 4 % por década (Ricciardi & Rasmussen, 1999), lo que es importante si se considera que actualmente 39 % de los peces dulceacuicolas están en peligro de extinción o amenaza (Jelks *et al.*, 2008). En el contexto nacional, se conocen al menos cerca de 800 especies exóticas invasoras, de las que 665 son plantas, que incluyen exóticas invasoras, malezas y especies traslocadas (IMTA *et al.*, 2007); La contribución sobre moluscos dulceacuicolas se centra en tres especies introducidas que han sido registradas en México: dos Prosobranchia, *Melanooides tuberculata* y *Tarebia granifera*, y un Bivalvia, *Corbicula fluminea* (López *et al.*, 2019) y una especie nativa, *Pomacea flagellata*, que fue traslocada de la vertiente del golfo de México a la vertiente del Pacífico mexicano. La importancia de las cuatro especies consideradas tiene que ver con aspectos ecológicos, económicos y médicos. En México, el número de especies de peces invasores es menor (113 especies exóticas, cf. Contreras-Balderas *et al.*, 2008), seguramente aumentara sin la existencia de planes de control y erradicación debidamente implementados en tiempo y lugar. Las especies invasoras representan uno de los problemas más severos y menos controlados en México, como lo demuestra el hecho de haber pasado de 113 especies en 2008 (Contreras-Balderas *et al.*, 2008) a 118 en 2009 (Aguirre-Muñoz *et al.*, 2009). Estos mismos autores, con base en datos de Contreras-Balderas (1999), mencionan que las especies invasoras son la principal amenaza para 76 especies enlistadas por la NOM-059-Semarnat-2010 (SEMARNAT, 2010). En el sureste de México (Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo) se tenía el registro de 12 especies de peces invasores, seis cíclidos, dos ciprinidos, dos loricáridos, un esciénido y un escorpénido (Amador-del Angel & Wakida-Kusunoki, 2014 a; b), lista a la cual se suma la familia Doradidae con la especie *Agamyxis pectinifrons* (Álvarez-Pliego *et al.*, 2021). Por lo anterior, y tomando en cuenta la importancia ecológica de los ecosistemas del sureste de México, muchos de los cuales son considerados regiones prioritarias, resulta urgente el desarrollo de programas de prevención que impidan la introducción de nuevas especies, y la erradicación o control y manejo de las especies ya introducidas (IMTA *et al.*, 2007). Por lo que el objetivo de este trabajo es conocer la distribución y abundancia de las EEI de macroinvertebrados acuáticos (moluscos) y peces dulceacuicolas de las tres principales cuencas del Golfo de México: Grijalva, Usumacinta y

Papaloapan, en el sureste mexicano. Con esto se pretende documentar y actualizar el estado del conocimiento sobre estas especies invasoras, para poder evaluar la diversidad en general en nuestros ecosistemas, así como evitar la propagación y aumento de sus poblaciones ya que estos factores pueden generar cambios en la composición, distribución y abundancia en la comunidad acuática, sobre todo en las especies nativas, aunado al efecto negativo en los procesos ecológicos (Simberloff, 2011; Díaz-Pardo *et al.*, 2016; Brito *et al.*, 2020) y en las relaciones tróficas. Además, hay que considerar no solo a la especie invasora, también es importante la presencia como vectores de parásitos y patógenos que los acompañan y que pueden afectar la salud humana (Chornesky *et al.*, 2005; Holmes *et al.*, 2009; Nghiem *et al.*, 2013; Cunningham *et al.*, 2012; Blackburn *et al.*, 2014; Conn, 2014; Mazza *et al.*, 2014; Schindler *et al.*, 2015; Fenoglio *et al.*, 2016; Gallardo *et al.*, 2016; Flood *et al.*, 2020). Así como la afectación socioeconómica en la actividad pesquera de aguas continentales (Limón-Hernández *et al.*, 2023). Lo más preocupante es que una vez establecidas en los nuevos hábitats son capaces de desarrollar poblaciones densas que hacen poco probable su erradicación (Bax *et al.*, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende tres de las cuencas más importantes de la región sureste de México: Grijalva, Usumacinta, y Papaloapan. La cuenca Grijalva-Usumacinta se encuentra ubicada entre los paralelos 14°55' y 18°35' de latitud Norte y los meridianos 91° 20' y 94° 15' de longitud Oeste. La cuenca Grijalva cuenta con una superficie aproximada de 52,547 km² y la cuenca Usumacinta abarca una extensión aproximada de 73,192 km² (Plascencia-Vargas, *et al.*, 2014) y comprende municipios del estado de Chiapas y del estado de Tabasco. La cuenca del río Papaloapan geográficamente se localiza entre los paralelos 19°03' y 16°53' de latitud norte y los meridianos 94°39' y 97°45' de longitud oeste cuenta con un área aproximada de 47,517 km² y abarca parte del territorio de las entidades federativas de Puebla, Oaxaca y Veracruz (INEGI, 2022; CONAGUA, 2024). Los organismos corresponden a muestreos de diferentes proyectos realizados entre los años 2017 y 2018, los cuales no contemplan los mismos meses de muestreo, pero las localidades en las cuencas se distribuyeron bajo la misma estructura de diseño por zona (alta, media y baja). Los organismos analizados son parte de la "Colección de Referencia Sobre Organismos Acuáticos del Sureste: Macroinvertebrados y Peces" de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Se realizaron muestreos diurnos en 79 localidades distribuidas en las zonas alta, media y baja correspondientes a las cuencas, Grijalva (21), Usumacinta (45) y Papaloapan con 13 (Figura 1). Los organismos fueron colectados con diversas artes de colecta, con muestras por triplicado para cada arte. Para la epifauna y peces se emplearon red de cuchara tipo "D" con una luz de malla de 500 µ y un área de 0.87 m², red de barra tipo Renfro con área de 50 m² y luz de malla de 1 mm, un chinchorro de 60 m² de área de barrido, con luz de malla de 1 cm, y una atarraya con luz de malla de 3 puntas (12 lances por replica con atarraya en cada localidad) para cubrir un área de 60 m² para la atarraya, mientras que la infauna se colectó con una draga de un área de 0.024 m² y un nucleador con área de 0.0033 m². El uso de las artes en cada localidad dependió de las características del sitio y facilidad para su empleo. Los organismos se fijaron y preservaron con etanol al 96 %, la determinación de los organismos se realizó al nivel más bajo posible mediante claves especializadas, para moluscos (Thompson, 1957; Pennak, 1978; Thompson, 2004; Thorp & Covich, 2001) y para peces (Weber, 1992; Armbruster, 2004; Miller *et al.*, 2005; Armbruster &

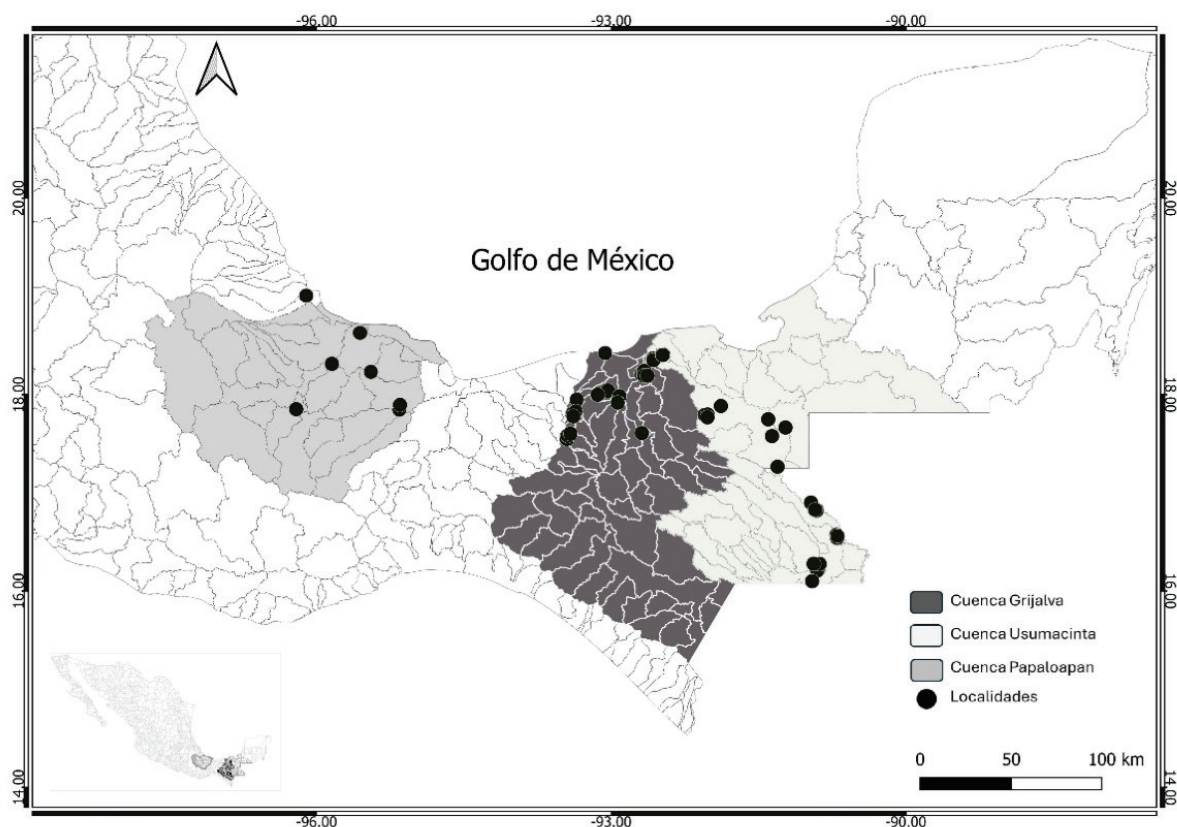


Figura 1. Área y ubicación de localidades de muestreo.

Page, 2006). La abundancia y peso de los organismos se estandarizó transformándolos a densidad (Org./m²) y biomasa (w/m²) para determinar la distribución de la densidad y biomasa de las especies de interés a lo largo de las cuencas. Donde, “g” es el peso en gramos de los organismos.

RESULTADOS

Distribución de la abundancia de la comunidad de macroinvertebrados y peces

Se colectaron 189,071 organismos en total en las localidades de muestreo, de los cuales 92 % corresponden a macroinvertebrados y 8 % a peces de la abundancia total. Los macroinvertebrados representados por 105 familias, 164 géneros y 186 especies y los peces por 34 familias 71 géneros y 100 especies. Dentro de las cuales se registraron 11 especies exóticas invasoras tres de moluscos y 8 de peces en las localidades de monitoreo de las tres cuencas. Es importante mencionar que los moluscos registraron los valores más altos de densidad y biomasa en cada cuenca (Tabla 1) en la cual se puede apreciar que la densidad y biomasa de los moluscos representan más del 80 % correspondiente a cada cuenca.

Las especies de moluscos exóticos invasores (MEI): *Melanoides tuberculata* (Muller, 1774) registrada en 21 localidades, *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en 32 y *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) en 45 de las 79 localidades de muestreo representaron un elevado porcentaje de la

Tabla 1. Porcentaje de la densidad y biomasa total de macroinvertebrados por cuenca y grupo de organismos

Cuenca/Grupo	Densidad (Org./m ²) %	Biomasa (w/m ²) %
Grijalva	20.59	26.64
Crustacea	0.24	0.22
Insecta	0.05	0.01
Mollusca	20.3	26.42
Usumacinta	8.68	16.33
Crustacea	1.35	1.26
Insecta	0.17	0.03
Mollusca	7.15	15.04
Papaloapan	70.73	57.03
Crustacea	0.78	0.33
Insecta	0.12	0.04
Mollusca	69.84	56.66

densidad en cada cuenca. Las tres especies en la cuenca Grijalva, representaron el 97 % de la densidad total de organismos, mientras que para la cuenca Papaloapan fue el 90 % y Usumacinta con el 39 % del total. Con respecto a la biomasa registrada por los MEI, el valor más alto corresponde a la cuenca Papaloapan con 89 %, seguida de la cuenca Grijalva con 83 % y Usumacinta con 51 % del total.

En las tres cuencas, la especie *T. granifera* registró los valores más altos de densidad, con porcentajes de 61 % en la cuenca Papaloapan, seguida por la cuenca Grijalva con 19 % y Usumacinta con solo 3.5 % de la densidad para esta especie. Mientras que *M. tuberculata* y *C. fluminea* registraron porcentajes de densidad menores a 5 % en las tres cuencas. El mayor porcentaje de biomasa correspondió a *T. granifera* en la cuenca Papaloapan con cerca del 50 % mientras que la biomasa de *C. fluminea* registró valores más altos en la cuenca Grijalva; Mientras que, *M. tuberculata* tuvo los valores mínimos de densidad y de biomasa (Figura 2).

La distribución de la densidad y biomasa de los MEI en las 3 zonas de cada cuenca permite apreciar que en la zona media de las cuencas se registraron los porcentajes más elevados de densidad y biomasa. En la zona media de las cuencas Grijalva (Figura 3 A) y Papaloapan (Figura 3 C), *T. granifera* registró los valores de densidad más altos, mientras que en la cuenca Usumacinta la biomasa fue mayor en las zonas media y baja (Figura 3 B). Es importante mencionar que las tres especies de moluscos invasores se registraron en las diversas zonas de cada cuenca, con excepción de *T. granifera* la cual estuvo ausente en la zona alta de la cuenca Usumacinta. En general *C. fluminea* y *M. tuberculata* registraron los porcentajes más bajos de densidad y biomasa, por el contrario, *T. granifera* fue la especie con mayor representatividad a lo largo de las tres cuencas de estudio (Figura 3).

Del total de peces colectados, el porcentaje más alto de densidad se registró en la cuenca Grijalva con 41.8 % seguida por la Cuenca Papaloapan con 29.8 % y la cuenca Usumacinta con 28.3 %, por el contrario, el porcentaje más alto de la biomasa se registró en la cuenca Usumacinta con 63 % seguida de la cuenca Grijalva y Papaloapan con 29 y 8 % respectivamente (Figura 4 A).

De las cien especies de peces registradas, ocho son invasoras: *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758), *O. aureus* (Steindachner, 1864), *Parachromis motaguensis* (Gunther, 1867), *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), *Ctenopharygodon idella* (Valenciennes, 1844), *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855), *P. disjunctivus* (Weber, 1991) y *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870). De las cuales *O. niloticus*, *O. aureus*, y *C. idella*, se registraron en las tres cuencas, *P. pardalis*, *P. disjunctivus* en las cuencas Grijalva y Usumacinta; *P. motaguensis*, *C. carpio* y *A. pectinifrons* en la cuenca Gri-

jalva. Los géneros *Pterygoplichthys* y *Oreochromis* presentaron mayor frecuencia de aparición con registro en 56 % y 20 % de todas las localidades de muestreo, mientras que *A. pectinifrons* y *P. motaguensis*, se registraron en 1.3 % de las localidades (Figura 4 B).

Las especies de peces invasores representaron 10 % de la densidad y 44 % de la biomasa total, de las cuales las especies del género *Pterygoplichthys* en conjunto representaron 9.8 % y 34 % de la densidad y biomasa respectivamente, mientras que las especies restantes representaron densidades menores a 0.05 % del total, de igual forma la biomasa del resto de las especies registraron valores menores al 5 % del total (Figura 5).

Con respecto a la distribución de los peces invasores por cuenca en la figura 6 se aprecia que en conjunto las especies del género *Pterygoplichthys* representaron el mayor porcentaje de densidad y biomasa y tienen registro sólo en las cuencas Grijalva y Usumacinta, sin embargo, tiene mayor representatividad en la cuenca Grijalva, mientras que el género *Oreochromis* tuvo mejor representatividad con respecto a la biomasa en la cuenca Papaloapan. Cabe mencionar que el género *Oreochromis* representado por *O. niloticus*, *O. aureus* y *Oreochromis* sp. tuvo registro en las tres cuencas. Es importante resaltar el registro de *Agamyxis pectinifrons* ya que esta especie ha tenido registros recientes en la parte baja de la cuenca Grijalva.

Con respecto a la distribución de peces invasores por zona en cada cuenca, es apreciable que en las cuencas Grijalva y Usumacinta las especies que comprenden el género *Pterygoplichthys* son las que registraron valores más altos de densidad y biomasa a lo largo de la cuenca, sin embargo, para la cuenca Grijalva el valor más alto de densidad correspondió a la zona baja, mientras que en la cuenca Usumacinta se presentó en la zona media. En general en la cuenca Grijalva la densidad fue más baja que la biomasa, por el contrario, en la cuenca Usumacinta la densidad es menor que la biomasa en las zonas media y baja, mientras que en la zona alta la biomasa es más alta que la densidad. En la cuenca Papaloapan las especies que componen el género *Oreochromis*, son las que registraron los valores de densidad y biomasa más altos a lo largo de la cuenca, es importante destacar que en esta cuenca no tuvo registro del género *Pterygoplichthys*, para este estudio (Figura 7).

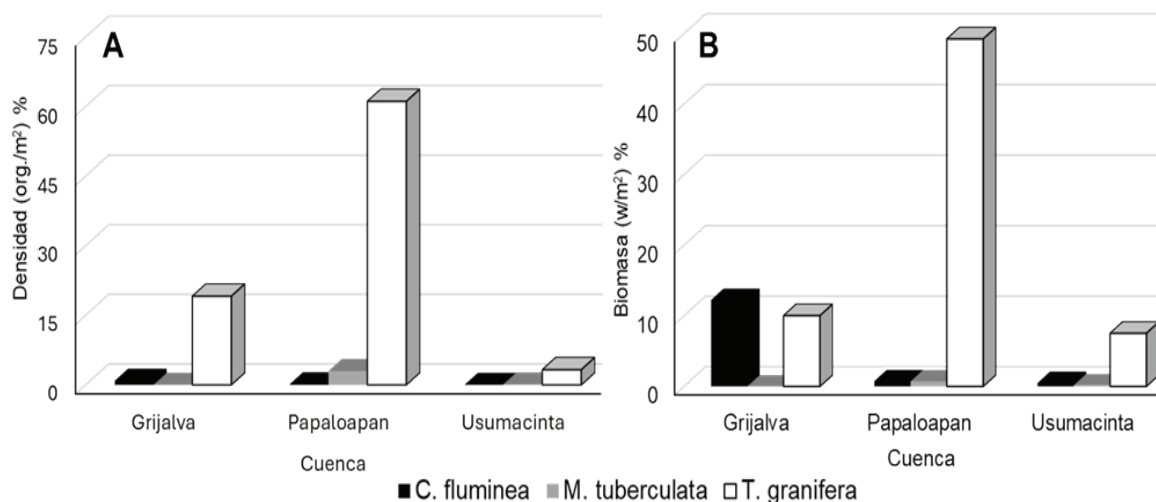


Figura 2. Densidad (A) y biomasa (B) de moluscos invasores por cuenca.

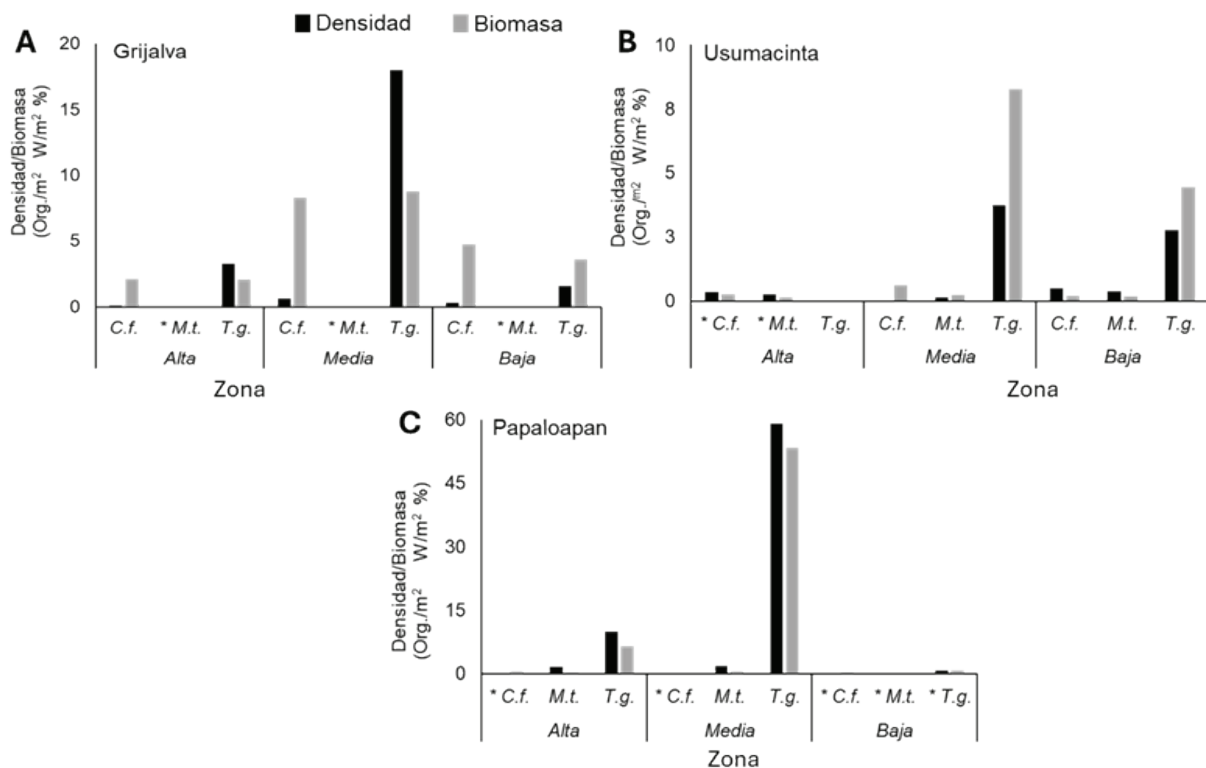


Figura 3. Densidad y biomasa de moluscos invasores por zona en las cuencas Grijalva (A), Usumacinta (B) y Papaloapan (C); C.f., *Corbicula fluminea*; M.t., *Melanoides tuberculata*; T.g., *Tarebia granifera*.

DISCUSIÓN

La presencia de especies invasoras es un proceso que se ha venido acelerando debido a actividades antropogénicas como el transporte marítimo (agua de lastre y organismos incrustados en el casco del barco) y el acuarismo. Dichas especies al encontrarse en sistemas acuáticos en los cuales no tiene competidores naturales son capaces de provocar cambios fuertes en la biota de estos sistemas, como el desplazamiento de especies nativas además de provocar cambios en el proceso ecológico y fisiográfico de los mismos (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000; Holmes *et al.*, 2009; Simberloff, 2011; Blackburn *et al.*, 2014; Gallardo *et al.*, 2016; Brito *et al.*, 2020). Un claro ejemplo de estas especies invasoras en el Sureste Mexicano son la presencia de tres especies de moluscos y ocho de peces dulceacuicolas registrados en el presente estudio.

Los moluscos invasores *C. fluminea*, *T. granifera* y *M. tuberculata* han sido registrados en diversos puntos de monitoreo en las tres principales cuencas del sureste (Grijalva, Usumacinta y Papaloapan) en el caso de *C. fluminea*, aunque no se tuvieron densidades grandes, se sabe que es una especie muy exitosa en la colonización de otros ambientes lo cual explica su presencia en 45 de las 79 localidades de monitoreo, lo cual coincide con lo registrado por Trinidad-Ocaña *et al.*, (2017) y de acuerdo con Tiemann, *et al.*, (2024) quien comenta que esta es una especie ampliamente distribuida en el territorio mexicano ya que se encuentra en 26 Estados de la República Mexicana. En el caso de *C. fluminea* se cree que el acuarismo, la deriva pasiva y la dispersión debida por el paso intestinal de los peces, son vías probables

de dispersión para esta especie (Sousa *et al.*, 2008; Gatlin *et al.*, 2013; Naranjo-García & Castillo-Rodríguez, 2017).

Con respecto a los moluscos de la familia Thiaridae, estas presentaron mayores abundancias en sistemas ribereños o canales que presentaron modificaciones o impactos fuertes por actividades antropogénicas (obras hidráulicas) lo cual favorece una elevada densidad de *T. granifera* en las tres cuencas (Peso *et al.*, 2010; Rangel-Ruiz *et al.*, 2011; Trinidad-Ocaña *et al.*, 2017), las cuales representaron más del 90 % en las cuencas Grijalva y Papaloapan y 40 % Usumacinta. Estas especies de thiaridos *M. tuberculata* y *T. granifera* son de las especies de moluscos invasores en conjunto con la almeja asiática *C. fluminea* que han sido consideradas como especies invasoras registradas a nivel nacional y en el sureste mexicano (López-López *et al.*, 2009; Naranjo-García & Olivera-Carrasco, 2014; Barba *et al.*, 2014; Tiemann *et al.*, 2024). Estas especies además de contar con una elevada capacidad competitiva presentan una gran adaptabilidad a las diversas condiciones locales de los sistemas acuáticos (Guo & Symstad, 2008). Es importante el control de estas especies ya que de acuerdo con diversos autores además de los daños ecológicos y a la biodiversidad, son portadoras de parásitos que afectan a otras especies acuáticas (Salgado-Maldonado *et al.*, 1995; Mitchell *et al.*, 2005; Pinto & Melo, 2010), lo cual es de importancia para la salud pública ya que pueden afectar a la salud humana (Derraik, 2008; Amador-del Ángel *et al.*, 2009; Appleton *et al.*, 2009).

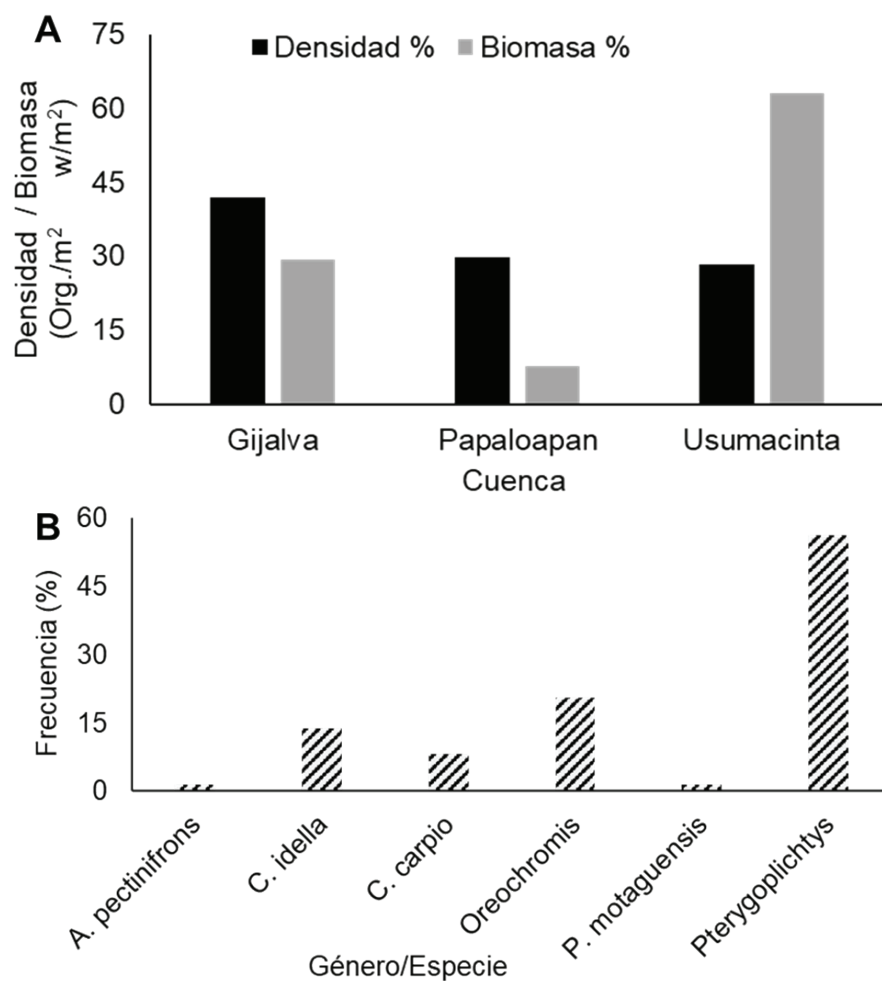


Figura 4. Densidad y Biomasa total de la ictiofauna (A) y frecuencia de aparición de peces invasores (B).

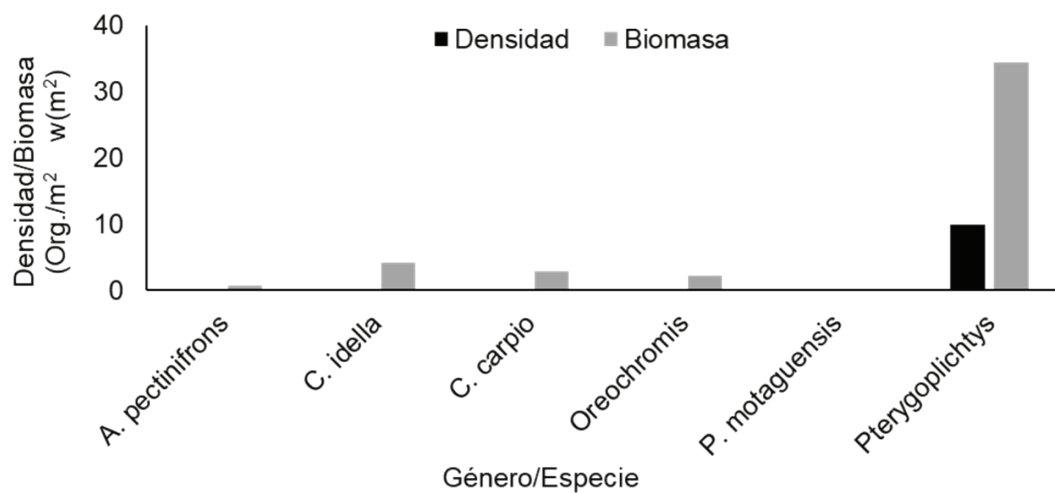


Figura 5. Aporte de la densidad y biomasa de las especies de peces invasores.

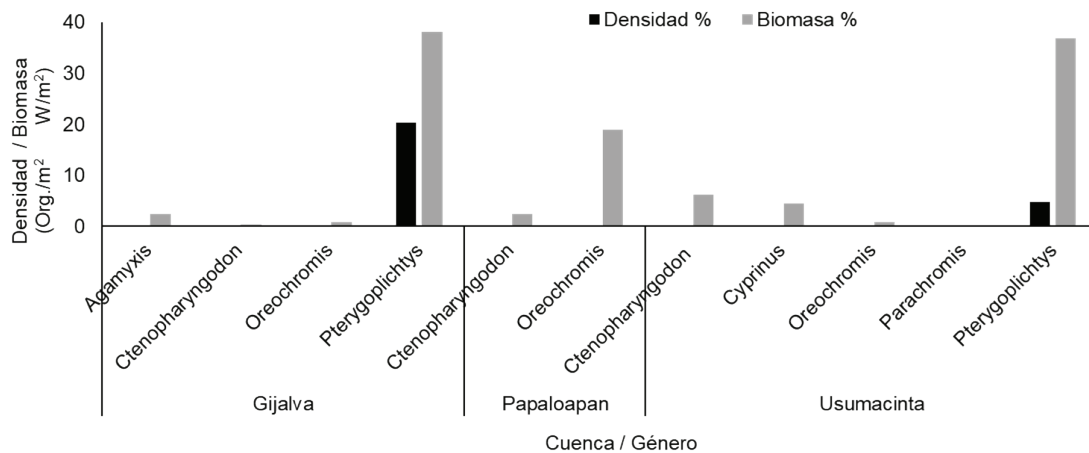


Figura 6. Distribución de la densidad y biomasa de peces invasores por cuenca.

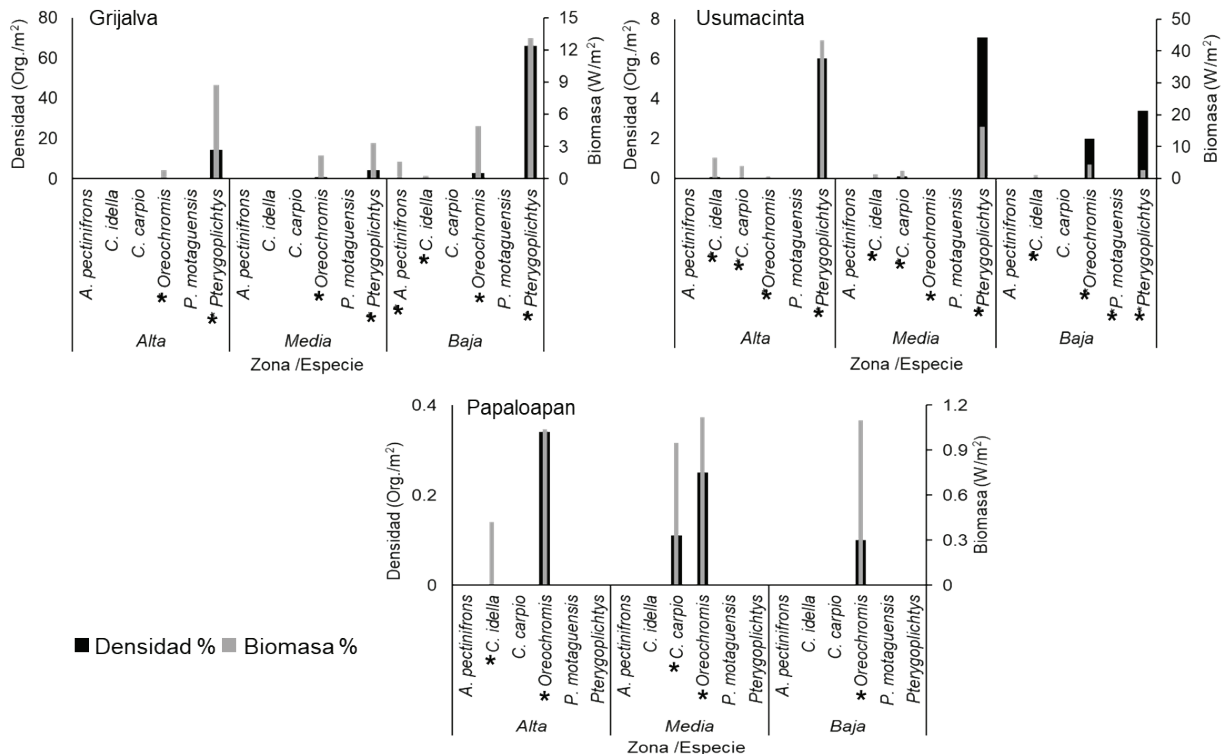


Figura 7. Distribución de peces invasores por zona en las cuencas Grijalva, Usumacinta y Papaloapan (* especies registradas por zona).

Con respecto al grupo de peces invasores se registraron siete de las 11 especies mencionadas por Amador-del Ángel & Wakida-Kusunoki (2014 a; b), lista a la cual se anexa la especie *Agamyxis pectinifrons* recientemente ubicada en el sureste de México por Álvarez-Pliego *et al.*, (2021) en diversos humedales en la parte baja de la cuenca Grijalva, así como la captura de 25 organismos en la laguna Luis Gil Pérez, en el municipio de Centro Tabasco. Es importante destacar la presencia de esta especie de la cual aún no se conoce el impacto ecológico que pueda generar en los sistemas acuáticos del sureste mexicano. La falta

de desconocimiento de la biología de esta especie es una desventaja que puede derivar en el desplazamiento de otras especies nativas, debido a factores como la competencia por la alimentación, o tipo de hábitat, entre otros (Olden *et al.*, 2006; Liang *et al.*, 2020). Más aún que la introducción a territorio mexicano, esta especie de ornato cuenta con autorización por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, en la cual se permite su importación como pez de ornato, por lo cual es necesario más estudios referentes a esta especie para tener un mejor conocimiento de los impactos que pueda provocar en los siste-

mas acuáticos (Fuller, 2024). Las especies correspondientes al género *Pterygoplichthys* al igual que *A. pectinifrons*, pertenecen al grupo de los siluriformes y se caracterizan por ser un grupo dominante en Sudamérica (Van der Sleen & Albert 2017), la presencia de *A. pectinifrons* en la cuenca Grijalva se considera de alto riesgo no solo para México sino para Mesoamérica (Orfinger & Gooding, 2018; Lardizabal *et al.*, 2020). Esto dado por su elevada capacidad de adaptación, sus hábitos nocturnos, la ausencia de depredadores naturales, aunado a que las cuencas del sureste mexicano presentan condiciones ambientales similares a las encontradas en el área natural de distribución (Correa *et al.*, 2008). Sin embargo, existen diversas especies que son invasoras, pero son aprovechadas y representan beneficios económicos para la población de pescadores como es el caso de los ciclidos pertenecientes al género *Oreochromis*, y las carpas del género *Cyprinus* (Amador-del Ángel & Wakida-Kusunoki, 2014 a). Es necesario el planteamiento de diversas opciones para el manejo y control de las especies invasoras, dependiendo si son o no de importancia comercial (mojarra y carpas) o si son especies poco probables de ser aprovechadas por la población como es el caso de los siluriformes, ya que la presencia de especies invasoras conlleva a la pérdida de diversidad biológica y afectaciones socioeconómicas (Barba-Macias & Estrada, 2007; Cucherousset & Olden, 2011; Álvarez-Pliego *et al.*, 2015).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo a las fuentes de financiamiento por los recursos otorgados para la realización de los proyectos que alimentan la base de datos con la cual se trabajó para el presente documento, Perteneciente a la "Colección de Referencia Sobre Organismos Acuáticos del Sureste: Macroinvertebrados y Peces" de El Colegio de la Frontera Sur, unidad Villahermosa (CROASUR).

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-PLIEGO N., A. GARRIDO-MORA, A. J. SÁNCHEZ, M. A. SALCEDO & R. FLORIDO. 2021. First records of a non-native spotted raphael catfish *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870) (Siluriformes: Doradidae) in the floodplain of the Grijalva basin. *BiolInvasions Records* 10(3): 691-700. DOI:10.3391/bir.2021.10.3.19
- ÁLVAREZ-PLIEGO N, A. J. SÁNCHEZ, R. FLORIDO & M. S. SALCEDO. 2015. First record of south american suckermouth armored catfishes (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Chumpán River system, southeast Mexico. *BiolInvasions Records* 4: 309-314, DOI:10.3391/bir.2015.4.4.14
- AGUIRRE-MUÑOZ, A., R. E. MENDOZA-ALFARO, H. A. PONCE-BERNAL, L. ARRIAGA-CABRERA E. CAMPOS-GONZÁLEZ, S. CONTRERAS-BALDERAS, M. E. GUTIÉRREZ, F. J. ESPINOSA-GARCÍA I. FERNÁNDEZ-SALAS, L. GALAVIZ-SILVA, F. J. GARCÍA-DE LEÓN, D. LAZCANO-VILLARREAL, M. MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, M. E. MEAVE-DEL CASTILLO, R. A. MEDELLIN, E. NARANJO-GARCÍA, M. T. OLIVERA-CARRASCO, M. PÉREZ-SANDI, G. RODRÍGUEZ-ALMARAZ, G. SALGADO-MALDONADO, A. SAMANIEGO-HERRERA, E. SUÁREZ-MORALES, H. VIBRANS & J. A. ZERTUCHE-GONZÁLEZ. 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. In: Dirzo, R., R. González & I. J. March (Eds.). *Capital natural de México: Estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, pp. 277-318.
- Amador-del Ángel, L. E. & A. T. Wakida-Kusunoki. 2014a. Peces invasores en el Sureste de México. In: Mendoza-Alfaro, R. E. & P. Koff-Orsorio (Eds.). *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). pp. 425-433
- AMADOR-DEL ÁNGEL, L. E. & A. T. WAKIDA-KUSUNOKI. 2014b. Especies acuáticas exóticas e invasoras del estado de Tabasco, México. In: Low-Pfeng, A. M., P. A. Quijón & E. M. Peters-Recagno (Eds.). *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Ecología y Cambio Climático y University of Prince Edward Island. pp. 177-198
- AMADOR-DEL ÁNGEL, L. E., A. T. WAKIDA-KUSUNOKI, E. GUEVARA, R. BRITO & P. CABRERA-RODRÍGUEZ. 2009. Peces invasores de agua dulce en la región de la laguna de Términos, Campeche. *Tecnociencia* 3 (2): 11-28.
- APPLETON, C. C., A. T. FORBES & N. T. DEMETRIADES. 2009. The occurrence, bionomics and potential impacts of the invasive freshwater snail *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) (Gastropoda: Thiaridae) in South Africa. *Zoologische Mededelingen* 83: 525-536
- ARMBRUSTER, J. W. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armored catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society* 141: 1-80.
- ARMBRUSTER, J. W. & L. M. PAGE. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotropical Ichthyology* 4 (4): 401-409.
- ARRIAGA-CABRERA, L., V. AGUILAR-SIERRA & J. ALCOCER-DURAND. 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, México. p. 327
- BARBA-MACÍAS, E. & F. ESTRADA. 2007. Taller sobre el aprovechamiento y manejo integral del plecos (pez diablo) en los municipios de Tenosique y Balancán, Tabasco. *Produce Tabasco* 1 (4): 5-6.
- BARBA, M., M. MAGAÑA-VÁZQUEZ & J. JUÁREZ-FLORES. 2014. Nuevos registros de los gasterópodos *Melanoides tuberculata* (Muller, 1974) y *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en las cuencas Grijalva, Usumacinta y Tonala, Pajonal-Machona, Tabasco. In: Low-Pfeng, M. A., P. A. Quijón & E. M. Peters-Recagno (Eds.). *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y University of Prince Edward Island. México, D.F. pp. 359-379.
- BAX, N., J. T. CARLTON, A. MATHEWS-AMOS, R. L. HAEDRICH, F. G. HOWARTH, J. E. PURCELL, A. RIESER & A. GRAY. 2001. The control of biological invasions in the world's oceans. *Conservation Biology* 15: 1234-1246. DOI:10.1111/j.1523-1739.2001.99487.x
- BLACKBURN, T. M., F. ESSL, T. EVANS, P. E. HULME, J. M. JESCHKE, I. KUHN, S. KUMSCHICK, Z. MARKOVA, A. MRUGALA, W. NENTWIG, J. PERGL, P. PYSEK, W. RABITSCH, A. RICCIARDI, D. M. RICHARDSON, A. SENDEK, M. VILA, J. R. U. WILSON, M. WINTER, P. GENOVESI & S. BACHER. 2014. A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLoS Biology* 12: e1001850. DOI:10.1371/journal.pbio.101850
- BRITO, M. F., V. S. DAGA & J. R. VITULE. 2020. Fisheries and biotic homogenization of freshwater fish in the Brazilian semiarid region. *Hydrobiologia* 847:3877-3895.

- CHORNESKY, E. A., A. M. BARTUSKA, G. H. APLET, K. O. BRITTON, J. CUMMINGS-CARLSON, F. W. DAVIS, J. ESKOW, D. R. GORDON, K. W. GOTTSCHALK, R. A. HAACK, A. J. HANSEN, R. N. MACK, F. J. RAHEL, M. A. SHANNON, L. A. WAINGER & T. B. WIGLEY. 2005. Science Priorities for Reducing the Threat of Invasive Species to Sustainable Forestry. *BioScience*, 55(4): 335-348. DOI:10.1641/0006-3568(2005)055[0335:SPFRTT]2.0.CO;2
- CONAGUA (COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA). 2024. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero cuenca Río Papaloapan (3019), Estado de Veracruz. Ciudad de México, 33 p.
- CONN, D. B. 2014. Aquatic invasive species and emerging infectious disease threats: a one health perspective. *Aquatic Invasions* 9: 383-390.
- CONTRERAS-BALDERAS, S. 1999. Annotated checklist of introduced invasive fishes in Mexico, with examples of some recent introductions. In: Claudi, R. & J.H. Leach (Eds.), *Non-indigenous freshwater fishes: Vectors, biology, and impacts*. Lewis Publ., Washington, pp. 33-54.
- CONTRERAS-BALDERAS, S., G. RUIZ, J. J. SCHMITTER, E. DÍAZ, T. CONTRERAS, M. MEDINA, L. ZAMBRANO, A. VARELA, R. MENDOZA, C. RAMÍREZ, M. A. LEJA, P. ALMADA, D. A. HENDRICKSON & J. LYONS. 2008. Freshwater fishes and water status in Mexico: A country-wide appraisal. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 11 (3): 246-256.
- CORREA S. B., W. G. R. CRAMPTON, L. J. CHAPMAN & J. S. ALBERT. 2008. A comparison of flooded forest and floating meadow fish assemblages in an upper Amazon floodplain. *Journal of Fish Biology* 72: 629-644. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01752.x
- CUCHEROUSSET J. & J. D. OLDEN. 2011. Ecological Impacts of Nonnative Freshwater Fishes. *Fisheries* 36: 215-230. DOI:10.1080/03632415.2011.574578
- CUNNINGHAM, A. A., A. P. DOBSON & P. J. HUDSON. 2012. Disease invasion: impacts on biodiversity and human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 367: 2804-2806
- DERRAIK, J. G., 2008. The potential significance to human health associated with the establishment of the snail *Melanoides tuberculata* in New Zealand. *The New Zealand Medical Journal* 121 (1280): 25-32
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN 1994. NORMA Oficial Mexicana NOM-011-PESC-1993, para regular la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualesquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. También disponible en la página web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/857603/1_NOM-011-PESC-1993_16AG01994.pdf
- DÍAZ-PARDO, E., A. CAMPOS-MENDOZA, T. CONTRERAS-MACBEATH, O. MEJÍA-GUERRERO, E. SOTO-GALERA & G. CEBALLOS. 2016. Situación actual y conservación. In: Ceballos, G., E. Díaz-Pardo, L. Martínez-Estévez & H. Espinosa-Pérez (Eds.). *Los peces dulceacuícolas de México en peligro de extinción*. Ciudad de México, México, pp 31-46.
- FAUSCH, K., Y. TANIGUCHI, S. NAKANO, G. GROSSMAN & C. TOWNSEND. 2001. Flood disturbances regimes influence rainbow trout invasion success among five holartic regions. *Ecology Applications* 11 (5): 1438-1455.
- FENOGLIO, S., N. BONADA, S. GUARESCHI, M. J. LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A. MILLÁN & J. M. T. FIGUEROA. 2016. Freshwater ecosystems and aquatic insects: a paradox in biological invasions. *Biology Letters* 12 (4): 2015.1075. DOI:10.1098/rsbl.2015.1075
- FLOOD, P. J., A. DURAN, M. BARTON, A. E. MERCADO-MOLINA & J. C. TREXLER. 2020. Invasion impacts on functions and services of aquatic ecosystems. *Hydrobiologia* 847: 1571-1586.
- FULLER, P., L. NICO & D. WILLIAMS. 1999. *Non-indigenous fishes introduced into inland waters of the United States*. American Fisheries Society, Bethesda, MA.
- FULLER, P. 2024. *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. También disponible en la página web: <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=2786> (consultado el 25 de noviembre 2024)
- GALLARDO, B., M. CLAVERO, M. I. SÁNCHEZ & M. VILÁ. 2016. Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems. *Global Change Biology* 22: 151-163.
- GATLIN, M. R., D. E. SHOUP & J. M. LONG. 2013. Invasive Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Asian clams (*Corbicula fluminea*) survive gut passage of migratory fish species: implications for dispersal. *Biological Invasions* 15: 1195-1200. DOI:10.1007/s10530-012-0372-0
- GUO, Q. & A. SYMSTAD. 2008. A two-part measure of degree of invasion for cross-community comparisons. *Conservation Biology* 22: 666-672.
- HARRISON, I. & M. STIASNY. 1999. The quiet crisis: A preliminary listing of the Freshwater fishes of the world that are extinct or "missing in action". In: MacPhee R. D. E. (Ed.). *Extinctions in near time. Causes, contexts, and consequences*. Kluwer Academic, Nueva York, pp. 271-331.
- HOLMES, T. P., J. E. AUKEMA, B. VON HOLLE, A. LIEBHOLD & E. SILLS. 2009. Economic impacts of invasive species in forest past, present, and future. In *The Year in Ecology and Conservation Biology. Annals of the New York Academy of Sciences* 1162: 18-38
- IMTA (INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA), CONABIO (COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD), GECI (GRUPO DE ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE ISLAS, A.C.), ARIDAMÉRICA, A. C. & THE NATURE CONSERVANCY, PROGRAMA MÉXICO. 2007. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad. Prioridades en México, Jiutepec, Morelos.
- INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA). 2022. Estudio de información integrada de la Cuenca Río Papaloapan. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 117 p.
- JELKS, H., S. WALSH, N. BURKHEAD, S. CONTRERAS-BALDERAS, E. DÍAZ-PARDO, D. HENDRICKSON, J. LYONS, N. E. MANDRAK, F. MCCORMICK, J. S. NELSON, S. P. PLATANIA, B. A. PORTER, C. B. RENAUD, J. J. SCHMITTER-SOTO, E. B. TAYLOR & M. L. WARREN JR. 2008. Conservation status of imperiled North American freshwater and diadromous fishes. *Fisheries* 33 (8): 372-407.
- KETTUNEN, M., P. GENOVESI, S. GOLLASCH, D. S. PAGA, U. STARFINGER, P. TENBRINK & C. SHINE. 2008. Technical Support to EU Strategy on Invasive Species (IAS) Assessment of the Impacts of IAS in Europe and the EU (Final Module Report for the European Commission) Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.

- LASSUY, D. 1995. Introduced species as a factor in extinction and endangerment of native fish species. *American Fisheries Society Symposium* 15: 391-396.
- LARDIZABAL, C. C., E. M. BENÍTEZ & W. A. MATAMOROS. 2020. Record of the Non-native suckermouth armored catfish hybrid *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1985) y *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) (Siluriformes: Loricariidae) in Honduras. *Zootaxa* 4778(3): 593-599. DOI:10.11646/zootaxa.4778.3.10
- LIANG S. H., B. A. WALTHER & B. S. SHIEH. 2020. Determinants of establishment success: Comparing alien and native freshwater fishes in Taiwan. *PLoS ONE* 15 (7): e0236427. DOI:10.1371/journal.pone.0236427
- LIMÓN-HERNÁNDEZ, L. E., M. DE L. JIMÉNEZ-BADILLO & C. MEINERS-MANDUJANO. 2023. El pez diablo, una especie exótica invasora en la mira de la cuenca del río Papaloapan. *Revista Multidisciplinaria de Ciencia, Innovación y Desarrollo* 2 (1): 9-13
- LÓPEZ E, L. GARRIDO-OLVERA, F. BENAVIDES-GONZÁLEZ, Z. BLANCO-MARTÍNEZ, R. PÉREZ-CASTAÑEDA, J. G. SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, A. CORREA-SANDOVAL, M. L. VÁZQUEZ-SAUCEDA & J. L. RÁBAGO-CASTRO. 2019. New records of invasive mollusks *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774) and *Tarebia granifera* (Lamarck, 1816) in the Vicente Guerrero reservoir, Mexico. *BiolInvasions Records* 8(3):640-652 DOI:10.3391/bir.2019.8.3.21
- LÓPEZ-LÓPEZ, E., J. E. SEDEÑO-DÍAZ, P. T. VEGA & E. OLIVEROS. 2009. Invasive mollusks *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) and *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Tuxpan and Tecolutla rivers, Mexico: spatial and seasonal distribution patterns. *Aquatic Invasions* 4: 435-450. DOI:10.3391/ai.2009.4.3.2
- MASTER, L., S. FLACK & B. STEIN. 1998. *Rivers of life: Critical watersheds for protecting freshwater biodiversity*, The Nature Conservancy, Arlington, VA.
- MAZZA, G., E. TRICARICO, P. GENOVESI & F. GHERARDI. 2014. Biological invaders are threats to human health: an overview. *Ethology Ecology & Evolution* 26: 112-129.
- MCNEELY, J. A., H. A. MOONEY, L. E. NEVILLE, P. SCHEI & J. K. WAAGE. 2001. *Estrategia mundial sobre especies exóticas invasoras*. UICN: Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.
- MILLER, R. R., W. L. MINCKLEY & S. M. NORRIS. 2005. Freshwater fishes of México. The Chicago University Press, Chicago. 490 p.
- MILLER, R. R., J. D. WILLIAMS & J. E. WILLIAMS. 1989. Extinctions of North America fishes during the past century. *Fisheries* 14 (6): 4. 22-38.
- MITCHELL, A. J., R. M. OVERSTREET, A. E. GOODWIN & T. M. BRANDT. 2005. Spread of an exotic fish-gill trematode: a far-reaching and complex problem. *Fisheries* 30: 11-16 DOI:10.1577/1548-8446(2005)30[11:SOAEFT]2.0.CO;2
- NARANJO-GARCÍA, E. & Z. G. CASTILLO-RODRÍGUEZ. 2017. First inventory of the introduced and invasive mollusks in Mexico. *The Nautilus* 131: 107-126.
- NARANJO-GARCÍA, E. & M. T. OLIVERA-CARRASCO. 2014. Moluscos dulceacuícolas introducidos e invasores. In: Mendoza, R. & P. Koleff (Eds.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 337-345.
- NGHIEM, L. T., T. SOLIMAN, D. C. YEO, H. T. TAN, T. A. EVANS, J. D. MUMFORD, R. P. KELLER, R. H. A. BAKER, R. T. CORLETT & L. R. CARRASCO. 2013. Economic and environmental impacts of harmful non-indigenous species in Southeast Asia. *PLoS One* 8(8): e71255. DOI:10.1371/journal.pone.0071255
- OLDEN, J. D., N. L. POFF & K. R. BESTGEN. 2006. Life-history strategies predict fish invasions and extirpations in the Colorado River Basin. *Ecological Monographs* 76: 25-40 DOI:10.1890/05-0330
- ORFINGER, A. B. & D. GOODING. 2018. The Global Invasion of the Suckermouth Armored Catfish Genus *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae): Annotated List of Species, Distributional Summary, and Assessment of Impacts. *Zoological Studies* 57: 1-16. DOI:10.6620/ZS.2018.57-07
- PENNAK, R. W. 1978. *Fresh Water Invertebrates of the United States*. John Wiley & Sons. New York.
- PESO, J. G., R. E. VOGLE & N. D. PVIDORI. 2010. Primer registro del gasterópodo invasor *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiariidae) en el río Uruguay (Argentina-Brasil). *Comunicaciones de la Sociedad Malacológica del Uruguay* 9 (93): 231-235.
- PIMENTEL, D., S. MCNAIR, J. JANECKA, J. WIGHTMAN, C. SIMMONDS, C. O'CONNELL, E. WONG, L. RUSSEL, J. ZERN, T. AQUINO & T. TSOMONDO. 2001. Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84: 1-20.
- PINTO, H. A. & A. L. D. MELO. 2010. *Melanoides tuberculata* (Mollusca: Thiariidae) as an intermediate host of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in Brazil. *Revista Do Instituto De Medicina Tropical De Sao Paulo* 52: 207-210.
- PLASCENCIA-VARGAS, H., M. GONZÁLEZ-ESPINOSA, N. MARCIAL, J. ÁLVAREZ-SOLÍS & K. MUSALEM. 2014. Características físico-bióticas de la cuenca del río Grijalva. In: González-Espinosa, M. & M. C. Brunel-Manse (Eds.) *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva*. pp.29-72
- RANGEL-RUIZ, L. J., J. GAMBOA AGUILAR, M. GARCÍA-MORALES & O. M. ORTIZ-LEZAMA. 2011. *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta Zoológica Mexicana* 27(1):103-114.
- REID, W., H. MOONEY, A. CROPPER, D. CAPISTRANO, S. CARPENTER & K. CHOPRA (Eds.). 2005. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- RICCIARDI, A. & J. RASMUSSEN. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 13 (5): 1220-1222.
- RUZYCKI, J., D. BEAUCHAMP & D. YULE. 2003. Effects of introduced lake trout on native cutthroat trout in Yellowstone Lake. *Ecology Applications* 13 (1): 23-37.
- SALGADO-MALDONADO, G., M. I. RODRÍGUEZ-VARGAS, J. J. CAMPOS-PÉREZ. 1995. Metacercariae of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Trematoda) in freshwater fishes in Mexico and their transmission by the thiarid snail *Melanoides tuberculata*. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 30: 245-250, DOI:10.1080/01650529509360963

- SCHINDLER, S., B. STASKA, M. ADAM, W. RABITSCH & F. ESSL. 2015. Alien species and public health impacts in Europe: a literature review. *NeoBiota* 27: 1-23.
- SEMARNAT (SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- SIMBERLOFF, D. 2011. How common are invasion-induced ecosystem impacts?. *Biological Invasions* 13: 1255-1268.
- SOUSA, R., C. ANTUNES & L. GUILHERMINO. 2008. Ecology of the invasive Asian clam, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* 44 (2): 85-94. DOI:10.1051/limn:2008017
- THOMPSON, E. G. 1957. A collection on land and freshwater mollusks from Tabasco, México. *The Nautilus* 70: 97-102.
- THOMPSON, F. G. 2004. Freshwater Snails of Florida: A Manual for Identification. 2nd ed. University of Florida, Gainesville, 92 p.
- THORP, J. H. & A. P. COVICH. 2001. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (Second Edition), Academic Press. 1056 p.
- TIEMANN, J., K. CUMMINGS, E. BARBA & C. RANDKLEV. 2024. Distribution of nonindigenous Basket clams (*Corbicula* spp.) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 95: e955284. DOI:10.22201/ib.20078706e.2024.95.5284
- TRINIDAD-OCAÑA, C., J. F. MIRANDA-VIDAL, J. JUÁREZ-FLORES & E. BARBA-MACÍAS. 2017. Distribución y densidad de moluscos invasores de la familia Thiaridae en diferentes ambientes dulceacuícolas de Tabasco, México. *Hidrobiológica* 27 (1) 59-68.
- VAN DER SLEEN P. & J. S. ALBERT. 2017. Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas. Princeton University Press, Princeton, NJ, 464 p. DOI:10.2307/j.ctt1qv5r0f
- WEBER, C. 1992. Révision du genre *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricariidae. *Revue Française d'Aquariologie Herpétologie* 19:1-36.