



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE
TABASCO**

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



**ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO
INVASOR *Agamyxis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO
GRIJALVA.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

MARÍA FERNANDA DE LA CRUZ JUÁREZ

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. NICOLÁS ÁLVAREZ PLIEGO

EN CODIRECCIÓN DE:

DR. ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

VILLAHERMOSA, TABASCO. JUNIO DE 2025

Anexo 2

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 20 del mes de marzo del año 2025, el que suscribe **María Fernanda de la Cruz Juárez** alumna del Programa de **Biología** con número de matrícula **182G22049** adscrita a la **División Académica de Ciencias Biológicas** de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la Tesis presentada para la obtención del título de **Licenciatura en Biología** y titulado **“ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Agamyxis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA”** dirigido por el Dr. Nicolás Álvarez Pliego y el Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido del Desarrollo Tecnológico presentado de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 20 de marzo 2025.

María Fernanda de la Cruz Juárez



Nombre y Firma del Tesista



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



**2025
AÑO DE LA
Mujer
Indígena**

Villahermosa, Tab., a 20 de Marzo de 2025

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza a la **C. MARÍA FERNANDA DE LA CRUZ JUÁREZ** egresada de la Lic. en **BIOLOGIA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: **"ASPECTOS DE LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Agamysis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

C.c.p.- Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado

**U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



DIRECCIÓN



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



MARZO 20 DE 2025

**C. MARÍA FERNANDA DE LA CRUZ JUÁREZ
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis denominado: **"ASPECTOS DE LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Agamyxis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA"**, asesorado por el Dr. Nicolás Álvarez Pliego y Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez, sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por la M. en C. Rosa Amanda Florido Araujo, Dr. Miguel Ángel Salcedo Meza, Dr. Nicolás Álvarez Pliego, Dra. Susana del Carmen de la Rosa García y Dr. Allan Keith Cruz Ramírez

**A T E N T A M E N T E
ESTUDIO EN LA DUDA ACCIÓN EN LA FE**


**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**



C.c.p.- Expediente del Alumno.
Archivo.



KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400 y 6401, e-mail: direccion.dacbiol@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques

www.ujat.mx



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



**2025
Año de la Mujer
Indígena**

19 de marzo de 2025

C. María Fernanda de la Cruz Juárez
Pasante de la Lic. en Biología
PRESENTE

En cumplimiento de los lineamientos de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, se implementó la revisión del trabajo recepcional en la modalidad de Tesis, a través de la plataforma Turnitin iThenticate para evitar el plagio e incrementar la calidad en los procesos académicos y de investigación en esta División Académica. Esta revisión se realizó en correspondencia con el Código de Ética de la Universidad y el Código Institucional de Ética para la Investigación.

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su trabajo recepcional "ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Agamoxis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA".

OBSERVACIONES:

Se incluyó citas, se excluyeron bibliografía, y se limitó el tamaño de fuentes pequeñas <10 palabras y coincidencias a 16 palabras.

RESULTADO DE SIMILITUD	2 %
	7977 palabras, 5 coincidencias y 5 fuentes

Finalmente, se le solicita a la **C. María Fernanda de la Cruz Juárez**, integrar en la versión final del trabajo recepcional, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

Sin otro particular al cual referirme, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p. Dr. Nicolas Alvarez Pliego. Director de trabajo recepcional
C.c.p. Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez. Codirector de trabajo recepcional
C.c.p. Archivo



KM. 0.5 CARR. VILLAHERMOSA-CÁRDENAS ENTRONQUE A BOSQUES DE SALOYA
Tel. (993) 358-1500 Ext. 6400 y 6401, e-mail: direccion.dacbiol@ujat.mx

Usar papel reciclado economiza energía, evita contaminación y despilfarro de agua y ayuda a conservar los bosques

www.ujat.mx

Resultados del porcentaje del programa de similitud (Turnitin iThenticate-Software)

ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Agamyxis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	hidrobiologica.izt.uam.mx Internet	46 palabras — 1%
2	era.ujat.mx Internet	17 palabras — < 1%
3	www.researchgate.net Internet	17 palabras — < 1%
4	archive.org Internet	16 palabras — < 1%
5	peces-invasores-de-campeche.wikispaces.com Internet	16 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

DESACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

< 10 PALABRAS

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 16 PALABRAS

Anexo 4

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 20 de marzo 2024.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTORA en la producción, creación y/o realización de la obra denominada “ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR *Aqamysis pectinifrons* (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA” Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

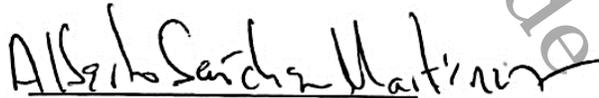
COLABORADORES



María Fernanda de la Cruz Juárez

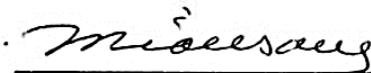


Dr. Nicolás Álvarez Pliego

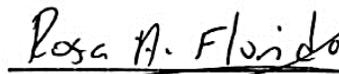


Dr. Alberto de Jesús Sánchez Martínez

TESTIGOS



Dr. Miguel Ángel Salcedo Meza



M. en C. Rosa Amanda Florido Araujo

Dedicatoria

" Cantare amantibus est"

San Agustín

A Dios Padre, por concederme la vida hasta el día de hoy

A mis padres:

María Elena Juárez Luna

Alberto de la Cruz García

A mi hijo, mi amor chiquito:

Erick Said de la Cruz Juárez

A mis queridos abuelitos, quienes aún tengo con bien:

Dolores Luna Palomeque

Ángel Juárez Hernández

Isidra García Hernández

A mi gatita, que es mi amiga fiel, Minina

A la memoria de mis dos ángeles en el cielo, mi abuelito Lupón y mi tío Pedro

Agradecimiento

Mi agradecimiento entero al Doctor Nicolás Álvarez Pliego, porque fue mi asesor y mentor en este trabajo arduo de investigación, pero también porque que sabe difundir el amor a nuestro laboratorio y a la ciencia.

A los profesores que integran el cuerpo académico Diagnóstico y Manejo de Humedales Tropicales, porque con su conocimiento aportaron cosas y mejorías a este trabajo.

A la Dra. Susana del Carmen de la Rosa García por el apoyo financiero para promover la investigación del laboratorio de humedales, a manera de incentivar el trabajo y difusión de la ciencia.

Al M. en C. Otilio Méndez Marín por brindarme apoyo en el laboratorio LAFIRA con el procesamiento de muestras para poder llevar a cabo parte fundamental de esta investigación.

A mis compañeros de laboratorio: Marce, Diana, Denisse, Gaby y Gustavo porque fuimos el Team del lab después de pandemia y consolidamos una bonita amistad, y Gaby gracias por todo tu apoyo académico igual, eres una excelente mamá.

A mis papás y mi abuelita Lola, porque son pieza clave en mi vida y que con mucho esfuerzo me apoyaron para lograr mi carrera, me impulsaron a llegar lejos y a salir adelante.

A mi bebé, porque, aunque a veces fue difícil llevar mi carrera y la maternidad, si pude, te amo mucho hijo mío, espero darte todo lo que mereces y que seas un hombre de bien.

A mi gatita Minina, más que una mascota, parte importante de mi familia, y quien estaba a mi lado las noches que me tocó quedarme haciendo tareas hasta altas horas, te quiero.

A mis familiares quienes siguieron mi trayecto escolar y apoyaban siempre.

A mi amiga Ana, porque desde que la conocí ha sido un apoyo incondicional tanto para mí como para Erick, gracias por tu amistad, espero conservarla para siempre.

A mis compañeros del coro Alfarero y mi servicio de música, ha sido parte de mí esencia, cantar a Dios es de las cosas que me genera paz y serenidad, mi voz siempre estará consagrada al servicio del altar.

Contenido

	Pág.
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1 Introducción	1
2 Antecedentes	3
2.1 <i>Agamyxis pectinifrons</i> (Cope, 1870)	5
3 Justificación	6
4 Pregunta de investigación	6
5 Hipótesis	6
6 Objetivo general	7
7 Objetivos específicos	7
8 Métodos	7
8.1 Área de estudio	7
8.2 Material biológico	7
8.3 Disección e identificación del estado de madurez	8
9 Resultados	9
9.1 Morfología	10
9.2 Estructura del ovario nivel macroscópico	10
9.3 Morfología y clase reproductiva de los ovarios a nivel histológico	10
9.4 Estructura de los testículos nivel macroscópico	11
9.5 Morfología y clase reproductiva de los testículos a nivel histológico	11
10 Discusión	12
11 Conclusiones	14
REFERENCIAS CITADAS	16
Anexo 7	33

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1. Medidas morfométricas tomadas en los ejemplares de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en la planicie del río Grijalva.	25
Figura 2. Vejigas natatorias de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en la planicie del río Grijalva.	27
Figura 3. Gráfico de caja y bigote con dispersión de tallas para análisis comparativo de la mediana de hembras y machos.	28
Figura 4. Clases de talla (mm) para machos y hembras de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en la planicie del río Grijalva.	28
Figura 5. A) Espina de la aleta dorsal formada por aserraciones en el margen anterior.	29
Figura 6. Estructura visceral de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en la planicie del río Grijalva.	29
Figura 7. Histología ovárica de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en etapa reproductiva desovada en regresión temprana (Microfotografías con aumento de 4x y 10x).	30
Figura 8. Testículos maduros de <i>Agamyxis pectinifrons</i> .	31
Figura 9. Histología testicular de <i>Agamyxis pectinifrons</i> en etapa reproductiva Maduración media y Maduración final (Microfotografías con aumento de 10x y 50x).	32
Figura 10. Vejigas natatorias.	32

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Valores mínimos, máximos, promedio, desviación estándar de los caracteres morfológicos en milímetros de hembras y machos de <i>Agamyxis pectinifrons</i> .	26
Tabla 2. Caracteres merísticos de <i>Agamyxis pectinifrons</i> reportadas en literatura obtenidas en el presente estudio.	26
Tabla 3. Distribución de frecuencias de tallas por sexo mediante la regla de Sturges (1926).	28

Resumen

Agamyxis pectinifrons es un bagre de la familia Doradidae nativo del río Amazonas, que ha sido introducido en la planicie de la cuenca del río Grijalva. La información biológica de este bagre es limitada, por lo que no es posible estimar su establecimiento, dispersión e impactos en el ecosistema. Algunas especies similares ingresan en áreas inundables durante su reproducción. En este sentido, el presente estudio, se centra en determinar la etapa reproductiva de 56 ejemplares de *A. pectinifrons*, recolectados en una zona de inundación adyacente al río Pichucalco, al sur de Villahermosa, Tab., en época de nivel alto del río. La investigación comprendió: la identificación taxonómica; la revisión de 20 rasgos morfométricos; la estimación de la proporción sexual; el espacio que ocupan las gónadas de las hembras en la cavidad visceral y el desarrollo gonadal con técnicas histológicas. Como resultados, se corroboró la identidad de *A. pectinifrons*, por la forma cordiforme de la vejiga natatoria y el número de divertículos presentes (3 a 5), así como el número de placas laterales (26-27). No se encontró variación en la proporción de sexos (1.24:1); aunque si existe dimorfismo sexual (de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis $p:0.001$), las hembras presentaron una mayor longitud total que los machos. Las gónadas de las hembras ocuparon entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ del espacio visceral, indicando un proceso de reproducción, y se corroboró con la histología de los ovarios de las hembras que mostraron una clase reproductiva “desovada” en proceso de regresión temprana. En machos, la histología mostro etapas de maduración media y final en sus gónadas. Estas evidencias sugieren que la reproducción de *A. pectinifrons* estaría sincronizada con el aumento del nivel del río.

Palabras claves

Bagre exótico, inundación, taxonomía, histología, clase reproductiva

Abstract

Agamyxis pectinifrons is catfish of the Doradidae, native to the Amazon River, which has been introduced to the plain of the Grijalva River basin. Biological information on this catfish is limited, so it is not possible to estimate its establishment, dispersion, and impacts in ecosystem. Some similar species enter floodable areas during their reproduction. Therefore, the present study focuses on determining reproductive stage of 56 specimens of *A. pectinifrons*, collected in a flood zone adjacent to the Pichucalco River, south of Villahermosa, Tab., during high river levels. The research included: taxonomic identification; review of 20 morphometric characters; estimation of sex ratio; the space occupied by the female gonads in the visceral cavity; and gonadal development using histological techniques. The identity of *A. pectinifrons* was corroborated by the heart shaped of swim bladder and number of diverticula present (3 to 5), as well as the number of lateral plates (26-27). No variation was found in the sex ratio (1.24:1); the sexual dimorphism did exist (according to the Kruskal-Wallis test $p:0.001$), females had a greater total length than males. The gonads of females occupied between $\frac{1}{2}$ and $\frac{3}{4}$ of the visceral space, indicating a reproductive process. This was corroborated by the histology of the ovaries of females, which showed a "spawned" reproductive class in the process of early regression. In males, histology showed stages of mid- and final maturation in their gonads. This evidence suggests that the reproduction of *A. pectinifrons* would be synchronized with high river levels.

Keywords

Exotic catfish, flood, taxonomy, histology, reproductive class

1 Introducción

Los peces no nativos invasores son reconocidos como un factor que contribuye de manera importante a la amenaza de extinción de otras especies acuáticas nativas (Restrepo-Santamaría y Álvarez-León, 2013). La introducción de estos peces a otras áreas diferentes a la de su distribución se origina principalmente por las siguientes actividades: 1) 51% por la demanda de recursos pesqueros para la alimentación, (por ejemplo, las carpa y tilapia), 2) el 21% por fines ornamentales, (por ejemplo, pez diablo y bagre Rafael), 3) 12% debido a pesca deportiva, como la captura de la lobina, 4) 7% relacionados con la pesca artesanal, por ejemplo, la mojarra pinta, entre otras minoritarias causas (Contreras-Balderas y Escalante, 1984; Contreras-Macbeth *et al.*, 1998; Restrepo-Santamaría y Álvarez-León, 2013).

El bagre armado de origen sudamericano, también conocido como pez diablo (*Pterygoplichthys* spp.), es un ejemplo de un invasor a nivel global y en la mayoría de los casos con agudos efectos a los organismos y al ambiente (Orfínger y Goodding, 2018). La introducción del pez mencionado a México fue reportada en 1995 en el río Mezcalapa, en la cuenca del río Balsas (Guzmán y Barragán, 1997) a partir de ahí su dispersión se potencializó en diversas regiones de México (Escalera y Arroyo, 2006; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007; Mendoza *et al.*, 2009; Martínez-Palacios *et al.*, 2010; Cano-Salgado *et al.*, 2012; Amezcua, 2014; Amador-del-Ángel *et al.*, 2014, 2015; Álvarez-Pliego *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2015).

La introducción e invasión de bagres (siluriformes) en la cuenca del río Grijalva no se restringe al pez diablo *Pterygoplichthys* spp., ya que en la actualidad se reporta el bagre Rafael manchado *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870) de la familia Doradidae, se registró en los ríos de la Sierra y Pichucalco en la planicie de la cuenca (Álvarez-Pliego *et al.*, 2021; Reyes-Grajales *et al.*, 2022). El área de distribución natural del bagre Rafael manchado corresponde a la cuenca del río Amazonas (Birindelli y de Sousa, 2018).

Dada la limitada información de la biología sobre esta especie de talla pequeña, pues no mide más de 15 cm, solo se conoce su preferencia por praderas flotantes en zonas anegadas, mismas que son originados a partir de la temporada de inundaciones en la

cuenca del Amazonas, y, estas zonas de inundación temporal presentan una amplia gama de recursos alimenticios autóctonos, desde plantas acuáticas, semillas-frutos hasta invertebrados terrestre; además de que son zonas que actúan como áreas de desove y crianza para algunos peces (Correa *et al.* 2008, Machado-Allison *et al.*, 2020), también se conocen algunos aspectos de la anatomía y función de su vejiga natatoria (Zebedin y Ladich 2013; Birindelli *et al.*, 2009), sin embargo, se desconoce si esta especie ya se ha establecido en la cuenca del Grijalva. No obstante, en las redes sociales como la plataforma de Facebook, se informa o difunde frecuentemente acerca de un incremento de la presencia de esta especie, sobre todo en los sitios inundables adyacentes a los ríos durante el incremento del nivel del agua de los ríos (Álvarez-Pliego *et al.*, 2022). Por tanto, existe la preocupación sobre un riesgo de invasión similar al reportado con el pez diablo, sobre todo porque *A. pectinifrons* comparte características anatómicas como la presencia de placas con espinas, las cuales según Ayala-Pérez *et al.*, (2015) y Álvarez-Pliego *et al.*, (2021) protegen su cuerpo, lo cual resta la mortalidad por depredación y estas mismas podrían afectar a los pescadores de las localidades donde ha sido registrado, ya que la población de esta especie puede crecer de manera desmedida afectando las especies que se comercializan a la hora de la pesca y también dañando las artes de pesca.

En este contexto, dado el reciente hallazgo y registro de otro silúrido no nativo invasor en la planicie del río Grijalva, la ecología reproductiva de *A. pectinifrons* se considera un aspecto importante para aportar información de las estrategias de invasión de este pez para valorar su grado de dispersión. Para dar una respuesta, el presente estudio revisó el estatus reproductivo de ejemplares recolectados en el sur del Área Metropolitana de Villahermosa, influida por el río Grijalva, bajo el supuesto de que es una especie ovípara, que realiza migraciones laterales, cuando los niveles de los ríos desbordan y estos se dispersan en zonas de inundación donde se agrupan para reproducirse, como ya se ha observado en otros peces (Madrigal-Cruz *et al.*, 2024).

2 Antecedentes

Una especie introducida o exótica es aquella que ha sido transportada a un ecosistema o región diferente a la de su medio de origen o su área de distribución natural de manera deliberada o accidental debido a las actividades humanas (CONABIO, 2023). Sin embargo, desde un punto de vista ecológico, el proceso de introducción de una especie a otra área geográfica, es un evento natural donde la inserción de un elemento totalmente nuevo a una región dada puede llevar varios años (Restrepo-Santamaría y Álvarez-León, 2013). Una vez que la especie se introduce en el hábitat puede enfrentarse a un medio donde no contará con las condiciones ambientales e interacciones biológicas adecuadas para su supervivencia y morirá, en contraste cuando el ambiente es favorable y los rasgos biológicos le benefician, tendrá la oportunidad para establecerse, reproducirse y dispersarse, lo cual afecta al ecosistema y a los organismos nativos y por definición se convertirá en invasora (Carvallo, 2009).

En este sentido, las especies nativas son afectadas por estas especies invasoras debido a que estas provocan alteraciones o desequilibrio del ecosistema asociadas a la depredación de la misma fauna autóctona, la competencia por el alimento, nicho ecológico, zona de reproducción y anidación, por mencionar algunos, propician los cambios en el entorno que hacen que algunas especies no sigan con su ciclo de vida normal o transmiten enfermedades. En ocasiones, las especies invasoras se hibridan con especies nativas alterando así el acervo genético original de las poblaciones nativas (Williams y Meffe, 1998; Mooney y Cleland, 2001).

En México, varios estudios regionales enlistan especies de peces introducidos en ambientes dulceacuícolas, por ejemplo, Amador-del-Ángel *et al.*, (2014) reportaron la presencia de peces invasores en el sureste de México, en la región del sistema Grijalva, Usumacinta y Laguna de Términos, donde se han encontrado 12 especies introducidas incluidas las del pez diablo y el pez león. Del total de los reportes, el 90% se localizan en la región del sistema Grijalva, Usumacinta y Laguna de Términos. En la cuenca del río Balsas, Contreras-MacBeath *et al.*, (2014) mencionó 25 especies de peces exóticos invasores (una de origen marino), las familias con mayor número de especies son

Cichlidae y Poeciliidae, y el silurido *Pterygoplichthys* spp., o pez diablo, que ha causado un enorme impacto en los ecosistemas acuáticos de esta región. Por su parte, Ruíz-Campos *et al.*, (2014) documentó 36 especies no nativas en el noroeste de México pertenecientes a seis familias. Las familias con mayor número de especies fueron Centrarchidae, Cyprinidae y Poeciliidae. Espinosa-Pérez y Ramírez (2015), elaboraron una lista de los peces no nativos introducidos en México, la información recopilada de publicaciones y bases de datos de colecciones científicas resultó en un elenco de 104 especies agrupadas en 19 familias. Entre estas familias destacan por su número de especies: Cyprinidae (22), Poeciliidae (19), Cichlidae (15) y Centrarchidae (13). Amador-del-Ángel *et al.* (2015), también identificó ocho especies de peces no nativos (siete dulceacuícolas y una marina) distribuidas en las familias Cyprinidae (2), Cichlidae (3), Loricariidae (2) y Scorpionidae (1), en la Laguna de Términos, en Campeche. En las cuencas de los ríos Tonalá, Grijalva y Usumacinta, Soria-Barreto *et al.*, (2018), Sánchez *et al.*, (2019) y Álvarez-Pliego *et al.*, (2021), actualizaron los inventarios ictiofaunísticos, donde mencionan la presencia de siete especies invasoras, y destacaron por su número los registros del género *Pterygoplichthys*.

En el sureste del Golfo de México, los primeros registros de *Pterygoplichthys* spp., se documentaron en 2003 en el río Grijalva en el estado de Chiapas (Ramírez-Soberón *et al.* 2004). Posteriormente, Wakida-Kusunoki *et al.*, (2007) y Sánchez *et al.*, (2015) resaltaron la presencia en la planicie de inundación de las cuencas de los ríos Grijalva-Usumacinta. Por su parte, Álvarez-Pliego *et al.*, (2015) reportaron el pez diablo en la cuenca del río Chumpan que drenan hacia la Laguna de Términos. Esta ampliación de la distribución de *Pterygoplichthys* spp., se puede vincular a los rasgos anatómicos (cuerpo con placas óseas), su biología (especie detritívora, con respiración bimodal, gregaria con cuidados paternos) y su tolerancia a contaminantes (MacCormack *et al.*, 2003; Mendoza *et al.*, 2007; Sánchez *et al.*, 2015). Sumado a lo anterior, debido al mal manejo durante el proceso de cultivo y comercialización, así como su hibridación han incrementado la capacidad de su adaptación a estos ecosistemas acuáticos en México y en otros países (Jumawan y Herrera, 2015; Sánchez *et al.*, 2015; Orfínger y Gooding, 2018; Vargas-Rivas *et al.*, 2022).

2.1 *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870). Es conocido comúnmente como bagre parlante Rafael manchado, pertenece a la familia Doradidae. La zona de distribución geográfica se localiza en la cuenca del Amazonas (Correa *et al.*, 2008, Birindelli y de Sousa, 2018) y es una especie de talla pequeña que no llega a medir más de 15 cm (Birindelli y de Sousa, 2018). También se conoce como bagre parlante y se le atribuye por los sonidos que emite a partir de la vejiga natatoria y la modificación que presenta la cuarta vértebra conocida como “rama Mülleriana” (Birindelli *et al.*, 2009). Así mismo, presenta como característica una fila de escudos óseos laterales y cada escudo tiene una espina retrorsa, y su cabeza está formada por un escudo óseo (Birindelli y de Sousa, 2018).

El bagre parlante es utilizado en el comercio de especies ornamentales (PlanetCatfish, 2020) y debido a un incorrecto manejo se ha registrado su presencia en otros países como Estados Unidos y Guatemala (CONAP 2011, Witmer y Fuller, 2011; Fuller, 2020). En México, en la llanura de inundación de la cuenca del río Grijalva, su primer reporte data del 2020, en una zona de inundación adyacente al río la Sierra (Álvarez-Pliego *et al.*, 2021) y posteriormente fue registrado en el área de drenaje del río Pichucalco (Reyes-Grajales *et al.*, 2022). Sin embargo, sus avistamientos han aumentado (Álvarez-Pliego *et al.*, 2022) aunque no hay publicaciones o registros oficiales que lo corroboren.

El conocimiento de esta especie es limitado, poco se conoce sobre su biología, pero se ha reportado que en su área natural se encuentra en sitios con macrófitas flotantes y en zonas de inundación (Correa *et al.*, 2008). Lo anterior podría asociarse al comportamiento de otros dorádidos, por ejemplo, en *Pterodoras granulosus*, se ha asociado a su época de reproducción, la que está relacionada con la temporada de inundación cuando los niveles del río Teles Pires es alto, en la cuenca del Amazonas (Conceição *et al.*, 2023). Por su parte Machado-Allison *et al.*, (2020), describen que en los Llanos de Venezuela, en la cuenca del Orinoco, se encuentran diversos sistemas acuáticos con zonas anegables bajas de agua y canales permanentes o temporales de agua, misma que se caracteriza por períodos contrastantes en el nivel del agua entre la temporada de nivel bajo del agua (octubre a marzo) y períodos inundables (abril a septiembre), en este contexto, se han enlistado una serie de especies que se han

reportado en estos ambientes, entre estos destacan la presencia de bagres siluriformes, de los géneros *Oxydoras*, *Platydoras* y *Pterodoras* de la familia Doradidae. Por lo tanto, *A. pectinifrons* podría compartir una similar preferencia por estas llanuras inundables dirigida por aportes de los ríos.

3 Justificación

Agamyxis pectinifrons es una especie con estudios limitados, incluso en su área de distribución natural (Correa *et al.*, 2008; Birindelli, 2014). Su presencia en los humedales de la llanura de inundación del río Grijalva se ha ido incrementando a partir del año 2020, donde se reportó por primera vez (Álvarez-Pliego *et al.*, 2021), y posteriormente por Reyes-Grajales *et al.*, (2022). La escasez de información biológica de esta especie limita entender cómo sus atributos biológicos le han permitido adaptarse, así como su grado de establecimiento en los humedales del río Grijalva y en consecuencia la posible predicción de invasión de la especie en el área. Por lo anterior, en la presente propuesta se abordará la ecología reproductiva de *A. pectinifrons*.

4 Pregunta de Investigación

¿El bagre *Agamyxis pectinifrons* utiliza las zonas de inundación para reproducirse?

5 Hipótesis

La mayoría de los peces dulceacuícolas, en especial los limnofílicos migran temporalmente a las áreas de anegación temporal en búsqueda de sitios de protección contra depredadores, de reproducción y alimentación (Sánchez *et al.*, 2012). En el caso de los bagres, está documentado que algunas especies de dorádidos ingresan a zonas inundadas para reproducirse (Machado-Allison *et al.*, 2020, Conceição *et al.*, 2023). De acuerdo a lo anterior, los ejemplares recolectados del bagre rafeal manchado *Agamyxis pectinifrons* en áreas inundadas durante los niveles altos de los ríos presentan un estado gonádico de madurez avanzada, lo que significa que se encuentran en etapa reproductiva.

6 Objetivo General

Determinar la etapa reproductiva en ejemplares de *Agamyxis pectinifrons* capturados en una zona de inundación de la llanura del río Grijalva.

7 Objetivos específicos

1. Verificar la identidad taxonómica de los ejemplares recolectados en la llanura de inundación del río Grijalva.
2. Estimar la proporción sexual por talla de los ejemplares recolectados.
3. Determinar el estado de madurez gonadal de los ejemplares con base en las características morfológicas e histológicas.

8 Métodos

8.1 Área de estudio: Los ejemplares fueron recolectados en septiembre de 2022, en un sitio localizado ($17^{\circ}56'42''$ - $17^{\circ}14'28''$ lat.N y $93^{\circ}13'31''$ - $93^{\circ}53'14''$ long. O) en una llanura de inundación adyacente al río Pichucalco, al sur de la ciudad de Villahermosa, Municipio Centro ($17^{\circ}55'38.34''$ lat. N; $92^{\circ}56'32.03''$ long. O). El sitio se ubica en la cuenca del río Grijalva, la cual registra un área de 1,313.18 km² aproximadamente y a través de esta escurren los ríos Pichucalco, Teapa, San Vicente, Moquimba y Tanayal, además de escorrentías y aguas subterráneas, cuya dirección es similar que la de las aguas superficiales de los ríos mencionados (Colín-García *et al.*, 2013). De acuerdo con Cruz-Ramírez *et al.*, (2019) y Salcedo *et al.*, (2022), en esta área, entre julio y septiembre, el nivel del agua en los ríos se incrementa y resulta en una conexión hidráulica entre ríos, lagunas y la zona de inundación.

8.2 Material biológico: A cada ejemplar se le midieron 20 características morfométricas para precisar la identidad taxonómica y establecer información detallada de sus medidas morfométricas (Fig. 1). También, los especímenes fueron pesados (g) utilizando una balanza digital (± 0.0001 g). Cada individuo se etiquetó con una clave de identificación (ID#). Para corroborar la identidad taxonómica se verificó la morfología y el número de divertículos presentes en la vejiga natatoria tomando como referencia a lo propuesto por

Birindelli *et al.*, (2009). Así mismo se determinó el sexo de cada ejemplar de manera visual mediante la identificación macroscópica de sus gónadas. Los ejemplares fueron fijados en formaldehído al 10% durante una semana, después enjuagados con agua corriente para eliminar el formol y preservados en alcohol al 70 %.

Para analizar la distribución de frecuencias de las tallas, en este caso se usó la longitud estándar porque es una medida exacta en la biología de la especie, se calculó el intervalo de clase de los organismos por sexo. El número de intervalos de clase se definió mediante la regla de Sturges (1926) con la fórmula $K = 1 + 3.32 (\text{Log}_{10} n)$; donde K= número de intervalos de clase, n= número total de observaciones de la muestra. La amplitud de los intervalos de talla se calculó con la siguiente fórmula: $A = R/K$, donde A es la amplitud de intervalo y R (rango) es la talla máxima menos la mínima de los ejemplares (Tabla 3) (Rivera-Velázquez *et al.*, 2024).

Se verificaron los coeficientes de Sesgo (3.91) y Curtosis (5.34) para los supuestos de homoscedasticidad y normalidad de los datos y al no cumplirse se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) para determinar si existían diferencias significativas entre la longitud estándar de hembras y machos a través del programa estadístico Statgraphics 19®.

8.3 Disección e identificación del estado de madurez: Para la obtención de las gónadas y vejiga natatoria se utilizó una tijera de disección haciendo dos cortes, iniciando en el ano de los peces hacia los costados del vientre a manera de “V” hasta alcanzar la región de la cabeza dejando al descubierto los órganos. Posteriormente, se extrajeron los órganos cuidadosamente, utilizando un bisturí y pinzas de disección. Se registró el sexo del pez al visualizar la gónada y fue pesada con balanza digital. Las vísceras de cada ejemplar fueron guardadas en frascos con alcohol al 70° para su preservación en el Laboratorio de Humedales de la DACBiol.

La determinación macroscópica del estado de madurez de las gónadas de las hembras se realizó con los criterios de Núñez y Duponchelle (2009) y Brown-Peterson *et al.*, (2011): 1) se estimó subjetivamente (con una sola observadora), el espacio que ocupan éstas dentro de la cavidad visceral; 2) se identificó la coloración de las gónadas y 3) se

reconoció la disposición y tamaño de los ovocitos. Lo anterior permite determinar de manera visual el estado de madurez de las hembras (Núñez y Duponchelle, 2009).

Para corroborar los resultados de la madurez de las gónadas se realizaron cortes histológicos tomando como referencia las técnicas descritas por Hinton (1990) y Aguilar-Morales (1996). Una parte de las gónadas de tres hembras y tres machos se diseccionó para deshidratar en alcohol etílico al 80°, 96° y 100°, se aclararon en alcohol 100°-Xilol y Xilol por 45 minutos cada uno. Se incluyeron en parafina para poder realizar cortes de 5 y 3 μm de espesor, finalmente se tiñeron con hematoxilina-eosina y se montaron en bálsamo de Canadá. Cada corte se fotografió con la cámara Axiocam ERc 5s adaptada al microscopio óptico Zeiss Primo Star y se digitalizó para verificar el estado de madurez de las gónadas siguiendo los criterios de Grier y Taylor (1998), Grier (2000), Lo Nostro (2000), Núñez y Duponchelle (2009) y Méndez-Marín *et al.*, (2012). Como referencia y posteriores estudios anatómicos, los organismos diseccionados se conservaron en alcohol al 70% en el laboratorio de Humedales de la DACBIOL.

9 Resultados

La identificación de los 56 organismos como *Agamyxis pectinifrons* fue corroborado con base en la revisión de los caracteres morfológicos y merísticos (Tabla 1 y 2) y la morfología de la vejiga natatoria de forma cordiforme corta (poco larga), su longitud corresponde a 1.2 a 1.3 veces de su ancho. La mayoría de los ejemplares (55) presentaron de tres y cinco divertículos en el extremo posterior de la vejiga (de 1 a 3 a cada lado) y solo un ejemplar presentó dos divertículos (Fig. 2). La proporción de sexos fue de H:M=1.24:1. La prueba de Kruskal-Wallis demostró una diferencia significativa mayor para la LE de hembras ($p=0.001$) que la de los machos (Figura 3). En el histograma, destacó por su elevado número de machos la clase 2 (62.5 a 71 mm de LE), mientras que la clase 3 (71 a 79.5 mm de LE) fue dominada por el 32.1% del total de las hembras recolectadas (Fig. 4), esto es porque las hembras se distribuyeron en la mayoría de las clases, para el caso de los machos hubo ausencia de ellos en 3 de las 7 clases de tallas. Esta diferencia se da por el marcado dimorfismo sexual para esta especie, que determina que las hembras son más grandes que los machos.

9.1 Morfología. La coloración de los peces es café oscuro con pequeñas manchas redondas de color blanco que se extienden por todo el cuerpo incluyendo las aletas, presentan una cabeza osificada, la placa ósea se extiende desde la punta de la boca hasta la aleta dorsal. En la parte lateral del cuerpo se mostraron de 26 a 27 placas óseas que inician a la par de la base de la aleta dorsal y terminan donde comienza la aleta caudal, cada escudo óseo cuenta con una espina central en forma de gancho y espinas accesorias más pequeñas a los lados. La aleta dorsal está formada de una espina y por 5 y 6 radios, la espina presenta pequeñas púas defensivas asemejando una forma aserrada en su parte anterior. Las aletas pectorales cuentan con una espina dentada en ambos márgenes, a manera de ganchos muy pronunciados (Fig. 5). Los elementos que conforman a todas las aletas se describen en la tabla 2. Los ejemplares tienen un par de barbillas maxilar y dos pares de barbillas mentonianas.

9.2 Estructura del ovario nivel macroscópico: Las hembras de *A. pectinifrons*, tienen sus gónadas ubicadas en la cavidad celómica cercana a los riñones y al intestino por debajo de la vejiga natatoria, la longitud y peso varía según el estado de madurez y la longitud de la hembra. Las gónadas son de tipo sacular dado que presentan una cavidad central y son rodeados por un epitelio germinal constituidos de nidos germinales y células somáticas que envuelven una luz.

En las hembras se establecieron dos clases reproductivas: 1) gónadas en maduración, las cuales abarcaban 1/2 de la cavidad abdominal, los ovocitos se podían observar a través del estereoscopio y se encontraban pocos ovocitos y dispersos entre sí, eran de pequeños tamaños; 2) gónadas maduras, abarcaban 3/4 de la cavidad abdominal, los ovocitos eran más grandes, por lo que se podían ver a simple vista y se encontraban más cercanos unos de otros. En ambas clases la coloración que se observa era entre amarilla y naranja (Fig. 6).

9.3 Morfología y clase reproductiva de los ovarios a nivel histológico: (Fig. 7) La caracterización histológica del desarrollo de los ovarios mostró que los organismos recolectados se encontraban en clase reproductiva “desovada” en inicio de regresión temprana, ya que se identificaron nidos germinales con ovocitos en previtelogénesis

($23.098 \mu\text{m} \pm 5.865 \mu\text{m}$, $\bar{X}:15.4243 \mu\text{m}$) distribuidos en el epitelio germinal, lo que da paso al inicio de regeneración de la ovogénesis (Fig. 7A). Se pudieron observar folículos atrésicos (Fa) ($184.218 \mu\text{m} \pm 99.068 \mu\text{m}$, $\bar{X}:154.996 \mu\text{m}$) siendo ovocitos que no fueron liberados y que son reabsorbidos, así también se pueden identificar cuerpos lúteos (cL) que son estructuras celulares formadas a partir del desprendimiento de los ovocitos del epitelio germinal, que en suma son indicadores de que el organismo tuvo actividad reproductiva alcanzando el desove (Fig. 7B).

Para los folículos atrésicos se identificaron dos etapas de desarrollo: 1) Folículos en atresia temprana (At), la cual se distingue por alteraciones significativas en la zona pelúcida, se exhibe deformación de la granulosa mostrando vascularización, produciendo invaginaciones debido a la proliferación de células picnóticas, y 2) folículos en atresia avanzada (Aa) donde células de granulosa incrementa la hipertrofia (vacuolización), se observan fagocitos presentes en el vitelo ocupando todo el espacio del ovocito, y componentes residuales luego de la reabsorción del vitelo y citoplasma (Fig. 7: C-D). La presencia de folículos post-ovulatorios característicos destacó por tener ligeros pliegues, el lumen con presencia de gránulos. La cavidad folicular fue estrecha con escasos núcleos picnóticos, las vacuolas se tornan más grandes y la teca fue invadida totalmente por estroma ovárico (Fig. 7: E-F).

9.4 Estructura de los testículos nivel macroscópico: Son estructuras pares ubicadas en la cavidad celómica, con coloración blanquecina; la zona cefálica y media del testículo está constituida por pliegues y pequeños lóbulos (proyecciones digitiformes) y la zona caudal de forma lobular (Fig. 8).

9.5 Morfología y clase reproductiva de los testículos a nivel histológico: (Fig. 9) El análisis histológico de las estructuras reproductivas muestra que los testículos de *A. pectinifrons* están constituidos por túbulos organizados de la zona media hacia la región distal del testículo. Los túbulos presentan una espermatogénesis del tipo quística irrestricta, ya que se observa un epitelio germinal a lo largo del túbulo con quistes en diferentes estadios de la espermatogénesis.

Los organismos recolectados se clasificaron en dos clases de acuerdo a las características reproductivas: 1) Maduración media, caracterizada por presentar túbulos con diámetro de $310.642 \mu\text{m} \pm 65.660 \mu\text{m}$, \bar{X} : $215.110 \mu\text{m}$, con poca luz en la zona media del túbulo, epitelio germinal continuo ($89.728 \mu\text{m} \pm 8.366 \mu\text{m}$, \bar{X} : $49.997 \mu\text{m}$), con presencia de quistes germinales que contienen espermatidas en diferentes estadios avanzados de la espermatogénesis, en la luz de los túbulos se observan escasos espermatozoides basófilos indicadores de la espermiogénesis del ciclo anterior (Fig. 9: A); y 2) Maduración final, en la cual los túbulos con diámetro de $179.679 \mu\text{m} \pm 37.625 \mu\text{m}$, \bar{X} : $87.537 \mu\text{m}$, se observan con un epitelio germinal discontinuo ($57.566 \mu\text{m} \pm 6.855 \mu\text{m}$, \bar{X} : 21.537) y la presencia de escasos quistes en desarrollos avanzados, en el lumen de los túbulos se observa un incremento del número de espermatozoides debido a la reducción del número de quistes (Fig. 9: B-C).

10 Discusión

El bagre *Agamyxis pectinifrons* mostró una diferencia de tallas entre hembras y machos, pues las primeras presentaron un registro promedio mayor de tallas (78.19 vs 67.16 mm LE). Esta diferencia, donde se observa que la hembra suele tener un mayor tamaño que el macho, coincide en otras especies de siluros como en el bagre rayado, *Pseudoplatystoma magdaleniatum*, Pimelodidae, (Jiménez Segura *et al.*, 2009) o el bagre patagónico, *Hatcheria macraei*, Trichomycteridae (Valenzuela *et al.*, 2022). Además de la talla, el dimorfismo sexual en siluros sudamericanos puede llegar a reflejarse en otro tipo de estructuras anatómicas, como en aletas, tipo de dientes o barbillones (Py-Daniel y Fernandes, 2005), aunque, de acuerdo a lo revisado, aparentemente en *A. pectinifrons* solo se observa dimorfismo en la talla.

Por su parte, los rasgos merísticos observados en *A. pectinifrons* en relación con las fórmulas de las aletas (número de espinas y radios) y el número de escudos laterales de este trabajo coinciden con lo reportado por Sousa (2010) y los recientes estudios de la cuenca del Grijalva (Álvarez-Pliego *et al.*, 2021 y Reyes-Grajales *et al.*, 2022) (Tabla 2).

La identificación taxonómica de los ejemplares basada en la morfología de las vejigas natatorias presentó variaciones con relación al número de divertículos. De acuerdo a lo

descrito por Birindelli *et al.* (2009), *A. pectinifrons* debe presentar de tres a cinco divertículos a cada lado de la vejiga (aunque solo revisaron cuatro ejemplares), lo que se diferencia del presente trabajo, ya que el número de divertículos encontrado fue de 1 a 3, a cada lado en la mayoría de los ejemplares (55) y un solo ejemplar presentó un divertículo a cada lado, no obstante la estructura de la vejiga si corresponde con la forma cordiforme y no alargada descrita (Birindelli *et al.*, 2009, ver figura 10). En comparación, *Agamyxis albomaculatus* (Peters), presenta una vejiga cordiforme alargada, un divertículo terminal y dos menos desarrollados a los lados, lo anterior revisado solo en dos ejemplares (Birindelli *et al.*, 2009). En relación a esto, la vejiga natatoria en los dorádidos y la disposición y número de sus divertículos, al menos en la especie *A. pectinifrons*, merece una mayor atención para precisar su variabilidad morfológica (Fig. 10).

La estructura anatómica de los testículos de *A. pectinifrons* observada en este estudio se asemeja a la de otros siluros. Por ejemplo, el bagre trompudo *Iheringichthys labrosus* (Santos *et al.*, 2001) y el bagre *Lejarius marmoratus* de la familia Pimelodidae (Mira-López *et al.*, 2010), cuentan con una serie de proyecciones digitiformes mismas que se encuentran en la zona ventral a lo largo del testículo y tienen variaciones tanto de número de proyecciones como de los tamaños que pueden alcanzar dichas estructuras. Según los autores de ambos estudios, las proyecciones tienen una posible función de acuerdo a la zona en la que se encuentran. Otra especie es *Leophiosilurus alexandri* de la familia Pseudopimelodidae, según Barros *et al.*, (2007), los testículos están formados por esas mismas proyecciones digitiformes, además de que se asocian en pares o triples y, se encuentran más en la zona cefálica que en la zona caudal.

Las estrategias reproductivas de algunas especies de Siluriformes se han asociado a la temporada de creciente de los ríos, ya que los bagres se reproducen en las áreas de anegación, por ejemplo, Jiménez-Segura *et al.*, (2009) mencionaron que la especie de bagre rayado *Pseudoplatystoma magdaleniatum* de la familia Pimelodidae presentó hembras maduras y desovadas asociadas con los periodos de crecientes en el río y las hembras se encontraban en reposo en la temporada de nivel bajo del río Magdalena (Sudamérica). Similarmente, en la cuenca media-alta de río Teles Pires (cuenca del

Amazonas), *Pterodoras granulosus* (bagre armado chanco) de la familia Doradidae, también se ha reportado con una reproducción asociada a la temporada de niveles altos del agua del río, de acuerdo a las evidencias macroscópicas e histológicas de las gónadas (Conceição *et al.*, 2023). En este contexto, y de acuerdo a los resultados encontrados en el presente estudio, los ejemplares de *A. pectinifrons* mostraron una evidente etapa reproductiva en hembras (clase reproductiva desovada con proceso de regresión temprana) como en machos (clase reproductiva media y final) lo anterior sumado a que en el área y tiempo (donde los ejemplares fueron capturados), se encontraba en proceso de anegación por el incremento de los niveles de los ríos (Cruz-Ramírez *et al.*, 2019, Salcedo *et al.*, 2022), lo cual se puede asociar con su etapa de reproducción sincronizada con los ciclos de inundación, sin embargo al tratarse de un solo evento de recolecta, se requiere de más registros en este estadio reproductivo y en otras áreas inundadas. En contraste, Montreuil-Frias *et al.*, (1998) registraron dos temporadas de reproducción para *Brachyolatystoma flavicans* de la familia Pimelodidae en los ríos Amazonas Peruano y Marañón, la primera de máxima reproducción entre los meses de junio-julio-agosto y, la segunda en noviembre. En ambas temporadas de reproducción el nivel del agua se encontraba en el periodo de nivel del agua bajo.

11 Conclusiones

- La variación del número de divertículos de la vejiga natatoria de *A. pectinifrons* en la planicie del río Grijalva (2 - 5) es mayor que la reportada previamente para su identificación a nivel específico, en este sentido, se deben realizar estudios enfocados a esta estructura para redefinir el valor taxonómico de los divertículos.
- Existen evidencias morfológicas e histológicas para suponer que los ejemplares recolectados estaban en proceso de reproducción.
- Debido a las evidencias anatómicas, a la localidad y temporada de recolecta se puede sugerir que *A. pectinifrons* presenta el mismo comportamiento reproductivo que otras especies de Siluriformes en zonas inundables.

- Dado a la parcialidad de los resultados, y a que esta especie es no nativa, es necesario generar nuevas investigaciones que permitan definir su ciclo reproductivo completo como análisis histológicos de las gónadas tanto de machos como de hembras.

- Este estudio puede abrir la oportunidad para determinar la posible sincronización reproductiva con respecto al incremento del nivel de los ríos y su conexión con la zona de inundación en función del incremento de registros en etapa reproductiva en diversas zonas de inundación en los sistemas fluviales en la zona aluvial tropical.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Referencias citadas

- Aguilar-Morales M (1996) Manual general de técnicas histológicas y citoquímicas. Las Prensas de Ciencias Series. Universidad Nacional Autónoma de México, 130 p.
- Álvarez-Pliego N, Sánchez A, Florido R, Salcedo MA (2015) First record of South American suckermouth armored catfishes (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Chumpan River system, southeast Mexico. *BiolInvasions Records*, 4:309–314. DOI:10.3391/bir.2015.4.4.14
- Álvarez-Pliego N, Sánchez AJ, Florido R, Salcedo MA, Garrido-Mora A, Cruz-Ramírez AK, Madrigal-Cruz M. Introducción y dispersión del bagre Rafael *Agamyxis pectinifrons* (Cope) en la llanura de inundación del río Grijalva. Resúmenes del VII Simposio RECORECOS, Mérida, Yucatán. 20-24 de junio del 2022.
- Álvarez-Pliego N, Garrido-Mora A, Sánchez AJ, Salcedo MA, Florido R (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, Sánchez AJ, Florido R, Salcedo MÁ (2015) First record of South American suckermouth armored catfishes (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Chumpan River system, southeast Mexico. *BiolInvasions Records*, 4(4), 309-314. DOI: 10.3391/bir.2015.4.4.14
- Amador-del-Ángel LE, Wakida-Kusunoki AT (2014) Peces invasores en el sureste de México, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 425-433.
- Amador-del-Ángel LE, Endañú-Huerta E, López-Contreras JE, Wakida-Kusunoki AT, Guevara-Carrió E, Brito-Pérez R (2015) Fauna exótica establecida e invasora en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche: estado actual, impactos, necesidades y perspectivas. *Problemas contemporáneos regionales del sureste mexicano. El caso del estado de Campeche*, 234-279.

- Amezcu F (2014) Colonización de la laguna de Chiricahueto (Sinaloa, México) por la especie invasora *Pterygoplichthys* spp. *Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México*, 273-291.
- Ayala-Pérez LA, Vega-Rodríguez BI, Terán-González GJ, Martínez-Romero GE (2015) El pez diablo en México, Guía para administradores y usuarios de recursos pesqueros. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
- Barros MD, Guimarães-Cruz RJ, Veloso-Júnior VC, Santos JED (2007) Reproductive apparatus and gametogenesis of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner (Pisces, Teleostei, Siluriformes). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24:213-221. DOI: 10.1590/S0101-81752007000100028
- Birindelli JLO, de Sousa LM, Sabaj-Pérez MH (2009). Morphology of the gas bladder in thorny catfishes (Siluriformes: Doradidae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 158(1):261-296. DOI:10.1635/053.158.0114
- Birindelli JLO (2014) Phylogenetic relationships of the South American Doradoidea (Ostariophysi: Siluriformes). *Neotropical Ichthyology*, 12:451–464. DOI:10.1590/1982-0224-20120027
- Birindelli JLO, de Sousa LM (2018) Family Doradidae-Thorny Catfishes. In: van der Sleen P, Albert JS (eds), *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 222–232.
- Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1):52–70. DOI:10.1080/19425120.2011.555724
- Cano-Salgado MP, Bello-Baltazar E, Barba-Macías E (2012) Innovación social y capacidad de organización de las cooperativas pesqueras en el municipio de Balancán, Tabasco, México. *Estudios Sociales: Revista de investigación científica*, 20(39) 69-97.
- Carvalho GO (2009) Especies exóticas e invasiones biológicas. *Ciencia Ahora*, 23(12): 15-21.

- Colín-García G, Ibáñez-Castillo LA, Reyes-Sánchez J, Arteaga-Ramírez R (2013) Diagnóstico de la erosión hídrica de la Cuenca del Río Pichucalco. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 5(1): 23-31. DOI: 10.5154/r.inagbi.2013.04.002
- CONABIO (2023) *Especies exóticas invasoras*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd de México, México, <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras> (consultado el 26 de febrero de 2023).
- CONAP (2011) Fortalecimiento de las Capacidades Institucionales para Abordar las Amenazas Provocadas por la Introducción de Especies Exóticas en Guatemala. Guatemala. Documento técnico No. (79-2010)
- Conceição LMA, Laichter MRM, de Matos L, Antoniassi NAB, Carvalho LN (2023) Dieta y reproducción del pez abotoado, *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae): una especie invasora en el curso medio-alto del río Teles Pires, Amazonía Sur, Brasil. *South Sustainability*, 4(2):1-8. DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e080
- Contreras-Balderas S, Escalante M (1984) Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, in: W.R. Courtenay and J.R. Stauffer (eds.). *Distribution, Biology and management of exotic fishes*. Baltimore, John Hopkins University Press. 120-30. DOI: 10.2307/1445363
- Contreras-Macbeath T, Mejía-Mojica H, Carrillo-Wilson R (1998) Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation*, 2:1-12. DOI:10.1023/A:1009676403693
- Contreras-MacBeath T, Gaspar-Dillanes MT, Huidobro-Campos L, Mejía-Mojica H (2014) Peces invasores en el centro de México. En R. Mendoza, P. Koleff (Eds.) *Especies acuáticas invasoras en México*, 413–424. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Correa SB, Crampton WGR, Chapman LJ, Albert JS (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
- Cruz-Ramírez AK, Salcedo MÁ, Sánchez AJ, Mendoza J de D, Barba E, Álvarez-Pliego N, Florido R (2019) Intra-annual variation of chlorophylla and nutrients in a hydraulically perturbed river-floodplain system in the Grijalva River basin. *Hidrobiológica*, 29(3):163-170. DOI:10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v29n3/Cruz
- Escalera C, Arroyo M (2006) Caracterización fisicoquímica y alternativas de utilización del *Plecostomus spp* en la presa El Infiernillo. Informe Final. CIIDIR Michoacán. 33.
- Espinosa-Pérez H, Ramírez M (2015) Exotic and invasive fishes in Mexico. *Check List*, 11:1-13. DOI: 10.15560/11.3.1627
- Fuller P (2020) *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=2786>, Revision Date: 3/1/2009, Peer Review Date: 3/1/2009, (accessed 12 March 2024).
- Grier JH (2000) Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). *Journal of Morphology*, 243(3):265-281. DOI:10.1002/(SICI)1097-4687(200003)243:3<265::AID-JMOR4>3.0.CO;2-I
- Grier JH, Taylor GR (1998) Testicular maturation and regression in the common snook. *Journal of Fish Biology*, 53(3):52 -542. DOI:10.1111/j.1095-8649.1998.tb00999.x
- Guzmán AF, Barragán J (1997) Presencia de bagre sudamericano (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*, 3:1-4.
- Hinton DH (1990) Histological Techniques. In: Methods for Fish Biology. C. B. Schreck and M. Pete (eds). *American Fishing Society*, 191-211.
- Jiménez-Segura LF, Palacio J, López R (2009) Características biológicas del blanquillo *Sorubim cuspicaudus* Littmann, Burr y Nass, 2000 y bagre rayado *Pseudoplatystoma*

- magdaleniatum* Buitrago-Suárez y Burr, 2007 (Siluriformes: Pimelodidae) relacionadas con su reproducción en la cuenca media del río Magdalena, Colombia. *Actualidades biológicas*, 31(90):53-66. DOI: 10.17533/udea.acbi.4729
- Jumawan JC, Herrera AA (2015) Histological and ultrastructural characteristics of the testis of the invasive suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Siluriformes: Loricariidae) from Marikina River, Philippines. *Tissue Cell*, 47:17–26. DOI: 10.1016/j.tice.2014.10.005
- Lo Nostro FL (2000) Espermatogénesis, ciclo anual e inducción hormonal de la espermiación en el pez protogínico diándrico, *Synbranchus marmoratus* (Bloch, 1795) (Teleostei, synbranchidae). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Madrigal-Cruz M, Álvarez-Pliego N, Salcedo MÁ (2024) Peces e inundaciones: una relación favorable para la vida. *Revista Elementos BUAP*. 133:91-95.
- MacCormack TJ, McKinley RS, Roubach R, Almeida-Val VM, Val AL, Driedzic WR (2003) Changes in ventilation, metabolism, and behaviour, but not bradycardia, contribute to hypoxia survival in two species of Amazonian armoured catfish. *Canadian Journal of Zoology*, 81(2): 272-280. DOI: 10.1139/z03-003
- Machado-Allison A, De La Fuente R, Mikolji I (2020) Los Peces de los Llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural. UCV, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.
- Martínez-Palacios CA, Ross LG, Arreguín-Sánchez F, Campos-Mendoza A, Díaz-Pardo E, Fonseca-Madrigal J, Gutiérrez-Hernández A, Pacheco-Aguilar R, Ramírez Suárez JC, Ríos-Durán MG, Rueda-Jasso R, Toledo Cuevas EM, Salas-Razo G, Shimada-Miyasaka A, Sánchez Chinchillas A, Ávila-González E, Viana-Castrillón MT, Gasca-Leyva E (2010) Peces amazónicos invaden aguas continentales de México y Guatemala en forma alarmante. *Ciencia y Desarrollo*, 15(20):25-32.
- Méndez-Marin O, Hernández-Franyutti AA, Álvarez-González CA, Contreras-Sánchez WM, Uribe Aranzábal MC (2012) Histología del ciclo reproductor de hembras del

- pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae) en Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4):1857-1871.
- 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.
- Mendoza R, Coudmore B, Orr R, Fisher J, Contreras S, Courtney W, Koleff P, Mandrak N, Álvarez P, Arroyo M, Escalera C, Guevara A, Greene G, Lee D, Orbe-Mendoza A, Ramírez C, Stabridis O (2009) Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Invasive Species: Test Cases for Snakeheads (Channidae) and Armored Catfishes (Loricariidae) in North American Inland Waters. *Commission for Environmental Cooperation (J. Fisher ed.)*, Montreal, Canada, 98.
- Mira-López TM, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE (2010) Testicular morphology of the yaque *Leiarius marmoratus* (Pisces: Siluridae) in the stage of reproductive maturity. *International Journal of Morphology*, 28(2):421-426. DOI: 10.4067/S0717-95022010000200015
- Montreuil-Frias VH, García-Vásquez A, Rodríguez-Viena R (1998) Longitud de primera maduración y época de desove del dorado (*Brachyolatystoma flavicans*) en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 9(1-2):93-105. DOI: 10.24841/fa.v9i1-2.169
- Mooney HA, Cleland EE (2001) The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10):5446-5451. DOI: 10.1073/pnas.091093398
- Núñez J, Dunpochelle F (2009) Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35:167-180. DOI: 10.1007/s10695-008-9241-2
- Orfinger AB, Gooding D (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

- PlanetCatfish (2020) Planet Catfish, Aquatic Republic Network. https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species_id=313 (accessed 12 March 2024).
- Py-Daniel LHR, Fernandes CC (2005) Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica*, 35(1):97–110. DOI:10.1590/s0044-59672005000100015
- Ramírez-Soberón G, Valencia-Díaz X, Gaspar-Dillanes MT (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.
- Restrepo-Santamaría D, Álvarez-León R (2013) Algunos aspectos sobre la introducción de especies, y estado del conocimiento sobre los peces introducidos en el departamento de Caldas, Colombia. *Luna Azul*, 37:268-281.
- Reyes-Grajales E, Perera-Trejo EE, Guichard-Romero CA, González-Díaz AA (2022) First records of *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870) (Siluriformes, Doradidae) from the state of Chiapas, Mexico, and an extension of the geographic range in the Grijalva river basin. *Check List*, 18(3):757-761. DOI: 10.15560/18.3.757
- Rivera-Velázquez G, Aguilar-Ballinas JM, Trejo-González C, Peralta-Meixueiro MA. (2024) Estructura de tallas, relación longitud-peso y factor de condición de cuatro peces nativos en la represa Nezahualcóyotl, Chiapas, México. *Caldasia* 46(2):323–331. DOI: 10.15446/caldasia.v46n2.100458
- Ruiz-Campos GA, Varela-Romero A, Sánchez-Gonzales S, Camarena-Rosales F, Maeda-Martínez A, González-Acosta AF, Andreu-Soler A, Campos-González E, Delgadillo-Rodríguez J (2014) Peces invasores en el noroeste de México. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies acuáticas invasoras en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 375-399.
- Salcedo MÁ, Cruz-Ramírez AK, Sánchez AJ, Álvarez-Pliego N, Florido R, Ruiz-Carrera V, Morales-Cuetos SS (2022) Water Quality Indicators in Three Surface Hydraulic

Connection Conditions in Tropical Floodplain Lakes. *Water* 2022, 14(23):3931. DOI: 10.3390/w14233931

Sánchez AJ, Álvarez-Pliego N, Espinosa-Pérez H, Florido R, Macossay-Cortez A, Barba E, Salcedo MÁ, Garrido-Mora A (2019) Species richness of urban and rural fish assemblages in the Grijalva Basin floodplain southern Gulf of Mexico. *Cybiurn*, 43(3):239-254. DOI: 10.26028/CYBIUM/2019-433-005

Sánchez AJ, Florido R, Álvarez-Pliego N, Salcedo MÁ (2015) Distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(4):1099-1102. DOI: 10.1016/j.rmb.2015.06.016

Santos JE, Bazzoli N, Rizzo E, Santos GB (2001) Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish *Iheringichthys labrosus* (Lütken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae). *Tissue and Cell*, 33(5), 533-540. DOI:10.1054/tice.2001.0207

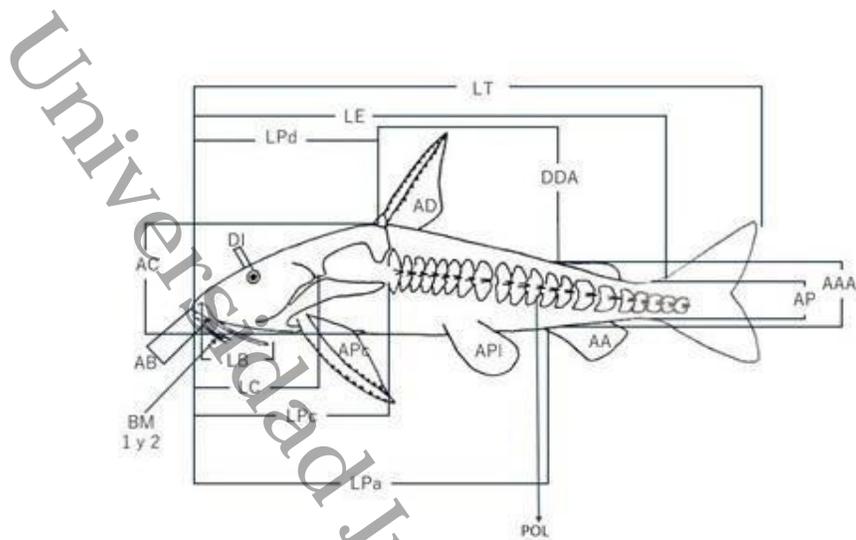
Soria-Barreto M, González-Díaz AA, Castillo-Domínguez A, Álvarez-Pliego N, Rodiles-Hernández R (2018) Diversidad íctica en la cuenca del Usumacinta, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89:100-117. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2018.4.2462

Sousa LM (2010) Revisão taxonômica e filogenia de Astrodoradinae (Siluriformes, Doradidae). Tesis Doctoral, Instituto de Biociências, Universidad de São Paulo, São Paulo. DOI:10.11606/T.41.2010.tde-13122010-115653

Sturges HA (1926) The choice of a class-interval. *Journal of the American Statistical Association*. 21(153):65-66.

Valenzuela A, Gómez F, Acosta JC (2022) Biología reproductiva de *Hatcheria macraei* (bagre de torrente) en el Área Natural Protegida la Ciénaga, en el centro oeste de Argentina. *Neotropical Biodiversity*, 8(1):281-291. DOI: 10.1080/23766808.2022.2097109

- Vargas-Rivas AG, Barba-Macias E, Sánchez AJ, Castellanos-Morales G (2022) Lack of mtDNA genetic diversity despite phenotypic variation and environmental heterogeneity in the exotic suckermouth armored catfish (*Pterygoplichthys pardalis*). *Biological Invasions*, 25:(2). DOI: 10.1007/s10530-022-02961-w
- Wakida-Kusunoki AT, Ruiz-Carus R, Amador-del-Angel E (2007) Amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 52:141-144. DOI: 10.1894/0038-4909(2007)52[141:ASCPPC]2.0.CO;2
- Wayne D (2012) Distribución ji-cuadrada y análisis de frecuencias, en W. W Daniel (Ed), Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud (4ta edición), 71-583.
- Williams JD, Meffe GK (1998) No-indigenous species. In: Mac MJ, Opler PA, Puckett Haecher CE, Doran PD (eds), Status and Trends of the Nation's Biological Resources Vol. 1. Biological Resources Division, U.S. Geological Survey Reston, pp 117–129.
- Witmer GW, Fuller PM (2011) Vertebrate species introductions in the United States and its territories. *Current Zoology*, 57:559–567. DOI:10.1093/czoolo/57.5.559
- Zebedin A, Ladich F (2013) Does the hearing sensitivity in thorny catfishes depend on swim bladder morphology? • *PLOS One*, 8 (6):e67049. DOI:10.1371/journal.pone.0067049



Longitud total	LT	Altura del cuerpo	AC
Longitud estándar	LE	Distancia de la aleta dorsal a la aleta adiposa	DDA
Longitud predorsal	LPd	Altura del pedúnculo caudal	AP
Longitud preanal	LPa	Altura de la aleta adiposa a la aleta anal	AAA
Longitud de la cabeza	LC	Longitud precleitro	LPc
Distancia interorbitaria	DI	Aleta dorsal (Espina/radios)	AD
Ancho de la boca	AB	Aleta anal (Espina/radios)	AA
Longitud de la barbilla maxilar	LB	Aleta pélvica (Espina/radios)	API
Longitud de la barbilla mentoniana externa	BM 1	Aleta pectoral (Espina/radios)	APc
Longitud de la barbilla mentoniana interna	BM 2	Número de placas óseas laterales	POL

Figura 1. Medidas morfométricas tomadas en los ejemplares de *Agamyxis pectinifrons* en la planicie del río Grijalva.

Tabla 1. Valores mínimos, máximos, promedio, desviación estándar de los caracteres morfológicos en milímetros de hembras y machos de *Agamyxis pectinifrons*.

Medidas morfológicas (mm)	Hembras n= 31			Machos n= 25		
	Min-Max	Promedio	DS	Min-Max	Promedio	DS
Longitud total	83-135	102	6.3	82-115	91.32	9.4
Longitud estándar	60-112	78.19	6.1	54-89	67.16	9.1
Longitud predorsal	29-48	36.41	3.4	28-43	32.24	3.7
Longitud preanal	46-79	56.19	5.5	44-69	50.6	7.4
Longitud de cabeza	22-35	27.29	2.4	20-25	24.16	2.6
Distancia inteorbiliar	8-20	11.12	0.9	8-11	9.76	2.0
Ancho de la boca	10-16	12.45	1.3	8-13	11.24	1.5
Longitud de la barbilla maxilar	25-41	35.67	4.5	17-35	27.4	4.5
Longitud de la barbilla mentoniana externa	19-33	27.51	4.6	13-30	21.96	4.1
Longitud de la barbilla mentoniana interna	10-30	15.35	2.4	8-15	11.72	4.0
Altura del cuerpo	11-30	22.41	2.2	17-27	19.6	4.4
Distancia de aleta dorsal-adiposa	9-30	22.74	4.1	14-29	18.64	4.6
Altura del pedúnculo caudal	6-13	9.58	2.2	6-17	8.32	1.4
Altura de aleta adiposa-anal	8-17	11.25	1.7	7-15	10.8	1.9
Longitud precleitro	32-56	42	3.0	31-47	35.8	4.8

Tabla 2. Caracteres merísticos de *Agamyxis pectinifrons* reportadas en literatura obtenidas en el presente estudio.

Fuente	n	Aleta dorsal		Aleta anal		Aletas pectorales		Aletas pélvicas	
		Espinas	Radios	Espinas	Radios	Espinas	Radios	Espinas	Radios
Souza (2010)	8	II	6	II-III	7-9	I	5-6	I	5
Álvarez-Pliego et al. (2021)	3	II	5-6	II	7-9	I	5	I	5-6
Reyes-Grajales et al. (2022)	42	II	5-6	II	6-8	I	5	I	5-6
Presente estudio	56	II	5-6	II	7-9	I	5	I	5-6

Fuente	n	Número de escudos óseos laterales
Souza (2010)	8	24-27
Álvarez-Pliego et al. (2021)	3	27-28
Reyes-Grajales et al. (2022)	42	27-28
Presente estudio	56	26-27

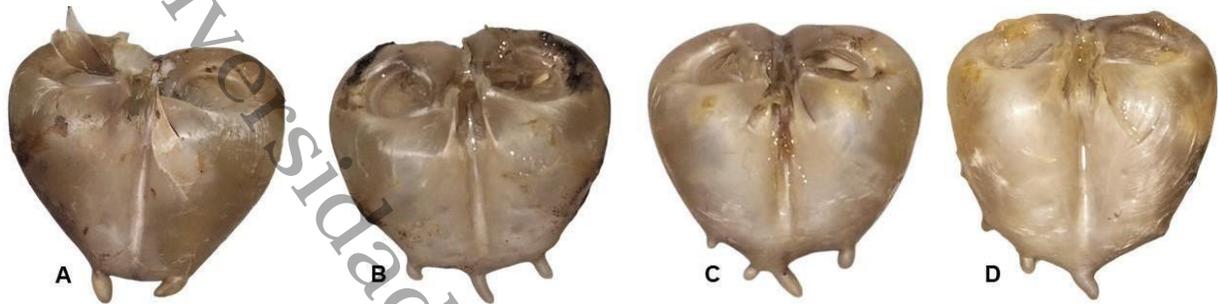


Figura 2. Vejigas natatorias de *Agamyxis pectinifrons* en la planicie del río Grijalva. A y D) Vejiga natatoria con 2 y 5 divertículos de dos ejemplares hembras. B y C) Vejiga natatoria con 3 y 4 divertículos de dos ejemplares machos.

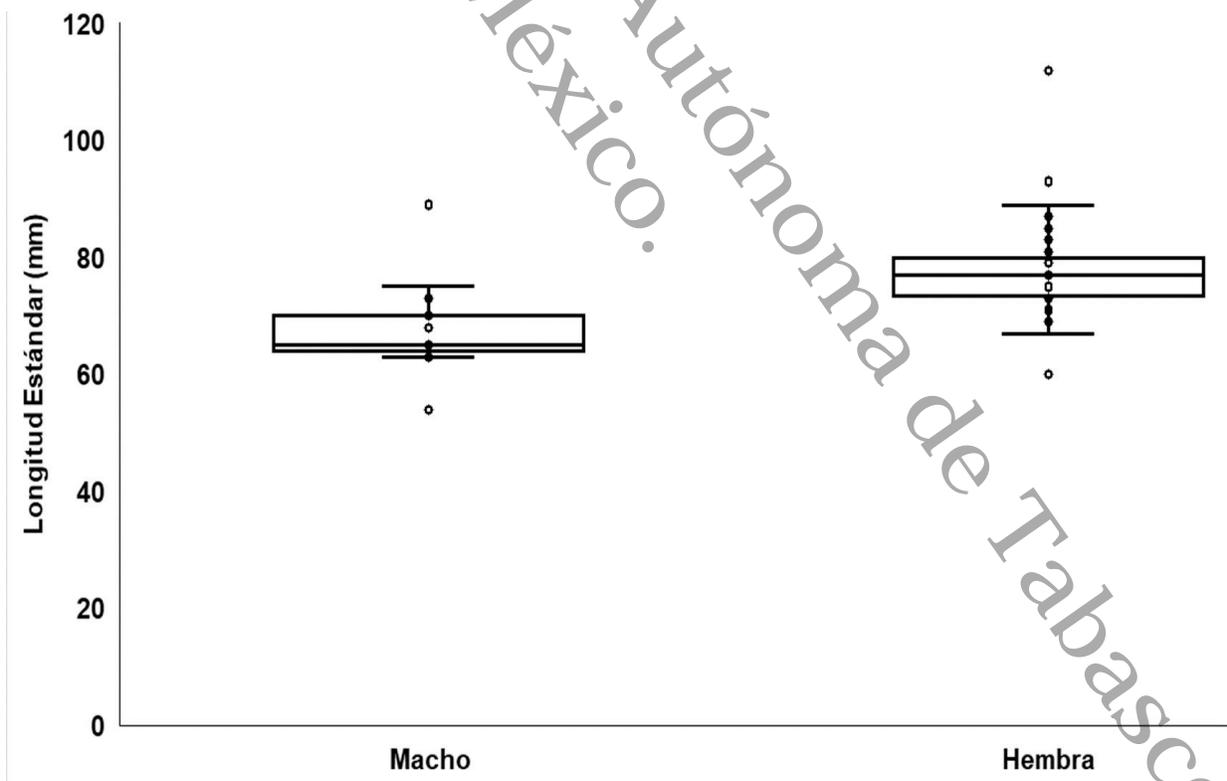


Figura 3. Gráfico de caja y bigote con dispersión de tallas para análisis comparativo de la mediana de hembras y machos.

Tabla 3. Distribución de frecuencias de tallas por sexo mediante la regla de Sturges (1926).

Clases	Intervalos	Machos	Hembras
Clase 1	54-62.5	1	1
Clase 2	62.5-71	20	4
Clase 3	71-79.5	3	18
Clase 4	79.5-88	0	5
Clase 5	88-96.5	1	2
Clase 6	96.5-103	0	0
Clase 7	103-113.5	0	1

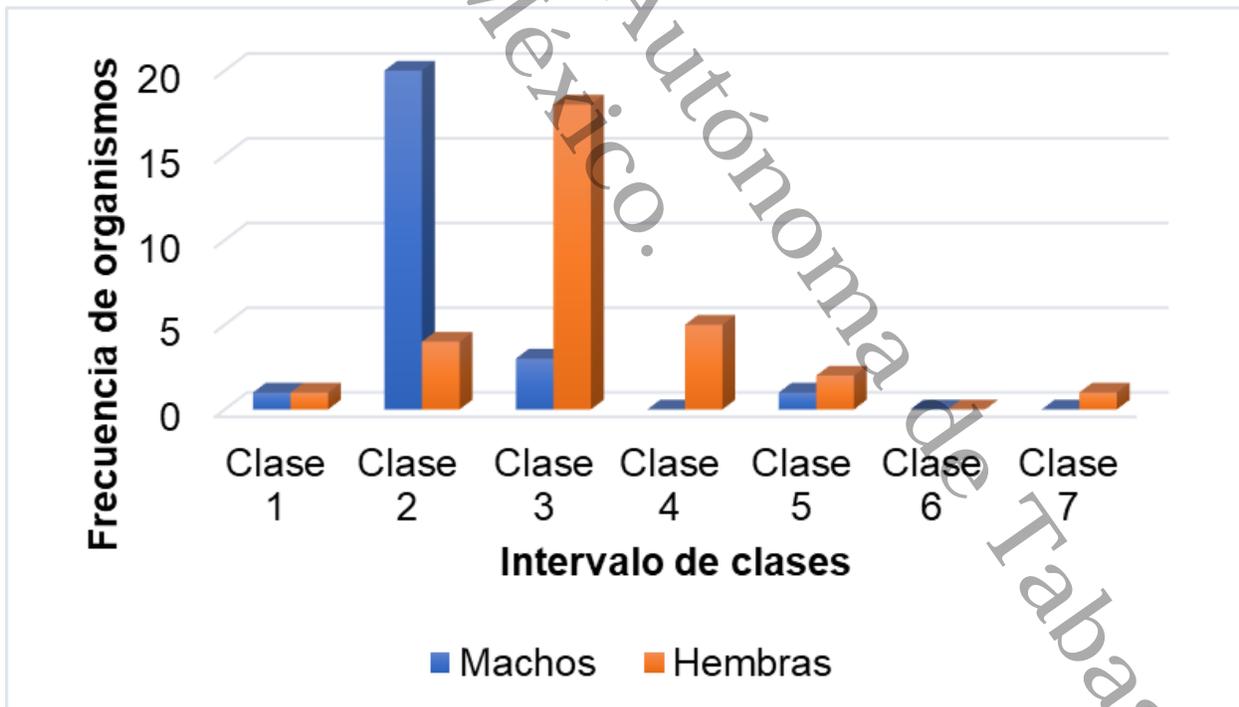


Figura 4. Clases de talla (mm) para machos y hembras de *Agamyxis pectinifrons* en la planicie del río Grijalva.

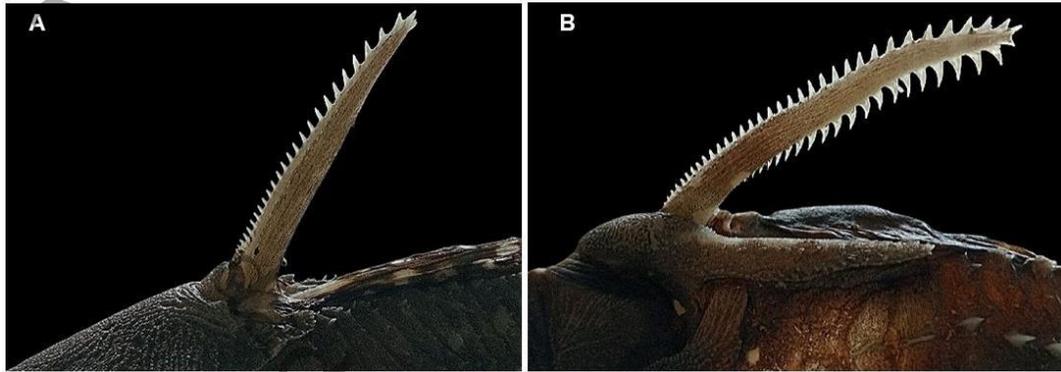


Figura 5. A) Espina de la aleta dorsal formada por aserraciones en el margen anterior. B) Aletas pectorales con espinas dentadas en los márgenes anterior y posterior de *Agamyxis pectinifrons* en la planicie del río Grijalva.



Figura 6. Estructura visceral de *Agamyxis pectinifrons* en la planicie del río Grijalva. A) Las gónadas en maduración abarcan $\frac{1}{2}$ de la cavidad. B) Las gónadas maduras abarcan $\frac{3}{4}$ de la cavidad.

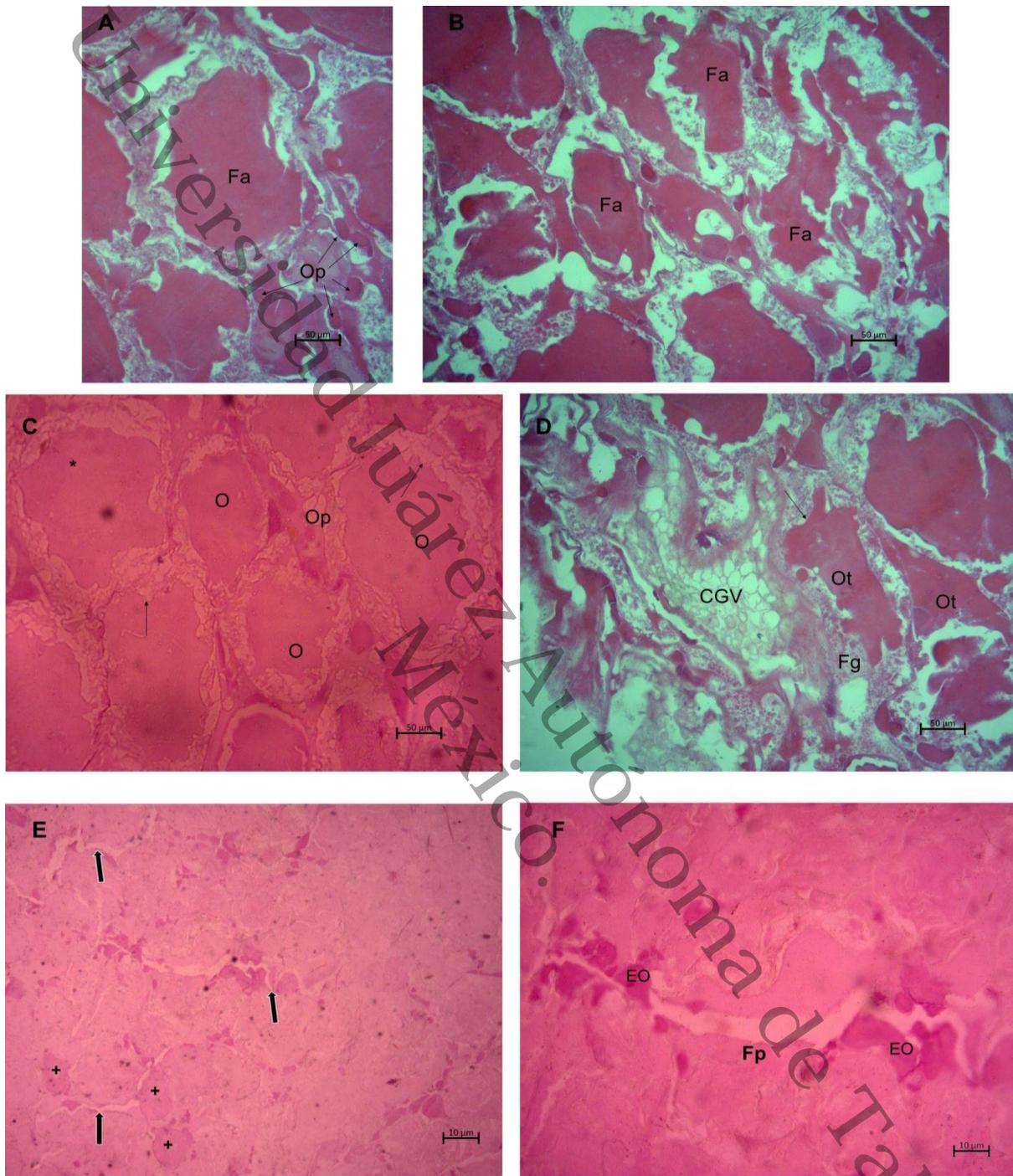


Figura 7. Histología ovárica de *Agamyxis pectinifrons* en etapa reproductiva desovada en regresión temprana (Microfotografías con aumento de 4x y 10x). A) Nidos germinales con ovocitos previtelogénicos (Op). B) Presencia de folículos atrésicos (Fa). C) Etapa de atresia temprana (At), Ovocitos iniciando atresia (O), Deformación de la zona pelúcida (flecha delgada), Ovoplasma (*). D) Etapa de atresia avanzada (Aa), Ovocitos en atresia avanzada (Ot) con mayor deformidad de la zona pelúcida (flecha), Células de la

granulosa vacuolizadas (CGV), Fagocitos presentes en el vitelo del ovocito (Fg). E) Folículos post-ovulatorios avanzados (Flechas grandes) y escasos núcleos picnoticos (+). F) Folículo post-ovulatorio (Fp) amplio visto a 10x, tamaño reducido con cavidad folicular estrecha, Estroma ovárico (Eo).



Figura 8. Testículos maduros de *Agamyxis pectinifrons*.

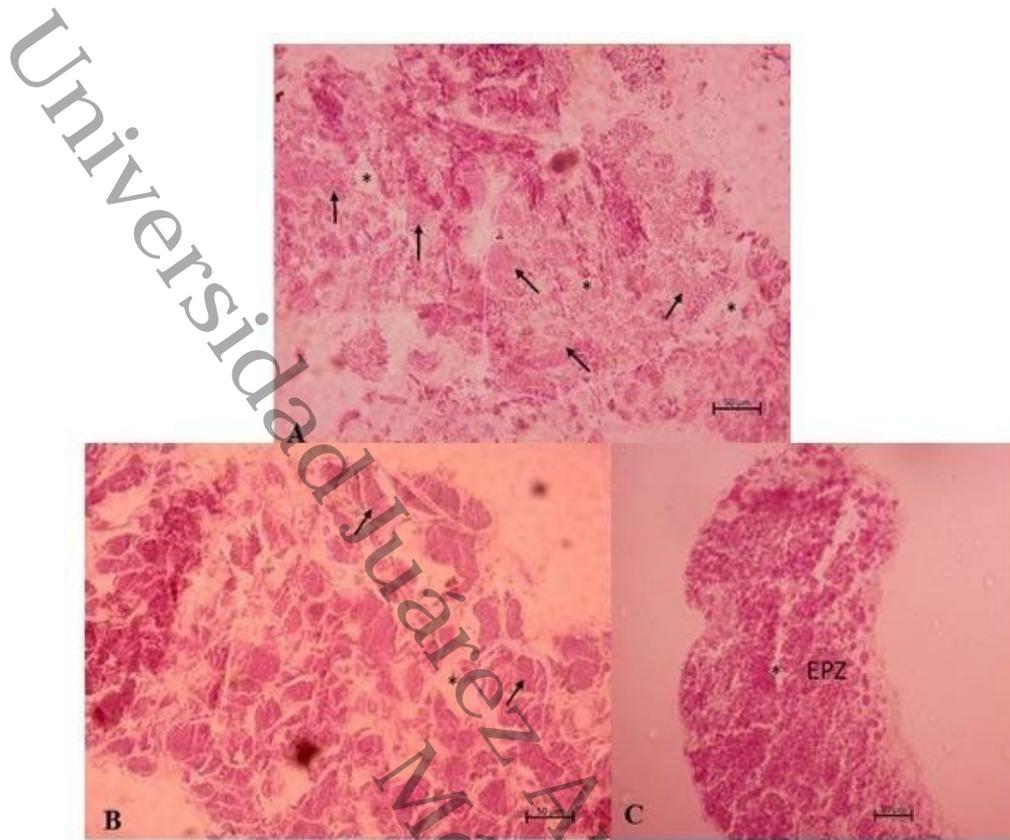


Figura 9. Histología testicular de *Agamyxis pectinifrons* en etapa reproductiva Maduración media y Maduración final (Microfotografías con aumento de 10x y 50x). A) Clase reproductiva Maduración media, Túbulo con epitelio germinal continuo (Semicírculo rosa) con poco lumen (*). B-C) Clase reproductiva Maduración final, Túbulos con epitelio discontinuo (Semicírculo rosa) en ellos se encuentran los espermatozoides en la parte central y sobre las orillas en el epitelio se observan escasos quistes con espermatogénesis avanzada, en la imagen C, sobre el lumen (*) se observan los espermatozoides basófilos (EPZ).

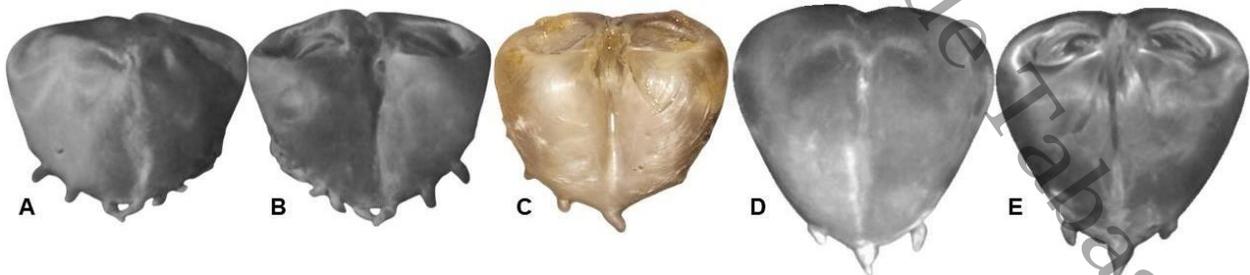


Figura 10. Vejigas natatorias. A-B) *Agamyxis pectinifrons* de Birindelli *et al.*, (2009) C) Vejiga natatoria con 5 divertículos (*A. pectinifrons*) del presente trabajo. D-E) *A. albomaculatus* de Birindelli *et al.*, (2009).

Anexo 7

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL BAGRE EXÓTICO INVASOR <i>Agamyxis pectinifrons</i> (COPE, 1870) EN LA PLANICIE DEL RÍO GRIJALVA
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	María Fernanda de la Cruz Juárez
ORCID:	https://orcid.org/0009-0007-1689-1345
Resumen de la Tesis:	<p><i>Agamyxis pectinifrons</i> es un bagre de la familia Doradidae nativo del río Amazonas, que ha sido introducido en la planicie de la cuenca del río Grijalva. La información biológica de este bagre es limitada, por lo que no es posible estimar su establecimiento, dispersión e impactos en el ecosistema. Algunas especies similares ingresan en áreas inundables durante su reproducción. En este sentido, el presente estudio, se centra en determinar la etapa reproductiva de 56 ejemplares de <i>A. pectinifrons</i>, recolectados en una zona de inundación adyacente al río Pichucalco, al sur de Villahermosa, Tab., en época de nivel alto del río. La investigación comprendió: la identificación taxonómica; la revisión de 20 rasgos morfométricos; la estimación de la proporción sexual; el espacio que ocupan las gónadas de las hembras en la cavidad visceral y el desarrollo gonadal con técnicas histológicas. Como resultados, se corroboró la identidad de <i>A. pectinifrons</i>, por la forma cordiforme de la vejiga natatoria y el número de divertículos presentes (3 a 5), así como el número de placas laterales (26-27). No se encontró variación en la proporción de sexos (1.24:1); aunque si existe dimorfismo sexual (de acuerdo con la prueba de Kruskal-Wallis $p:0.001$), las hembras presentaron una mayor longitud total que los machos. Las gónadas de las hembras ocuparon entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ del espacio visceral, indicando un proceso de reproducción, y</p>

	<p>se corroboró con la histología de los ovarios de las hembras que mostraron una clase reproductiva “desovada” en proceso de regresión temprana. En machos, la histología mostro etapas de maduración media y final en sus gónadas. Estas evidencias sugieren que la reproducción de <i>A. pectinifrons</i> estaría sincronizada con el aumento del nivel del río.</p>
<p>Palabras claves de la Tesis:</p>	<p>Bagre exótico, inundación, taxonomía, histología, clase reproductiva</p>
<p>Referencias citadas:</p>	<p>Aguilar-Morales M (1996) Manual general de técnicas histológicas y citoquímicas. Las prensas de Ciencias Series. Universidad Nacional Autónoma de México, 130 p.</p> <p>Álvarez-Pliego N, Sánchez A, Florido R, Salcedo MA (2015) First record of South American suckermouth armored catfishes (Loricariidae, <i>Pterygoplichthys</i> spp.) in the Chumpan River system, southeast Mexico. <i>BioInvasions Records</i>, 4:309–314. DOI:10.3391/bir.2015.4.4.14</p> <p>Álvarez-Pliego N, Sánchez AJ, Florido R, Salcedo MA, Garrido-Mora A, Cruz-Ramírez AK, Madrigal-Cruz M. Introducción y dispersión del bagre Rafael <i>Agamyxis pectinifrons</i> (Cope) en la llanura de inundación del río Grijalva. Resúmenes del VII Simposio RECORECOS, Mérida, Yucatán. 20-24 de junio del 2022.</p> <p>Álvarez-Pliego N, Garrido-Mora A, Sánchez AJ, Salcedo MA, Florido R (2021) First records of a non-native spotted raphael catfish <i>Agamyxis pectinifrons</i> (Cope, 1870) (Siluriformes: Doradidae) in the floodplain of the Grijalva basin. <i>BioInvasions Records</i>, 10(3):691-700. DOI: 10.3391/bir.2021.10.3.19</p> <p>Álvarez-Pliego N, Sánchez AJ, Florido R, Salcedo MA (2015) First record of South American suckermouth armored catfishes (Loricariidae, <i>Pterygoplichthys</i> spp.) in the Chumpan River system, southeast Mexico. <i>BioInvasions Records</i>, 4(4), 309-314. DOI: 10.3391/bir.2015.4.4.14</p> <p>Amador-del-Ángel LE, Wakida-Kusunoki AT (2014) Peces invasores en el sureste de México, en R. Mendoza y P. Koleff (coords.), <i>Especies acuáticas invasoras en México</i>. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 425-433.</p>

Amador-del-Ángel LE, Endañú-Huerta E, López-Contreras JE, Wakida-Kusunoki AT, Guevara-Carrió E, Brito-Pérez R (2015) Fauna exótica establecida e invasora en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos, Campeche: estado actual, impactos, necesidades y perspectivas. Problemas contemporáneos regionales del sureste mexicano. El caso del estado de Campeche, 234-279.

Amezcu F (2014) Colonización de la laguna de Chiricahueto (Sinaloa, México) por la especie invasora *Pterygoplichthys* spp. Especies invasoras acuáticas: casos de estudio en ecosistemas de México, 273-291.

Ayala-Pérez LA, Vega-Rodríguez BI, Terán-González GJ, Martínez-Romero GE (2015) El pez diablo en México, Guía para administradores y usuarios de recursos pesqueros. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Barros MD, Guimarães-Cruz RJ, Veloso-Júnior VC, Santos JED (2007) Reproductive apparatus and gametogenesis of *Lophiosilurus alexandri* Steindachner (Pisces, Teleostei, Siluriformes). *Revista Brasileira de Zoologia*, 24:213-221. DOI: 10.1590/S0101-81752007000100028

Birindelli JLO, de Sousa LM, Sabaj-Pérez MH (2009). Morphology of the gas bladder in thorny catfishes (Siluriformes: Doradidae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 158(1):261-296. DOI:10.1635/053.158.0114

Birindelli JLO (2014) Phylogenetic relationships of the South American Doradoidea (Ostariophysi: Siluriformes). *Neotropical Ichthyology*, 12:451–464. DOI:10.1590/1982-0224-20120027

Birindelli JLO, de Sousa LM (2018) Family Doradidae-Thorny Catfishes. In: van der Sleen P, Albert JS (eds), *Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 222–232.

Brown-Peterson NJ, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK (2011) A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1):52–70. DOI:10.1080/19425120.2011.555724

Cano-Salgado MP, Bello-Baltazar E, Barba-Macías

E (2012) Innovación social y capacidad de organización de las cooperativas pesqueras en el municipio de Balancán, Tabasco, México. *Estudios Sociales: Revista de investigación científica*, 20(39) 69-97.

Carvalho GO (2009) Especies exóticas e invasiones biológicas. *Ciencia Ahora*, 23(12): 15-21.

Colín-García G, Ibáñez-Castillo LA, Reyes-Sánchez J, Arteaga-Ramírez R (2013) Diagnóstico de la erosión hídrica de la Cuenca del Río Pichucalco. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 5(1): 23-31. DOI: 10.5154/r.inagbi.2013.04.002

CONABIO (2023) Especies exóticas invasoras. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd de México, México, <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras> (consultado el 26 de febrero de 2023).

CONAP (2011) Fortalecimiento de las Capacidades Institucionales para Abordar las Amenazas Provocadas por la Introducción de Especies Exóticas en Guatemala. Guatemala. Documento técnico No. (79-2010)

Conceição LMA, Laichter MRM, de Matos L, Antoniassi NAB, Carvalho LN (2023) Dieta y reproducción del pez abotoado, *Pterodoras granulosus* (Siluriformes, Doradidae): una especie invasora en el curso medio-alto del río Teles Pires, Amazonía Sur, Brasil. *South Sustainability*, 4(2):1-8. DOI: 10.21142/SS-0402-2023-e080

Contreras-Balderas S, Escalante M (1984) Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico, in: W.R. Courtenay and J.R. Stauffer (eds.). *Distribution, Biology and management of exotic fishes*. Baltimore, John Hopkins University Press. 120-30. DOI: 10.2307/1445363

Contreras-Macbeath T, Mejía-Mojica H, Carrillo-Wilson R (1998) Negative impact on the aquatic ecosystems of the state of Morelos from introduced aquarium and other commercial fish. *Aquarium Sciences and Conservation*, 2:1-12. DOI:10.1023/A:1009676403693

Contreras-MacBeath T, Gaspar-Dillanes MT, Huidobro-Campos L, Mejía-Mojica H (2014) Peces invasores en el centro de México. En R. Mendoza, P. Koleff (Eds.) *Especies acuáticas invasoras en*

México, 413–424. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Correa SB, Crampton WGR, Chapman LJ, Albert JS (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

Cruz-Ramírez AK, Salcedo MÁ, Sánchez AJ, Mendoza J de D, Barba E, Álvarez-Pliego N, Florido R (2019) Intra-annual variation of chlorophylla and nutrients in a hydraulically perturbed river-floodplain system in the Grijalva River basin. *Hidrobiológica*, 29(3):163-170. DOI:10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2020v29n3/Cruz

Escalera C, Arroyo M (2006) Caracterización fisicoquímica y alternativas de utilización del *Plecostomus* spp en la presa El Infiernillo. Informe Final. CIIDIR Michoacán. 33.

Espinosa-Pérez H, Ramírez M (2015) Exotic and invasive fishes in Mexico. *Check List*, 11:1-13. DOI: 10.15560/11.3.1627

Fuller P (2020) *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?SpeciesID=2786>, Revision Date: 3/1/2009, Peer Review Date: 3/1/2009, (accessed 12 March 2024).

Grier JH (2000) Ovarian germinal epithelium and folliculogenesis in the common snook, *Centropomus undecimalis* (Teleostei: Centropomidae). *Journal of Morphology*, 243(3):265-281. DOI:10.1002/(SICI)1097-4687(200003)243:3<265::AID-JMOR4>3.0.CO;2-I

Grier JH, Taylor GR (1998) Testicular maturation and regression in the common snook. *Journal of Fish Biology*, 53(3):52 -542. DOI:10.1111/j.1095-8649.1998.tb00999.x

Guzmán AF, Barragán J (1997) Presencia de bagre sudamericano (Osteichthyes: Loricariidae) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*, 3:1-4.

Hinton DH (1990) Histological Techniques. In: *Methods for Fish Biology*. C. B. Schreck and M. Pete (eds). American Fishing Society, 191-211.

Jiménez-Segura LF, Palacio J, López R (2009)

<p>Universidad Juárez del Estado de Durango</p>	<p>Características biológicas del blanquillo <i>Sorubim cuspicaudus</i> Littmann, Burr y Nass, 2000 y bagre rayado <i>Pseudoplatystoma magdaleniatum</i> Buitrago-Suárez y Burr, 2007 (Siluriformes: Pimelodidae) relacionadas con su reproducción en la cuenca media del río Magdalena, Colombia. <i>Actualidades biológicas</i>, 31(90):53-66. DOI: 10.17533/udea.acbi.4729</p> <p>Jumawan JC, Herrera AA (2015) Histological and ultrastructural characteristics of the testis of the invasive suckermouth sailfin catfish <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> (Siluriformes: Loricariidae) from Marikina River, Philippines. <i>Tissue Cell</i>, 47:17–26. DOI: 10.1016/j.tice.2014.10.005</p> <p>Lo Nostro FL (2000) Espermatogénesis, ciclo anual e inducción hormonal de la espermiación en el pez protogínico diándrico, <i>Synbranchus marmoratus</i> (Bloch, 1795) (Teleostei, synbranchidae). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.</p> <p>Madrigal-Cruz M, Álvarez-Pliego N, Salcedo MÁ (2024) Peces e inundaciones: una relación favorable para la vida. <i>Revista Elementos BUAP</i>. 133:91-95.</p> <p>MacCormack TJ, McKinley RS, Roubach R, Almeida-Val VM, Val AL, Driedzic WR (2003) Changes in ventilation, metabolism, and behaviour, but not bradycardia, contribute to hypoxia survival in two species of Amazonian armoured catfish. <i>Canadian Journal of Zoology</i>, 81(2): 272-280. DOI: 10.1139/z03-003</p> <p>Machado-Allison A, De La Fuente R, Mikolji I (2020) Los Peces de los Llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural. UCV, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales.</p> <p>Martínez-Palacios CA, Ross LG, Arreguín-Sánchez F, Campos-Mendoza A, Díaz-Pardo E, Fonseca-Madrigal J, Gutiérrez-Hernández A, Pacheco-Aguilar R, Ramírez Suárez JC, Ríos-Durán MG, Rueda-Jasso R, Toledo Cuevas EM, Salas-Razo G, Shimada-Miyasaka A, Sánchez Chinchillas A, Ávila-González E, Viana-Castrillón MT, Gasca-Leyva E (2010) Peces amazónicos invaden aguas continentales de México y</p>
---	---

Guatemala en forma alarmante. *Ciencia y Desarrollo*, 15(20):25-32.

Méndez-Marin O, Hernández-Franyutti AA, Álvarez-González CA, Contreras-Sánchez WM, Uribe Aranzábal MC (2012) Histología del ciclo reproductor de hembras del pejelagarto *Atractosteus tropicus* (Lepisosteiformes: Lepisosteidae) en Tabasco, México. *Revista de Biología Tropical*, 60(4):1857-1871.

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.

Mendoza R, Coudmore B, Orr R, Fisher J, Contreras S, Courtney W, Koleff P, Mandrak N, Álvarez P, Arroyo M, Escalera C, Guevara A, Greene G, Lee D, Orbe-Mendoza A, Ramírez C, Stabridis O (2009) Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Invasive Species: Test Cases for Snakeheads (Channidae) and Armored Catfishes (Loricariidae) in North American Inland Waters. Commission for Environmental Cooperation (J. Fisher ed.), Montreal, Canada, 98.

Mira-López TM, Medina-Robles VM, Cruz-Casallas PE (2010) Testicular morphology of the yaque *Leiarius marmoratus* (Pisces: Siluridae) in the stage of reproductive maturity. *International Journal of Morphology*, 28(2):421-426. DOI: 10.4067/S0717-95022010000200015

Montreuil-Frias VH, García-Vásquez A, Rodríguez-Viena R (1998) Longitud de primera maduración y época de desove del dorado (*Brachyolattostoma flavicans*) en la Amazonia Peruana. *Folia Amazónica*, 9(1-2):93-105. DOI: 10.24841/fa.v9i1-2.169

Mooney HA, Cleland EE (2001) The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(10):5446-5451. DOI: 10.1073/pnas.091093398

Núñez J, Dunpochelle F (2009) Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35:167-180. DOI: 10.1007/s10695-008-9241-2

Orfinger AB, Gooding D (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

PlanetCatfish (2020) Planet Catfish, Aquatic Republic Network. https://www.planetcatfish.com/common/species.php?species_id=313 (accessed 12 March 2024).

Py-Daniel LHR, Fernandes CC (2005) Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazonica*, 35(1):97–110. DOI:10.1590/s0044-59672005000100015

Ramírez-Soberón G, Valencia-Díaz X, Gaspar-Dillanes MT (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.

Restrepo-Santamaría D, Álvarez-León R (2013) Algunos aspectos sobre la introducción de especies, y estado del conocimiento sobre los peces introducidos en el departamento de Caldas, Colombia. *Luna Azul*, 37:268-281.

Reyes-Grajales E, Perera-Trejo EE, Guichard-Romero CA, González-Díaz AA (2022) First records of *Agamyxis pectinifrons* (Cope, 1870) (Siluriformes, Doradidae) from the state of Chiapas, Mexico, and an extension of the geographic range in the Grijalva river basin. *Check List*, 18(3):757-761. DOI: 10.15560/18.3.757

Rivera-Velázquez G, Aguilar-Ballinas JM, Trejo-González C, Peralta-Meixueiro MA. (2024) Estructura de tallas, relación longitud-peso y factor de condición de cuatro peces nativos en la represa Nezahualcóyotl, Chiapas, México. *Caldasia* 46(2):323–331. DOI: 10.15446/caldasia.v46n2.100458

Ruiz-Campos GA, Varela-Romero A, Sánchez-Gonzales S, Camarena-Rosales F, Maeda-Martínez A, González-Acosta AF, Andreu-Soler A, Campos-González E, Delgadillo-Rodríguez J (2014) Peces invasores en el noroeste de México. En R. Mendoza y P. Koleff (coords.), *Especies*

<p style="text-align: center; opacity: 0.3; font-size: 2em; transform: rotate(-45deg);">Universidad Juárez del Estado de Durango</p>	<p>acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 375-399.</p> <p>Salcedo MÁ, Cruz-Ramírez AK, Sánchez AJ, Álvarez-Pliego N, Florido R, Ruiz-Carrera V, Morales-Cuetos SS (2022) Water Quality Indicators in Three Surface Hydraulic Connection Conditions in Tropical Floodplain Lakes. <i>Water</i> 2022, 14(23):3931. DOI: 10.3390/w14233931</p> <p>Sánchez AJ, Álvarez-Pliego N, Espinosa-Pérez H, Florido R, Macossay-Cortez A, Barba E, Salcedo MÁ, Garrido-Mora A (2019) Species richness of urban and rural fish assemblages in the Grijalva Basin floodplain southern Gulf of Mexico. <i>Cybio</i>, 43(3):239-254. DOI: 10.26028/CYBIUM/2019-433-005</p> <p>Sánchez AJ, Florido R, Álvarez-Pliego N, Salcedo MÁ (2015) Distribución de <i>Pterygoplichthys</i> spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. <i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i>, 86(4):1099-1102. DOI: 10.1016/j.rmb.2015.06.016</p> <p>Santos JE, Bazzoli N, Rizzo E, Santos GB (2001) Morphofunctional organization of the male reproductive system of the catfish <i>Iheringichthys labrosus</i> (Lütken, 1874) (Siluriformes: Pimelodidae). <i>Tissue and Cell</i>, 33(5), 533-540. DOI:10.1054/tice.2001.0207</p> <p>Soria-Barreto M, González-Díaz AA, Castillo-Domínguez A, Álvarez-Pliego N, Rodiles-Hernández R (2018) Diversidad íctica en la cuenca del Usumacinta, México. <i>Revista mexicana de biodiversidad</i>, 89:100-117. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2018.4.2462</p> <p>Sousa LM (2010) Revisão taxonômica e filogenia de Astrodoradinae (Siluriformes, Doradidae). Tesis Doctoral, Instituto de Biociências, Universidad de São Paulo, São Paulo. DOI:10.11606/T.41.2010.tde-13122010-115653</p> <p>Sturges HA (1926) The choice of a class-interval. <i>Journal of the American Statistical Association</i>. 21(153):65-66.</p> <p>Valenzuela A, Gómez F, Acosta JC (2022) Biología reproductiva de <i>Hatcheria macraei</i> (bagre de torrente) en el Área Natural Protegida la Ciénaga, en el centro oeste de Argentina. <i>Neotropical</i></p>
--	--

<p style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.2; transform: rotate(-45deg);"> Universidad Juárez México Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Tabasco </p>	<p> Biodiversity, 8(1):281-291. DOI: 10.1080/23766808.2022.2097109 Vargas-Rivas AG, Barba-Macias E, Sánchez AJ, Castellanos-Morales G (2022) Lack of mtDNA genetic diversity despite phenotypic variation and environmental heterogeneity in the exotic suckermouth armored catfish (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>). <i>Biological Invasions</i>, 25:(2). DOI: 10.1007/s10530-022-02961-w Wakida-Kusunoki AT, Ruiz-Carus R, Amador-del-Angel E (2007) Amazon sailfin catfish, <i>Pterygoplichthys pardalis</i> (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. <i>The Southwestern Naturalist</i>, 52:141-144. DOI: 10.1894/0038-4909(2007)52[141:ASCPPC]2.0.CO;2 Wayne D (2012) Distribución ji-cuadrada y análisis de frecuencias, en W. W Daniel (Ed), <i>Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud</i> (4ta edición), 71-583. Williams JD, Meffe GK (1998) No-indigenous species. In: Mac MJ, Opler PA, Puckett Haecher CE, Doran PD (eds), <i>Status and Trends of the Nation's Biological Resources Vol. 1. Biological Resources Division, U.S. Geological Survey</i> Reston, pp 117–129. Witmer GW, Fuller PM (2011) Vertebrate species introductions in the United States and its territories. <i>Current Zoology</i>, 57:559–567. DOI:10.1093/czoolo/57.5.559 Zebedin A, Ladich F (2013) Does the hearing sensitivity in thorny catfishes depend on swim bladder morphology? <i>PLOS One</i>, 8 (6):e67049. DOI:10.1371/journal.pone.0067049 </p>
---	--