



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

**DISTRIBUCIÓN Y ASPECTOS REPRODUCTIVOS
DEL GÉNERO *Pterygoplichthys sp*, EN LA CUENCA
DEL RÍO AMACUZAC, MORELOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

M A E S T R O E N M A N E J O
D E
R E C U R S O S N A T U R A L E S

P R E S E N T A

ING. PESQUERO SABINA ROSA DEZA FALLA

DIRECTOR

DR. HUMBERTO MEJÍA MOJICA



CENTRO DE
INVESTIGACIONES
BIOLÓGICAS
UAEM

CUERNAVACA, MORELOS

MAYO, 2018

COMISIÓN REVISORA

Dr. Humberto Mejía Mojica
Director de tesis

Dr. Daniel Hernández Ocampo
Asesor

M. en C. Jorge Luna Figueroa
Asesor

Dra. Elisah Arce Uribe
Asesor

Dr. Rubén Castro Franco
Asesor

AGRADECIMIENTOS

A mi Esposo Edson Serván por su apoyo incondicional en todo momento, paciencia, amor y ánimos para salir adelante, gracias por estar siempre a mi lado.

A mis hijos, Camila y Leonardo por su comprensión y apoyo en el nuevo reto que emprendía.

A toda mi familia, aunque lejos siempre estuvieron conmigo apoyándome en lo que yo necesitara.

Al Laboratorio de Ictiología del Centro de Investigaciones Biológicas, por las facilidades brindadas para realizar el trabajo de tesis.

A mi asesor de tesis Dr. Humberto Mejía Mojica por su apoyo, sus enseñanzas, comentarios y su enorme paciencia.

A los integrantes del Laboratorio de Ictiología, M. en MRN. Marcelino Servín Jiménez, M. en MRN. Mara Paredes Lira y M. en MRN. Nestor Rosales Quinteros, por todo su apoyo durante la maestría.

A cada uno de los miembros del comité evaluador por sus valiosos comentarios, gracias por su apoyo.

Al Centro de Investigaciones Biológicas, al personal administrativo y en especial a la coordinación de posgrado, Edith y Romy, gracias por su apoyo, amistad y cariño.

A mis compañeros de Laboratorio y de la maestría, gracias por su apoyo, amistad y los buenos momentos vividos.

A todas las personas en general que conocí durante este periodo, me llevo muchos recuerdos, experiencias y amistades.

DEDICATORIA

A mi Esposo Edson Serván por su apoyo incondicional que día con día me brindaba, por sus consejos, sus palabras de aliento en momentos difíciles, pero más que nada por su amor y confianza.

A mis hijos Camila y Leonardo, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

A mi abuela, que fue una parte esencial en todo momento y que a pesar de ya no estar presente sé que siempre estará a mi lado para apoyarme incondicionalmente y alentarme a seguir adelante. Gracias por los consejos y por todo.

A toda mi familia, por ser el pilar fundamental en todo lo soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su apoyo y ánimos en todo momento. La familia no te olvida ni te abandona. Gracias.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2 OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo General.....	6
2.2 Objetivo Específicos	6
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 Área de estudio.....	7
3.2 Actividades de campo.....	8
3.3 Actividades de laboratorio.....	10
3.4 Análisis estadístico	12
4 RESULTADOS	17
4.1 Determinar la distribución geográfica del género <i>Pterygoplichthys</i>	17
4.2 Relación peso total – longitud del género <i>Pterygoplichthys</i>	24
4.3 Índice gonadosomático (IGS) del género <i>Pterygoplichthys</i>	26
4.4 Factor de condición gonadal (ΔK) del género <i>Pterygoplichthys</i>	27
4.5 Talla de la primera madurez sexual del género <i>Pterygoplichthys</i>	28
4.6 Proporción de los estadios de madurez sexual en hembras	30
4.7 Fecundidad.....	31
4.8 Proporción de sexos del género <i>Pterygoplichthys</i>	32
4.9 Descripción de la estructura de los nidos.....	33
5 DISCUSIÓN	34
5.1 Distribución geográfica del género <i>Pterygoplichthys</i>	34
5.2 Relación talla – longitud del género <i>Pterygoplichthys</i>	35
5.3 Índice gonadosomático (IGS) del género <i>Pterygoplichthys</i>	36
5.4 Factor de condición del género <i>Pterygoplichthys</i>	37
5.5 Talla de primera madurez sexual del género <i>Pterygoplichthys</i>	38
5.6 Proporción de sexos del género <i>Pterygoplichthys</i>	38
5.7 Fecundidad del género <i>Pterygoplichthys</i>	39
5.8 Estructura de los nidos del género <i>Pterygoplichthys</i>	41
6 CONCLUSIONES.....	41
7 ANEXO	43
7.1 Análisis de riesgo de invasión del género <i>Pterygoplichthys</i>	43
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

RESUMEN

Las especies invasoras son la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global, después de la disminución del hábitat. Estas especies desplazan o intervienen en la disminución de especies nativas de flora y fauna. La presencia de organismos exóticos del género *Pterygoplichthys* en la cuenca del río Amacuzac, Morelos, es un factor de riesgo para la fauna de peces de la región, por lo que, el objetivo de este estudio será analizar los aspectos reproductivos, la distribución y la anidación del género *Pterygoplichthys* en la cuenca del río Amacuzac, en el Estado de Morelos.

La distribución de estos organismos comprende principalmente al cauce principal del río Amacuzac y las partes bajas de algunos de sus afluentes a excepción del río Cuautla, a un presentando los mismos factores físico-químicos, por lo que su distribución no depende de los factores físico-químicos del agua.

La época de reproducción de este género se identificó mediante el análisis de gónadas de 173 organismos (93 hembras y 80 machos), los indicadores utilizados fueron el índice gonadosomático, y el factor de condición, también, se estimó la relación peso-longitud, la talla de primera madurez sexual, la proporción de sexos y la fecundidad.

El crecimiento de estos organismos es de tipo isométrico negativo, la curva de maduración gonadal muestra que el periodo de reproducción de las hembras se extiende desde abril hasta agosto, y julio es el mes de mayor actividad reproductora, se establece que se su desove es de tipo sincrónico. La talla media de primera madurez sexual (L_{50}) fue 30 cm. La fecundidad absoluta fue 2096 ovocitos y la proporción de sexos fue ligeramente mayor para hembras que para machos (1:1.14).

Las especies del género *Pterygoplichthys* presentan conducta parental en la etapa de anidación y prefieren suelos arcillosos para la construcción de los nidos, sin embargo, ni el tipo de suelo, ni la cubierta vegetal son limitantes para la elección del sitio donde construyen sus nidos, todas estas características hacen que su propagación sea exitosa a los nuevos hábitats a los cuales se sigue distribuyendo.

ABSTRACT

Invasive species are the second cause of global biodiversity loss, after habitat decline. These species displace or intervene in the decrease of native species of flora and fauna. The presence of exotic organisms of the genus *Pterygoplichthys* in the Amacuzac river basin, Morelos, is a risk factor for the fish fauna of the region, so, the objective of this study will be to analyze the reproductive aspects, the distribution and the nesting of the genus *Pterygoplichthys* in the Amacuzac river basin, in the State of Morelos.

The distribution of these organisms mainly includes the main cause of the Amacuzac River and the lower parts of some of its tributaries, with the exception of the Cuautla River, to one presenting the same physico-chemical factors, so its distribution does not depend on physical factors. water chemicals.

The breeding season of this genus was identified by the analysis of gonads of 173 organisms (93 females and 80 males), the indicators used were the gonadosomatic index, and the condition factor, also, the weight-length relationship was estimated. size of first sexual maturity, sex ratio and fertility.

The growth of these organisms is negative isometric type, the curve of gonadal maturation shows that the reproduction period of the females extends from April to August, and July is the month of greatest reproductive activity, it is established that their spawning is of synchronous type. The average size of first sexual maturity (L50) was 30 cm. The absolute fecundity was 2096 oocytes and the proportion of sexes was slightly higher for females than for males (1: 1.14).

Species of the genus *Pterygoplichthys* exhibit parental behavior at the nesting stage and prefer clay soils for nest construction, however, neither the type of soil nor the vegetation cover are limiting for the choice of the site where they build their nests, all these characteristics make its propagation successful to the new habitats to which it continues to be distributed.

1. INTRODUCCIÓN

Las especies invasoras son la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global, después de la disminución del hábitat (Elton 1958, Vitousek *et al.*, 1996, Mack *et al.* 2000, Leung *et al.*, 2002). Estas especies intervienen en la disminución o desaparición de especies nativas de flora y fauna, por competencia directa por alimento, destrucción de sustratos de anidación, depredación de huevos y larvas, alteración del hábitat, desplazamiento, alteración de la estructura de los niveles tróficos, re-suspensión de sedimentos y turbidez en la columna de agua o modificación de los ciclos de los nutrientes e introducción y transmisión de parásitos (Amador-del Ángel *et al.*, 2009).

En México, se tiene el registro de aproximadamente 115 especies exóticas y trasladadas de peces de agua dulce (Contreras-Balderas *et al.*, 2008), de los cuales, en la región central del país, se han reconocido al menos 25 especies exóticas, introducidas principalmente con objetivos comerciales como el cultivo de peces de uso ornamental, de carne y para actividades deportivas (Contreras *et al.*, 2014), muchas de ellas ahora establecidas en algunos ecosistemas naturales. El estado de Morelos, se ha convertido en uno de los principales centros de cultivo y comercio de peces ornamentales, desafortunadamente el manejo inadecuado de las especies cultivadas ha provocado una enorme posibilidad de llevar a un número mayor de especies no nativas a los ambientes naturales y convertirlas en un riesgo para las áreas de cuidado ecológico (Mejía-Mojica *et al.*, 2012). La región hidrológica del Amacuzac, es un área natural prioritaria para la conservación, por tratarse de un ecosistema con un importante número de especies endémicas, muchas de estas, originalmente descritas para la región. Sin embargo, a pesar de la importancia regional de la cuenca, en esta área geográfica se han registrado aproximadamente 23 especies de peces no nativos; de las cuales, al menos dos corresponden a especies del género *Pterygoplichthys* como *P. disyuntivus* y *P. pardalis* (Mejía-Mojica *et al.*, 2014), reportadas como especies con alto riesgo de invasión en los ambientes tropicales y subtropicales del mundo (Mendoza *et al.*, 2015; Quenton y Jeffrey, 2015).

Los peces del género *Pterygoplichthys*, conocidos comúnmente como plecos, limpia vidrios o pez diablo, son especies nativas de las regiones neotropicales. La distribución

natural de este género abarca las zonas templadas y tropicales de América del sur, particularmente en la cuenca del Amazonas (Weber, 2003). Sin embargo, este género se ha llevado a otras regiones del mundo en donde se ha establecido, principalmente en Singapur (Tan *et al.*, 2003), Filipinas (Chávez *et al.*, 2006), Indonesia, Malasia (Page y Robins 2006, Samat *et al.*, 2008), Florida (Nico *et al.*, 2009), Bangladesh (Hossain *et al.*, 2008), Turquía (Ozdilek, 2007) y Vietnam (Levin *et al.*, 2008). En México, se registró por primera vez como especie invasora en 1995, en el río Mezcala, Guerrero (Guzmán *et al.*, 1997); posteriormente, se han registrado en algunos ecosistemas acuáticos de Michoacán, Chiapas y en Tabasco, en el río Usumacinta (Mendoza *et al.*, 2007). En Morelos, *Pterygoplichthys* fue reportado como una especie establecida desde el 2012 (Mejía-Mojica *et al.*, 2014).

Los peces del género *Pterygoplichthys* pueden encontrarse en una gran gama de ambientes que van desde corrientes en tierras altas, frescas, rápidas y ricas en oxígeno, hasta ríos cálidos de corriente lenta en tierras bajas y estanques pobres de oxígeno, el intervalo térmico preferido aproximado es de 20 a 28°C (Mendoza *et al.*, 2009). Los *Pterygoplichthys* son tolerantes a las aguas contaminadas (gracias a su capacidad para respirar aire atmosférico) y pueden adaptarse sin dificultad a condiciones variantes en la calidad del agua (Mendoza *et al.*, 2009). A menudo se encuentran en aguas blandas, pero pueden soportar aguas duras con valores de pH entre 5.5 a 8.0 (Nico *et al.*, 2001). Algunos peces del género *Pterygoplichthys* prefieren hábitats rocosos y rápidos, otros eligen lagunas arenosas poco profundas donde abundan desechos leñosos; arroyos de poca profundidad en la selva o en regiones profundas de ríos más grandes. Los peces más pequeños suelen habitar sólo en corrientes tributarias, mientras que los más grandes se encuentran generalmente en la corriente principal (Liang *et al.*, 2005, Power, 1984). Los individuos jóvenes tal vez elijan estos ambientes (canales menores) para evitar la velocidad de la corriente principal, huir de los depredadores y/o mejorar sus oportunidades de obtener alimento (Power, 1984).

Diversas particularidades de su morfología, fisiología y comportamiento acentúan el potencial invasivo de las especies del género *Pterygoplichthys*, como la talla de primera

maduración, alta tasa reproductiva, comportamiento de anidación que junto con sus hábitos nocturnos los hacen imperceptibles, sus ojos están adaptados para ver en condiciones de baja luminosidad y los pueden oscurecer a voluntad para mimetizarse y evitar a sus depredadores y el cuidado parental que resulta en una alta supervivencia larval (Hoover *et al.*, 2004); Por otro lado, la presencia de escamas con fuertes espinas y placas óseas, explica la carencia de depredadores especializados en los lugares donde han invadido, en su hábitat nativo son depredados por cocodrilos, nutrias y algunos peces mayores (Mendoza *et al.*, 2007), aunque por su poca movilidad, los individuos grandes del género *Pterygoplichthys* resultan atractivos para algunas aves, por lo que, se les ha responsabilizado de la muerte masiva de pelícanos, como Florida donde existen registros de que han lastimado a manatíes, a los cuales ahuyentan con su comportamiento agresivo (Mendoza *et al.*, 2007). Algunas especies de *Pterygoplichthys* tienen un fuerte impacto sobre los peces nativos, debido en parte a su alimentación incidental de huevos y crías de desovadores bentónicos y de manera directa por la competencia de la ingesta de algas y detritus, que es alimento preferencial de algunas especies de *Pterygoplichthys* (Mendoza *et al.*, 2007). Normalmente, su crecimiento es rápido, aunque la mayor parte de las especies del género son de tamaño pequeño o mediano, algunas pueden alcanzar tallas de 50 centímetros y ocasionalmente hasta 70 centímetros y más de 3 kilogramos de peso (Reis y Weber, 1990). Al desplazarse en grandes cardúmenes cuando se alimentan, dañan o arrancan la vegetación nativa, la cual a menudo es utilizada como fuente de alimento, sitio de anidación o refugio de otras especies. El género *Pterygoplichthys*, al anidar cavan galerías de hasta metro y medio de profundidad, desplazando enormes cantidades de sedimento (toneladas en muchos casos), con lo que perturban la estabilidad de las riveras, modifican el hábitat bentónico, aumenta la erosión e incrementa significativamente la turbidez, lo que afecta de manera importante la calidad del agua (Ramírez-Martínez, 2005).

Uno de los mayores problemas que representan estas especies es que su identificación taxonómica es particularmente confusa. Actualmente, existen varias especies introducidas en México y Guatemala (dos o más de *Hypostomus sp.*, cuatro o más

de *Pterygoplichthys sp* y otras aún no confirmadas); además de posibles formas híbridas entre las especies del género (Ramírez-Martínez, 2005). Así mismo, algunas especies del género *Pterygoplichthys*, han ocasionado problemas de impacto socio-económico debido a que afecta a la pesquería de otras especies de interés comercial, en donde puede superar el 70% de la captura en las redes de los pescadores ribereños, reduciendo la eficiencia de las mismas en la captura de las especies de interés (Jiménez-Badillo *et al.*, 2000). Por lo anterior y con la finalidad orientada para su manejo, el propósito de este trabajo es conocer la distribución y los aspectos reproductivos de *Pterygoplichthys* en el estado de Morelos, para la toma de decisiones en el control de este organismo, con el fin de evitar daños irreparables que pueda ocasionar a las especies endémicas y al ecosistema.

1 OBJETIVOS

1.1 General

Determinar la distribución y aspectos reproductivos de las especies invasoras del género *Pterygoplichthys* en la región hidrológica del río Amacuzac, en el Estado de Morelos.

1.2 Específicos

- Determinar la distribución geográfica del género *Pterygoplichthys* dentro de la región hidrológica del río Amacuzac, en el Estado de Morelos.
- Evaluar las estrategias reproductivas de las especies del género *Pterygoplichthys* presentes dentro de la región hidrológica del río Amacuzac, en el Estado de Morelos. (ciclo reproductivo, talla de primera maduración, índice gonadosomático, fecundidad, factor de condición y proporción sexual).
- Describir la estructura de nidación (cuantificar, ubicar y caracterizar) del género *Pterygoplichthys* en el área estudiada.
- Desarrollar el análisis de riesgo de invasión del género *Pterygoplichthys* como una estrategia para el manejo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

Este trabajo se desarrolló en la región hidrológica del Amacuzac en el Estado de Morelos (Figura 1), el cual comprende un área territorial de 4,303 km². Sus principales afluentes (río Yautepec, río Apatlaco, río Cuautla y río Chalma) surgen de los flancos australes de la zona neo-volcánica, del centro de México. La corriente principal del río Amacuzac, está formada por la convergencia de los ríos San Jerónimo y Chontalcoatlán que entran separados en túneles de caliza y emergen en las cercanías de las grutas de Cacahuamilpa y Carlos Pacheco (99° 14' y 18°33'), escurriendo más adelante por distintos territorios como el de Apancingo, Huajintlán y Amacuzac en donde toma su nombre (Mejía-Mojica *et al.*, 2012). La región hidrológica del río Amacuzac, se ha considerado como área prioritaria de conservación y algunas partes de sus riveras están dentro de Áreas Naturales Protegidas (Benítez *et al.*, 1999; Arriaga *et al.*, 2000). Una pequeña parte de la cuenca alta del río Amacuzac se ubica dentro del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa, la cual es un área de importancia para la conservación (Benítez *et al.*, 1999). Parte de su cuenca baja se localiza en los límites de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (parte de la Región Terrestre Prioritaria Sierras de Taxco-Huautla RTP 120) y área de importancia para la conservación de las aves (Benítez *et al.*, 1999). En su totalidad está considerada como la región hidrológica prioritaria río Amacuzac-Lagunas de Zempoala, RTP-67 (Arriaga *et al.*, 2000).

El clima, en términos generales es cálido subhúmedo con lluvias en verano y con temperatura media anual superior a 22°C (García, 1988). Esta zona semiárida tiene una marcada estacionalidad donde la temporada de lluvias se extiende desde el mes de junio hasta principios de octubre, y la precipitación va de los 800 a los 1,000 mm anuales (CONANP, 2005).

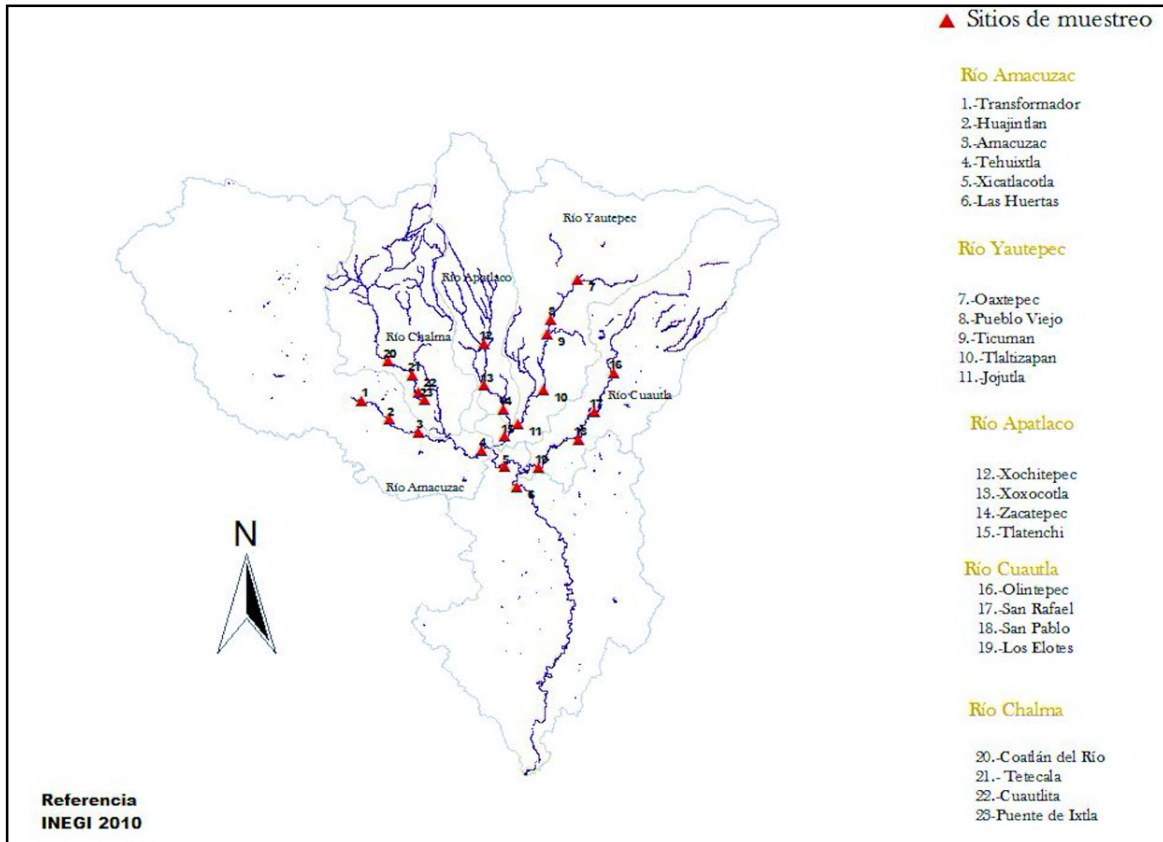


Figura 1. Ubicación de las 23 localidades de muestreo en la región hidrológica del río Amacuzac, en el Estado de Morelos

2.2 Actividades de campo

En la región hidrológica del Amacuzac en el estado de Morelos, se seleccionaron 23 sitios (Tabla 1) los cuales cubren la totalidad de los ríos más importantes (sitios ya definidos por el Laboratorio de Ictiología, por su importancia orográfica, características hidrológicas y acceso). Los muestreos se llevó a cabo bimestralmente, en un periodo de 12 meses, desde mayo del 2015 hasta abril del 2016, en época de lluvias (mayo-septiembre del 2015) y estiaje (noviembre del 2015 y febrero-abril del 2016), con la intención de cubrir un ciclo anual completo y su relación con la madurez de las especies analizadas. Para la obtención de los organismo examinados se emplearon redes tipo chinchorro de 3 y 6 m de longitud y con una apertura de malla de 10 y 20 mm; redes tipo atarraya de 2 m de diámetro y con una apertura de malla de 20 mm y un equipo de pesca eléctrica en

Tabla 1. Sitios de muestreo del género *Pterygoplychtyx* en la Región Hidrológica del río Amacuzac en el Estado de Morelos.

Cuerpo de agua	Localidad	Coordenadas	
Río Amacuzac	Transformador	18°39'32.70"N	99°29'18.1"O
	Huajintlan	18°36'33.1"N	99°25'41.2"O
	Amacuzac	18°35'39.3"N	99°22'06.6"O
	Tehuixtla	18°33'18.9"N	99°14'20.4"O
	Xicatlacotla	18°31'25.9"N	99°11'19.6"O
	Las Huertas	18°28'51.7"N	99°09'58.3"O
Río Yautepec	Oaxtepec	18°49'28.1"N	99°05'49.0"O
	Pueblo Viejo	18°54'23.9"N	99°02'32.8"O
	Ticumán	18°47'42.2"N	99°06'16.2"O
	Tlaltizapán	18°40'51.9"N	99°06'46.5"O
	Jojutla	18°36'36.3"N	99°09'50.3"O
Río Apatlaco	Xochitepec	18°46'29.8"N	99°14'04.8"O
	Xoxocotla	18°41'23.5"N	99°14'08.1"O
	Zacatepec	18°38'25.0"N	99°11'40.9"O
	Tlaltenchi	18°35'04.8"N	99°11'27.9"O
Río Cuautla	Olintepc	18°42'58.4"N	98°58'05.2"O
	San Pablo	18°34'44.3"N	99°02'24.9"O
	San Rafael	18°38'11.3"N	99°00'29.1"O
	Los Elotes	18°31'13.9"N	99°07'17.2"O
Río Chalma	Coatlán del Río	18°44'21.7"N	99°25'53.7"O
	Tetecala	18°42'57.6"N	99°23'07.2"O
	Cuautlita	18°42'03.5"N	99°22'39.5"O
	Puente de Ixtla	18°39'33.7"N	99°21'25.8"O

2.3 Actividades de laboratorio

Previo a la fijación del tejido de los organismos, se valoró el peso, en gramos, con ayuda de una balanza digital (0.01 g) y la longitud patrón en centímetros con un Vernier (0.1 mm), datos que se usaron para determinar el crecimiento alométrico de la población. Una vez preservados los ejemplares en alcohol al 70% fueron determinados taxonómicamente, utilizando las claves disponibles de la familia *Loricariidae* (Armbruster *et al.*, 2006 y Page y Robins, 2006).

Para evaluar la madurez sexual de las gónadas, se evaluó el tamaño, color, vascularización, transparencia, presencia o ausencia de huevos y forma que presentan (Nikolsky, 1963). El sexo se determinó por observación directa de los órganos sexuales,

en este caso las gónadas. Se revisó a nivel macroscópico el estado de madurez gonádica, y contrastándola con la clave de madurez gonadal propuesta por Nikolsky, 1963 (Tabla 2). Asimismo, para determinar la maduración gonádica se llevó un registro del peso de la gónada (gramos) empleando una balanza digital.

Tabla 2. Clave de madurez gonadal modificada de Nikolsky (1963).

Estadio de madurez		Descripción
I	Inmaduro	Organismos jóvenes que aún no han alcanzado la madurez sexual; no es posible determinar el sexo debido al tamaño de las gónadas.
II	En descanso	Los productos sexuales no han alcanzado a desarrollarse; presencia de ovarios con ovocitos no distinguibles a simple vista.
III	En maduración	Las gónadas con mayor tamaño, sufren un incremento en su peso; los testículos cambian de transparentes a un color rosado pálido; los ovarios con ovocitos distinguibles a simple vista.
IV	Maduros	Productos sexuales maduros; las gónadas ocupan toda la cavidad abdominal, pero los productos sexuales no salen al exterior cuando se aplica presión al vientre.
V	En reproducción	Los productos sexuales se expulsan en respuesta a una ligera presión de la región abdominal; el peso de las gónadas disminuye rápidamente desde el principio del desove a su terminación.
VI	Desovados	Los productos sexuales han sido expulsados; las aberturas genitales están inflamadas; las gónadas tienen la apariencia de sacos desinflados; los ovarios generalmente contienen unos cuantos ovocitos residuales y los testículos residuos de esperma.
VII	En recuperación	Los productos sexuales han sido expulsados; la inflamación alrededor de la abertura genital ha disminuido hasta desaparecer; las gónadas vuelven a tener un tamaño pequeño y no se distinguen los ovocitos a simple vista.

Los órganos sexuales de las hembras fueron preservadas en frascos con una solución al 5% de formol, para después proceder a determinar el grado de fecundidad para cada organismo examinado, para lo cual se usó el método gravimétrico; que consiste

en retirar una muestra del ovario, para obtener el peso en gramos de este fragmento, y luego contar el número de ovocitos con un microscopio estereoscópico, el peso parcial del fragmento y el número de ovocitos obtenidos se relacionó con el peso total del ovario y se interpreta como el número total de ovocitos o fecundidad (Bagenal *et al.*, 1978 y Saborido, 2004).

Se elaboró una ficha técnica, misma que contiene la imagen fotográfica de los organismos, posición taxonómica, origen biogeográfico y una breve descripción de las especies del género *Pterygoplichthys*. Con esta información y la recabada en la bibliografía especializada, se elaboró el manual de análisis de riesgo de invasión con la aplicación del método MERI, Método de Evaluación Rápida de Invasividad (Golubov *et al.* 2014), el cual fue ejecutado para cada especie y comparando los resultados con los aplicados a las respuestas de la misma índole del método FISK (Fish Invasiveness Scoring Kit).

2.4 Análisis estadístico

Para definir la distribución geográfica, se buscó una relación entre la cantidad de ejemplares capturados del género *Pterygoplichthys* en cada uno de los sitios muestreados y las variables ambientales o factores físico-químicos del agua (oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos, cobertura vegetal, tipo de sustrato, velocidad de corriente, altitud, temperatura y pH).

La valoración de los factores físico-químicos del agua que explican el patrón de distribución de los peces del género, fueron analizados bajo un proceso estadístico multivariado (componentes principales), sometiendo la matriz con datos de presencia ausencia y los valores promedios de los factores físico-químicos (temperatura, oxígeno disuelto, pH, conductividad, salinidad y sólidos totales disueltos). En relación a los puntos de muestra, los valores de los factores físico-químicos fueron normalizados, aplicando $\log(x+1)$ y posteriormente estandarizados (media cero y desviación estándar igual a uno). A través de un análisis de regresión múltiple se evaluó la asociación entre los componentes identificados con la presencia o ausencia del género *Pterygoplichthys*. Los

datos se procesaron utilizando el paquete estadístico Statistica 7, con el propósito de identificar las clinales ambientales presentes en el sistema hidrológico analizado y su posible relación con el patrón de distribución de las especies de *Pterygoplichthys*.

Para establecer el coeficiente de alometría en la relación peso-longitud de los ejemplares se usó el modelo desarrollado por Ricker (1975) y Pauly y David (1981) el cual se expresa mediante la siguiente función:

$$W = aL^b$$

Donde:

W: Peso total en g.

Lt: Longitud total en cm.

a: Factor de condición (factor que describe la tasa de cambio de peso-longitud)

b: Coeficiente de alometría

Se procedió a realizar el análisis de regresión para cada una de las posibilidades por si existiera alguna variación de esta función al considerar el sexo de los organismos. Para esto se usó el paquete estadístico Statistica 7.

Para determinar el coeficiente de alometría (b), se aplicó una prueba de t-student para determinar el tipo de crecimiento de la especie.

Si: $b = 3$ El crecimiento es isométrico

$b > 3$ El crecimiento es alométrico positivo

$b < 3$ El crecimiento es alométrico negativo

Los datos de longitud y peso de los individuos son linealizados utilizando logaritmos naturales. La relación está expresada por la siguiente fórmula:

$$\log W = b \log Lt + \log a$$

Donde:

W: Peso en g.

Lt: Longitud total en cm.

a: Factor de condición

b: Coeficiente de alometría

La talla de primera madurez sexual se determinó considerando solo las hembras maduras, siguiendo el criterio de Nikolski (1963), con gónadas bien desarrolladas y con presencia de huevos. Estos datos fueron ajustados a una curva logística, para lo cual se usó un método de regresión no lineal, mediante el paquete estadístico Statistica7. La L_{50} se define como la longitud en la que el 50% de los organismos está sexualmente maduro; para establecer esta medida se grafica la frecuencia acumulada de cada talla de las hembras maduras y se ajustan a una función logística (Santana-Hernández *et al.*, 1996), utilizando la siguiente fórmula:

$$Hp = \frac{1}{a + \exp(b * Lt)}$$

Donde:

Hp: porcentaje de hembras sexualmente maduras

Lt: Longitud total

a y b: son constantes (parámetros de ajuste)

Para determinar el índice gonadosomático (IGS) o también llamado coeficiente de madurez se usó la fórmula propuesta por Cailliet *et al.*, (1996), con la finalidad de indicar la madurez estacional de los organismos a través de los diferentes meses de muestreo. La fórmula es:

$$IGS = \frac{Wg}{Wt} \times 100$$

Donde:

Wg: Peso de la gónada en g.

Wt: Peso total del ejemplar en g.

Para estimar el factor de condición, se consideraron dos modelos, uno donde se tome en cuenta el peso de las gónadas (K) y el otro donde no influye el peso de la gónada (K'), con el objetivo de analizar las variaciones en función de la dinámica reproductiva para lograr conocer la transferencia de reservas energéticas usadas durante el desove (Vazzoler, 1996). El factor de condición total (K) se calculó usando la ecuación:

$$K = \frac{Wt}{Lt^b}$$

Donde:

K: Factor de condición total

Wt: Peso total del ejemplar en g.

Lt: Longitud total del ejemplar en mm.

b: Coeficiente de alometría obtenido a través de la relación peso-longitud

El factor de condición somático (K') se definió usando la siguiente fórmula:

$$K' = \frac{Wc}{Lt^b}$$

Donde:

K': Factor de condición somático

Wc: Peso total del ejemplar, menos el peso de la gónada en g.

Lt: Longitud total del ejemplar en mm.

b: Coeficiente de alometría obtenido a través de la relación peso-longitud

Para determinar el factor de condición gonadal (ΔK), que significa grado de bienestar o reservas transferidas para una gónada, siendo un indicador del periodo reproductivo (Vazzoler, 1981). Las variaciones en el coeficiente de la condición del organismo reflejan principalmente el estado de madurez sexual y el grado de alimento, aunque también puede variar con la edad y con el sexo en algunas especies (Samat *et al.*, 2008). Se usó la siguiente fórmula.

$$\Delta K = K - K'$$

Para determinar la fecundidad absoluta se empleó la siguiente fórmula:

$$F_{\text{absoluta}} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ovocitos} \times \text{Peso gonadal total (g)}}{\text{Peso de la sub muestra gonadal (g)}}$$

Para determinar la fecundidad relativa se empleó la siguiente fórmula:

$$F_R = \frac{\text{Fecundidad absoluta}}{\text{Peso de la hembra (g)}}$$

Para determinar la variación de la fecundidad absoluta con la longitud y el peso corporal se usó la siguiente formula de regresión:

$$Fr = aL^b \text{ y } Fr = aW^b$$

Donde:

Fr: fecundidad relativa

L: longitud total de cada ejemplar maduro

a y b: son constantes de la regresión

W: peso de cada ejemplar maduro.

También, se determinó la proporción sexual dentro de la población para conocer el número de hembras por machos, con el fin de caracterizar la estructura de la población.

3 RESULTADOS

3.1 Determinar la distribución geográfica del género *Pterygoplichthys* dentro de la región hidrológica del Río Amacuzac.

Se identificaron dos especies *P. disjunctivus* y *P. pardalis*, pero también se observaron algunos ejemplares que no mostraban el mismo patrón de coloración ventral, haciendo difícil su identificación taxonómica por lo que se consideró trabajar con el género.

Se capturaron 213 organismos del género *Pterygoplichthys*. La localidad con mayor número de organismos cuantificados fue Tlatenchi con 133 ejemplares. Mientras que en las localidades del río Cuautla no fue posible la captura de ejemplares. De esta manera, el patrón de distribución del género *Pterygoplichthys* en el área analizada, comprende principalmente el cauce principal del río Amacuzac y las partes bajas de algunos de sus afluentes como los ríos Yautepec, Apatlaco y Chalma (Figura 3).

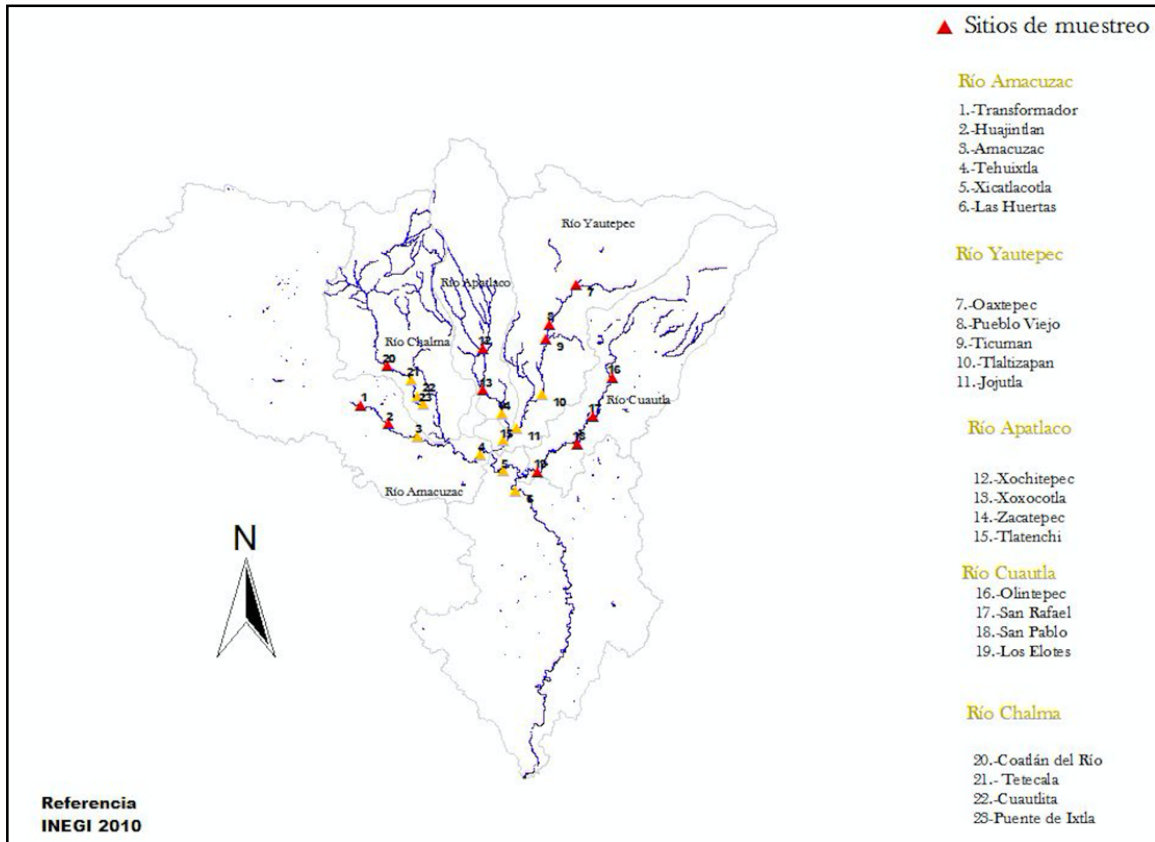


Figura 3. Localidades de color amarillo donde se capturó *Pterygoplichthys*

No existe una variación en la temperatura del agua durante cada periodo de muestreo, aunque si varió estacionalmente y entre las localidades con mayor altitud de aquellas de las zonas bajas. Las localidades con los valores más altos de temperatura promedio durante el estudio fueron San Pablo y los Elotes (localidades bajas del río Cuautla) con valores de 28.5°C y 28.1°C respectivamente, mientras que la temperatura promedio más baja osciló entre los 20-21.3°C.

Los valores de oxígeno disuelto para cada localidad aumentan en la época de estiaje, a excepción de las localidades en el río Apatlaco, en donde los valores promedios de oxígeno fueron menores en las localidades de Tlaltenchi y Ticumán con un valor promedio de 3.4 mg /l, mientras que los mayores valores de oxígeno disuelto se reportaron en la localidad de Puente de Ixtla con 8 mg /l. Los valores de pH presentaron poca variabilidad para las localidades durante la época de lluvia y estiaje y oscilan entre 8

– 8.7 respectivamente. El menor promedio se registró en la localidad Tlatizapán con 8 y el mayor se registró en la localidad de transformador con 9.2. La salinidad es mayor en la temporada de estiaje para todas las localidades muestreadas. El máximo valor promedio registrado fue en Tlatizapán con 0.6 mg/l y el menor fue de 0.1 mg/l. Los sólidos totales disueltos y conductancia aumentan en relación a la salinidad, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de los factores físico-químicos del agua por localidad de muestreo y las localidades donde se capturó ejemplares están sombreadas de color gris.

Cuerpo de agua	Localidades	Promedio de los Factores Físico-químicos					
		OD	T°	pH	C	SDT	S
Río Amacuzac	Transformador	5.6	20.0	9.2	300	150.3	0.1
	Huajintlan	6.2	22.3	8.3	315	157.6	0.1
	Amacuzac	6.5	25.3	8.5	340	169.8	0.1
	Tehuixtla	7.3	26.2	8.1	816	407.5	0.3
	Xicatlacotla	5.8	24.0	8.2	967	489.2	0.4
	Las Huertas	4.8	24.0	8.5	961	480.0	0.4
Río Yautepec	Oaxtepec	4.2	21.3	8.1	1171	585.0	0.5
	Pueblo Viejo	3.8	23.0	8.5	1021	510.8	0.5
	Ticumán	3.4	24.2	8.4	787	382.3	0.4
	Tlaltizapan	6.3	24.9	8.0	1267	633.0	0.6
	Jojutla	6.5	24.2	8.1	1008	503.5	0.5
Río Apatlaco	Xochitepec	5.2	20.9	8.1	397	198.3	0.2
	Xoxocotla	5.0	23.3	8.7	844	422.0	0.3
	Zacatepec	5.0	25.7	8.2	970	484.7	0.4
	Tlaltenchi	3.4	23.7	8.1	1321	534.8	0.5
Río Cuautla	Olintepc	4.1	25.1	8.2	944	472.4	0.5
	San Rafael	5.8	25.4	8.8	1031	515.5	0.5
	San Pablo	6.8	28.5	8.7	1010	504.8	0.5
	Los Elotes	8.4	28.1	8.6	992	495.8	0.5
Río Chalma	Coatlan del Río	6.2	20.8	8.6	357	178.8	0.2
	Tetecala	5.9	22.6	9.5	316	158.0	0.2
	Cuautlita	7.4	22.7	8.7	356	178.0	0.2
	P. Ixtla	8.0	23.9	8.4	395	251.3	0.2

Tabla 4. Promedio de los factores físico-químicos del agua por temporalidad.

Cuerpo de Agua	Localidades	Altitud (msnm)	Temporada de lluvia						Temporada de estiaje						N° de Capturas		Total Abundancias
			T°	O	pH	C	S	TDS	T°	O	pH	C	S	TDS	Temporada de lluvia	Temporada de estiaje	
Río Amacuzac	Transformador	984	20.9	5.4	8.6	290	0.1	145	17.3	6.3	8.0	332	0.2	166	0	0	0
	Huajintlan	932	24.1	5.4	8.4	301	0.1	145	19.5	7.4	8.3	337	0.2	169	0	1	1
	Amacuzac	902	27.2	6.5	8.6	344	0.1	172	19.5	6.7	8.1	326	0.2	163	0	5	5
	Tehuixtla	846	26.3	3.8	8.1	748	0.2	373	25.8	7.5	8.1	1019	0.5	510	0	11	11
	Xicatlacotla	797	24.9	5.4	8.2	946.0	0.4	472	22.6	6.4	8.3	998	0.5	515	23	4	27
	Las Huertas	765	25.1	5.0	8.6	911	0.4	455	22.5	4.4	8.3	1035	0.5	517	0	2	2
Río Yautepec	Oaxtepec	1380	22.5	4.1	8.2	1210	0.5	605	19.6	4.4	8.0	1112	0.6	556	0	0	0
	Pueblo Viejo	1063	25.3	3.4	8.7	938	0.5	469	20.6	4.3	8.4	1105	0.6	553	0	0	0
	Ticumán	995	27	3.1	8.5	751	0.4	375	19.9	3.9	8.3	842	0.4	202	0	0	0
	tlatizapán	942	25.7	5.1	8.3	1237	0.6	618	23.8	8.1	7.7	1312	0.7	656	3	1	4
	Jojutla	901	25.5	6.0	8.2	974	0.5	487	22.9	7.0	8.1	1042	0.5	521	2	5	7
Río Apatlaco	Xochitepec	1067	22.1	5.3	8.2	346	0.1	173	18.5	2.6	8.0	499	0.2	249	0	0	0
	Xoxocotla	965	23.3	5.0	8.7	844	0.3	422							0	0	0
	Zacatepec	914	27.2	4.6	8.3	920	0.3	460	22.6	5.6	8.0	1071	0.5	535	1	2	3
	Tlatenchi	885	25.3	3.4	8.4	1472	0.4	485	22.2	3.4	8.0	1170	0.6	585	92	41	133
Río Cuautla	Olintepc	1124	26	3.6	8.3	889	0.4	445	23.8	4.8	8.1	1028	0.5	514	0	0	0
	San Rafael	1003	28	5.3	9.1	953	0.5	477	22.8	6.3	8.6	1108	0.6	555	0	0	0
	San Pablo	914	30.3	5.5	8.8	944	0.4	472	25.8	8.9	8.6	1109	0.5	554	0	0	0
	Los Elotes	820	31.2	7.3	8.7	939	0.4	469	23.4	10.2	8.4	1071	0.5	536	0	0	0
Río Chalma	Coatlán del Río	1002	21.6	5.8	8.8	333	0.2	167	19.6	6.8	8.3	393	0.2	197	0	0	0
	Tetecala	957	22.6	5.9	9.5	316	0.2	158							0	2	2
	Cuautlita	953	23.7	6.2	8.8	342	0.2	171	19.5	10.8	8.3	397	0.2	199	2	8	10
	Puente de Ixtla	928	24.5	5.5	8.3	386	0.2	265	22.1	15.4	8.8	422	0.2	211	2	6	8
															125	88	213

Los rangos de la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, la conductividad, la salinidad y los sólidos totales disueltos en las localidades en donde registramos organismos del género *Pterygoplichthys* es de 22.3 - 26.2 °C, 3.4 - 8.0 mg/l, 8.0 - 9.5, 315 - 134 S/cm, 0.1 - 0.6 mg/l y 157.6 – 633.0 mg/l respectivamente. Los parámetros físico-químicos promedio en las localidades donde no se registraron organismos fueron: 23.67°C, 5.14 mg/l, 8.51, 793.45 S/cm, 0.39 mg/l y 388.18 mg/l respectivamente.

Tabla 5. Correlaciones de los factores físico-químicos del agua para cada uno de los componentes principales.

Variable	Componente principal 1	Componente principal 2	Componente principal 3	Componente principal 4	Componente principal 5	Componente principal 6
OD	0,326306	-0,867105	-0,214265	-0,309318	-0,006129	-0,005419
T	-0,550402	-0,742672	0,079515	0,373048	0,002816	0,001003
pH	0,0573817	-0,163091	0,799696	-0,067798	-0,005054	0,000224
C	-0,983149	0,049249	0,112115	-0,088642	-0,082724	-0,061000
SDT	-0,982388	-0,012654	0,103447	-0,128858	-0,036706	0,078111
S	-0,974546	-0,003843	0,136830	-0,134858	0,113837	-0,019449

La tabla 5 muestra la correlación de los factores físico-químicas. Se observaron 6 componentes que juntos representan el 98% de la varianza total. El primer componente (PC1), explica el 60.33% de la varianza y fue negativamente asociado con la conductancia, salinidad y sólidos totales disueltos El segundo componente PC2, explica el 22.21% de la varianza y se asoció negativamente con el oxígeno disuelto y con la temperatura. El tercer componente PC3, explica el 12.23% de la varianza y se asocia positivamente con el pH. La figura 4, muestra el número de componentes que capta la mayor varianza (60.33%) de los datos introducidos al ACP es igual a dos.

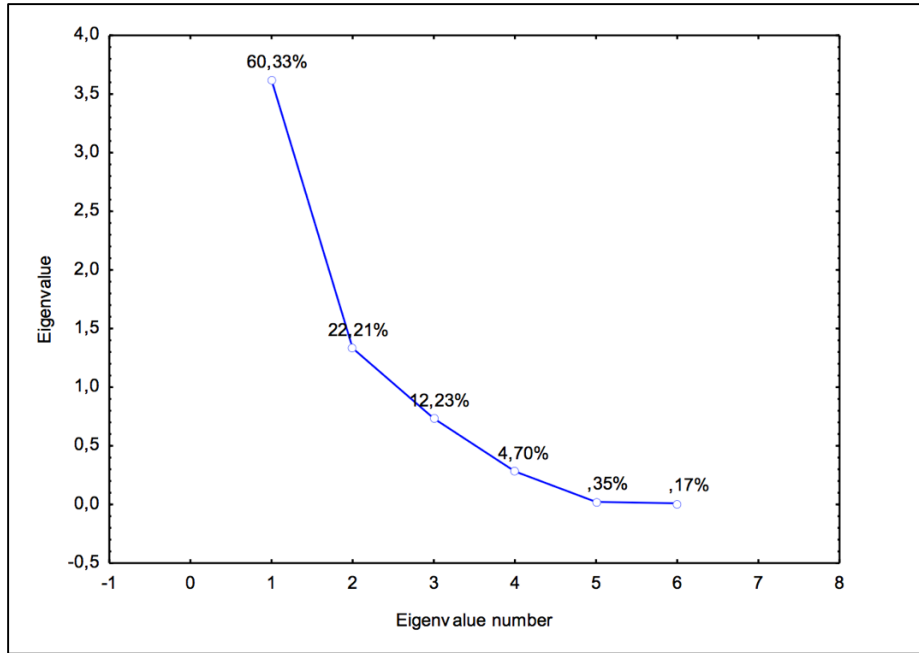


Figura 4. Componentes que captan la mayor varianza

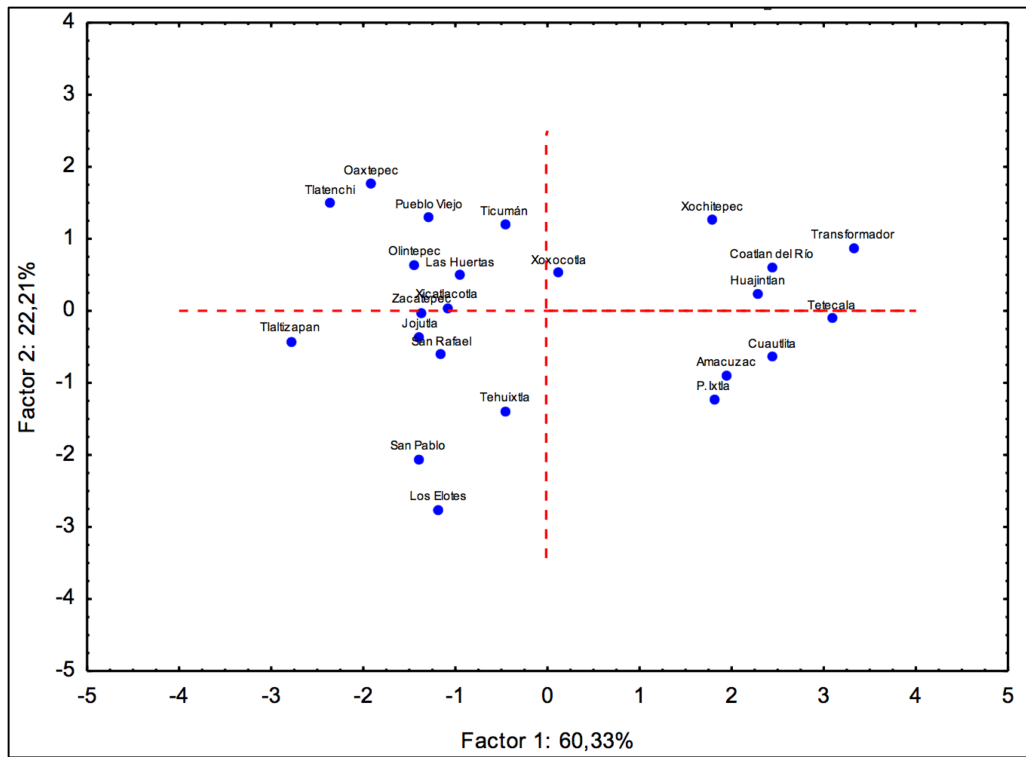


Figura 5.a

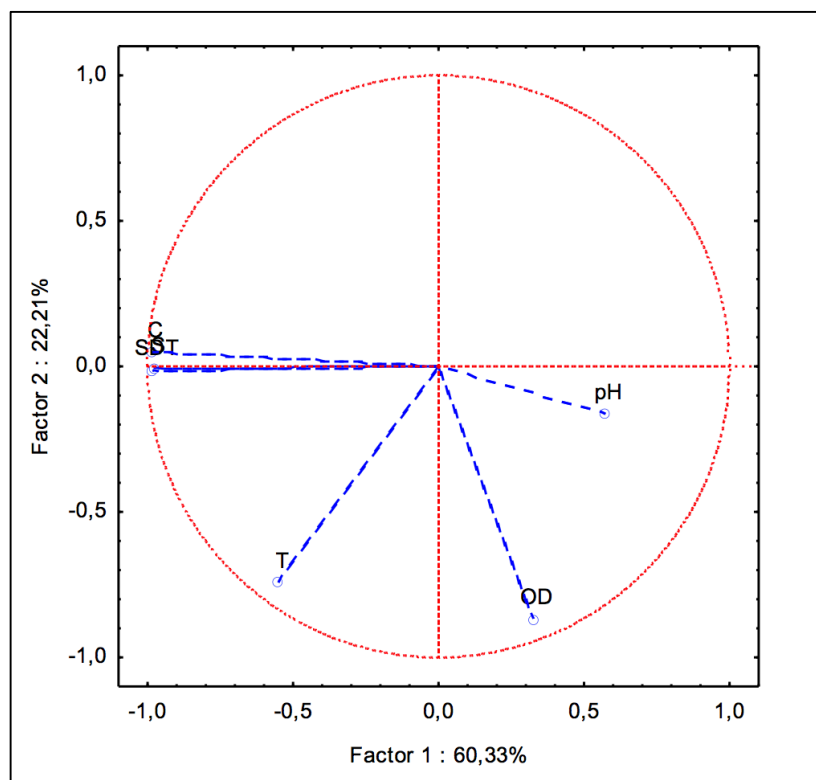


Figura 5.b

Figuras 5: a y b Gráficos del PCA obtenido a partir de la matriz de los factores físico-químicos

El análisis de componentes principales (figs.5) indica que las dos primeras líneas de la ordenación agrupan el 82.54% de la variabilidad total de los factores físico-químicos en los sitios de muestreo. La variación de la salinidad, los sólidos totales disueltos, conductancia y el pH fueron altamente correlacionados con el primer eje, lo que explica la variación de 60.33% de los factores físico-químicas en el ensamble de *Pterygoplichthys*. Las localidades con bajos niveles de salinidad y altos niveles de pH fueron Tetecala, Cuautlita, Amacuzac y Puente de Ixtla, donde las capturas de este género fueron pocas; mientras que las localidades de Xicatlacotla, Zacatepec, Jojutla, Tlatizapán y San Rafael, fueron las localidades con niveles altos de salinidad y niveles bajos de pH, y se limitan a las partes bajas de los ríos.

Tanto la temperatura y el oxígeno total disuelto fueron los factores físico-químicas que mostraron una alta correlación con el segundo eje de la ordenación, que explican el 22.21% de la varianza de los factores físico-químicos; encontramos las localidades de San Pablo y los Elotes con mayor temperatura y donde no se registraron ejemplares; mientras que en la localidad con menor temperatura y menor oxígeno total disuelto como Tlatenchi, fue la de mayor capturas y en la localidad de Oaxtepec, que también reportó bajas temperaturas y nada de capturas, pero se asocia a su alta elevación.

Tabla 6 Resultado de análisis de regresión múltiple

	B	Error estándar	p
Intercepto	80,869	1,622	0,095
CP 1	-6,139	4,726	0,208
CP 2	4,856	4,726	0,316

Los resultados del modelo de regresión múltiple muestran que ninguno de los componentes (CP1, CP2 y CP3) se asociaron significativamente a la presencia del género (Tabla 6).

3.2 Relación peso total – longitud del género *Pterygoplichthys*

Del total de organismos analizados, 105 fueron hembras y 92 machos. Las hembras capturadas tuvieron un rango de talla entre 9.2 - 63.5 cm de longitud total y un peso de 16.0 - 1028.76 g mientras que los machos con una talla entre 12 - 45.5 cm de longitud total y un peso de 31.9 - 1123 g. En el análisis de regresión se ajustaron los valores al modelo multiplicativo $W = a L^b$ con base en el peso total y longitud que presentaron.

La relación exponencial peso–longitud para las hembras que se encontró fue la siguiente:

$$W = -1,1212 (Lt)^{2.5} \quad r^2 = 0.83$$

Con coeficiente de determinación $r^2 = 0.83$, por lo que el 83% de casos es explicada por el modelo encontrado y con coeficiente alométrico de 2.5. La figura 6 muestra la relación entre el peso y longitud de hembras.

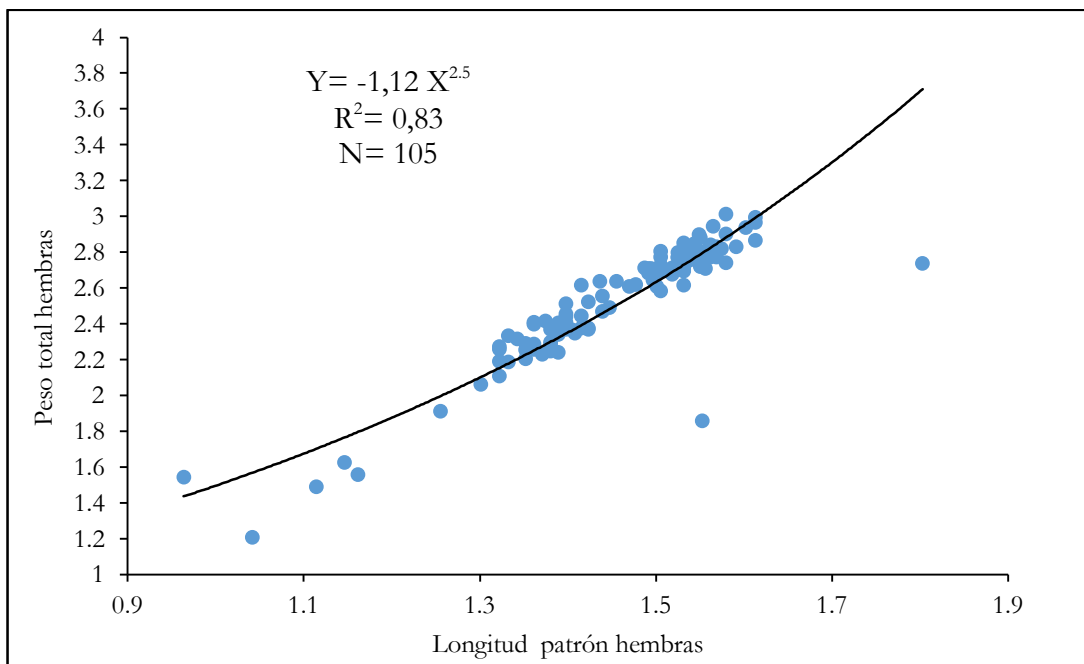


Figura 6. Relación exponencial peso-longitud de hembras

En tanto que la relación exponencial peso–longitud para los machos fue de:

$$W = -1,028 (Lt)^{2.45} \quad r^2 = 0.94$$

Con coeficiente de determinación $r^2 = 0.94$, por lo que el 94% de casos es explicada por el modelo encontrado y con coeficiente alométrico de 2.45 (fig. 7).

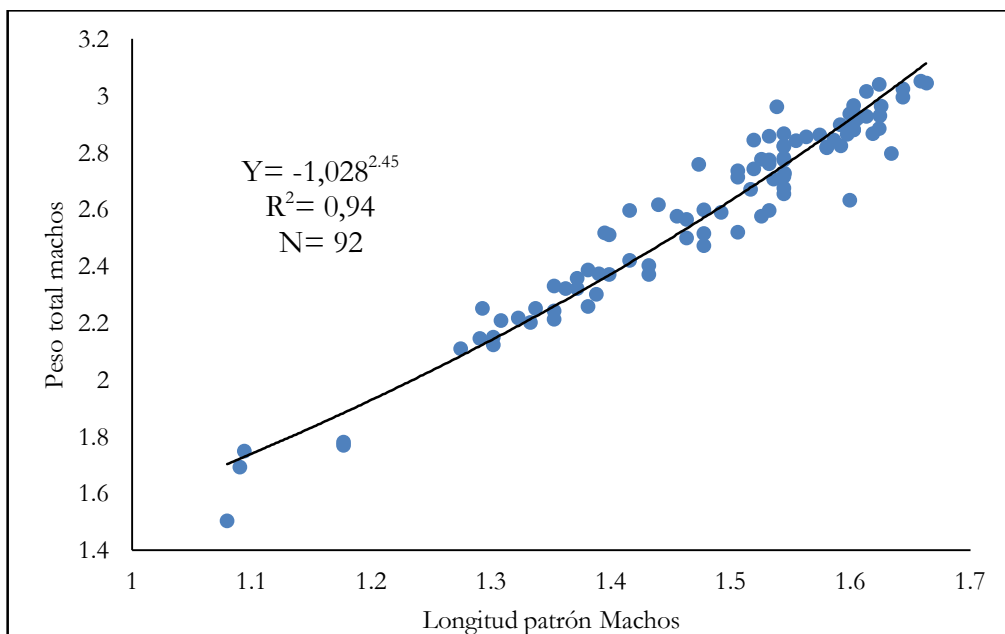


Figura 7. Relación exponencial peso – longitud de machos

Se determinó que el crecimiento de estos organismos es de tipo isométrico negativo, lo que sugiere que tienden a ser más delgados a medida que crecen. En el caso de las hembras los resultados mostraron que 83 % de la variación del peso se explica por la longitud. Para el caso de los machos esta cifra ascendió a 94%.

3.3 Índice gonadosomático (IGS) del género *Pterygoplichthys*

La curva de maduración gonadal muestra que el periodo de reproducción de las hembras abarca los meses de abril, hacia finales de agosto, siendo el mes de julio donde se registró el valor máximo de hembras en etapas maduras, para luego descender drásticamente en septiembre. (Fig. 8).

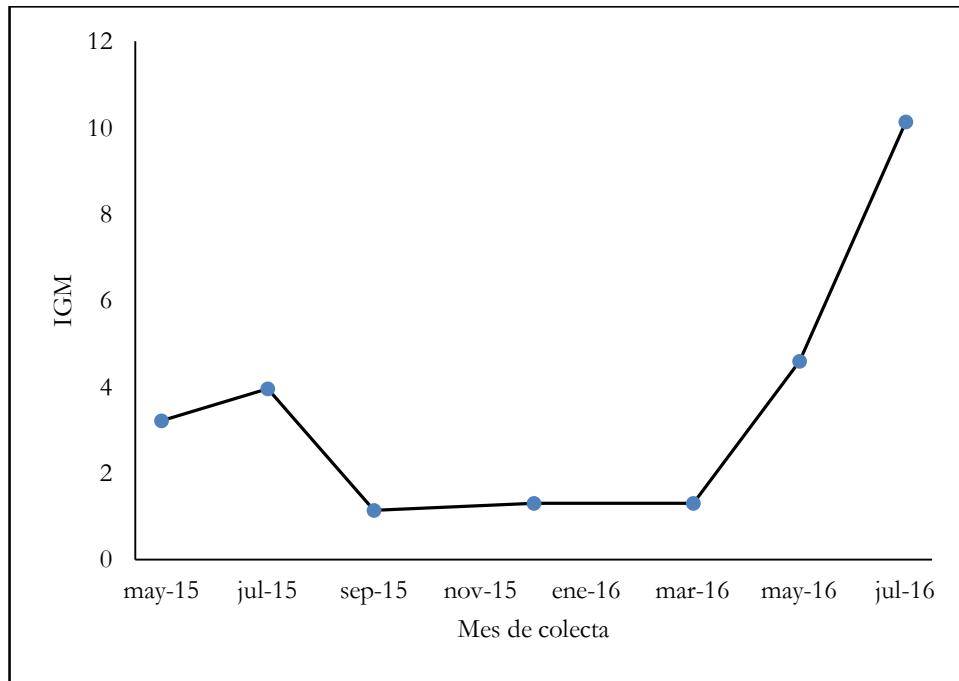


Figura 8. Índice Gonadosomático de hembras del género *Pterygoplichthys*

3.4 Factor de condición gonadal (ΔK) del género *Pterygoplichthys*

Respecto al factor de condición gonadal, se contrastaron los grupos de machos y hembras, de los cuales, el factor de condición de los machos no presentó diferencias significativas entre los meses de colectas. Para el caso de las hembras, los meses de septiembre de 2015 a marzo del 2016 presentaron los valores más bajos y en Julio del 2016 se encuentran los valores más altos de ΔK (Fig. 9).

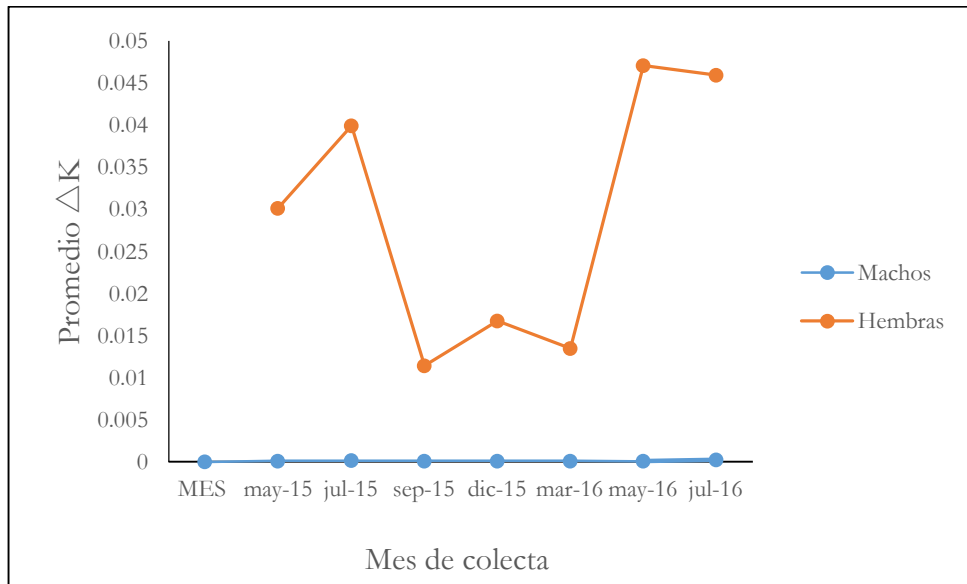


Figura 9. Factor de Condición Gonadal para Machos y Hembras de *Pterygoplichthys*.

3.5 Talla de la primera madurez sexual

De las 105 hembras se les asignó un valor de cero a las hembras que se encontraban en estadios I, II y III y el valor de 1 a las hembras de los estadios IV y V, mediante el método de regresión no lineal se halló el tamaño de 24.5 cm donde las hembras están activas por primera vez (figura 10). El modelo basado en el porcentaje de hembras maduras para las diferentes tallas demostró que el 50% están sexualmente maduras a una longitud de 30 cm (figura 11). Mediante el análisis visual de las gónadas en las hembras, encontramos que la talla más pequeña de una hembra madura fue de 21.5 cm de longitud total y 215 g de peso.

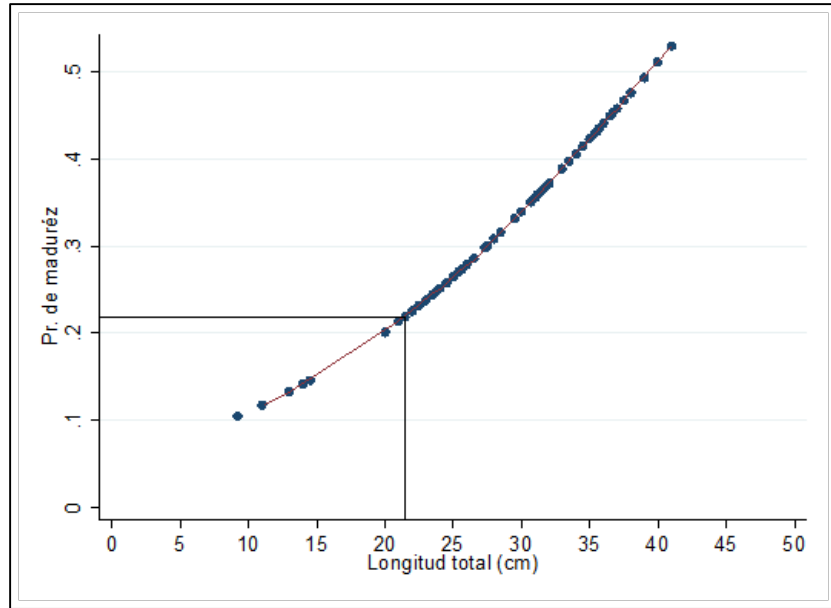


Figura 10. Curva logística de la probabilidad de encontrar una hembra madura en función con la longitud total.

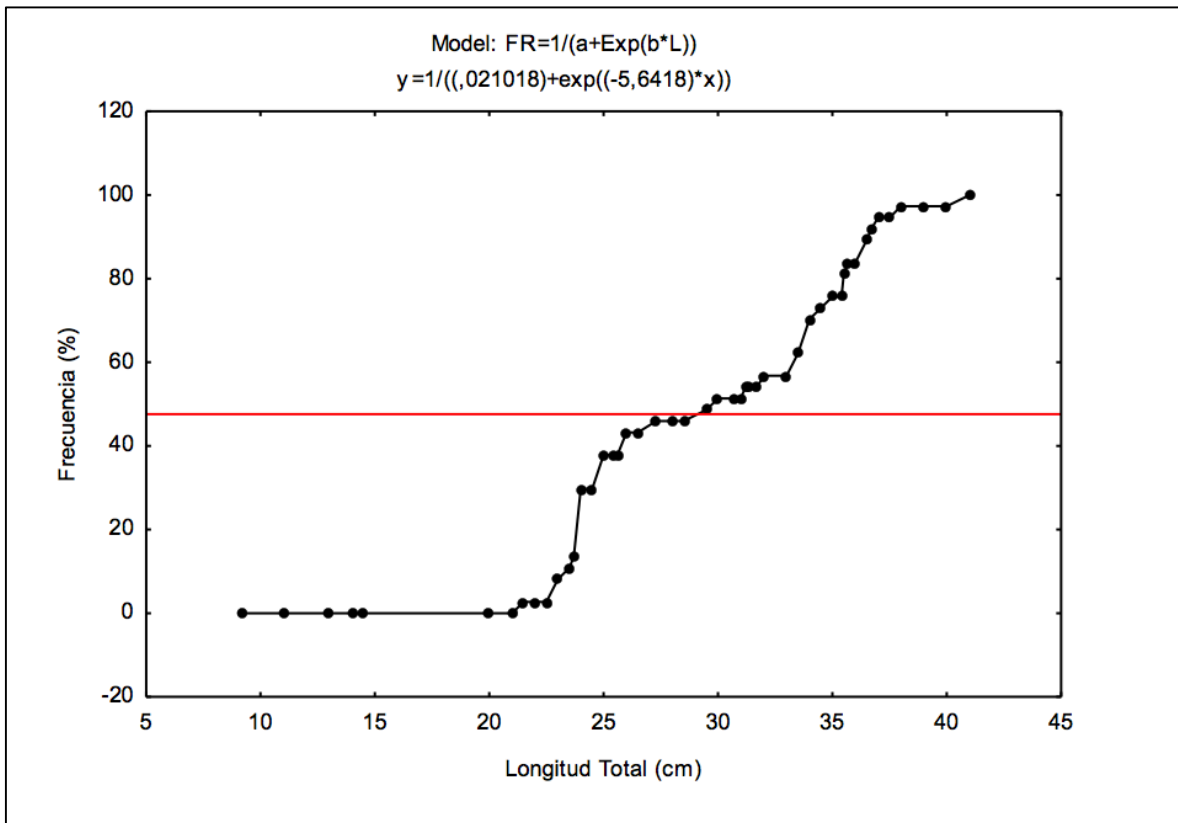


Figura 11. Gráfica donde el 50% se encuentran maduras (L_{50})

3.6 Proporción de los estadios de madurez sexual en hembras

Para determinar la reproducción, se analizaron las gónadas de las hembras capturadas durante el estudio y luego se clasificaron por estadio gonadal de acuerdo a la escala de maduración propuesta por Nikolsky (1963). La figura 12 nos muestra que los ejemplares en estadio IV aparecen en el mes de marzo incrementando su aparición en los meses Mayo – Agosto del 2016. La etapa V inicia en el mes de marzo y disminuye a partir del mes de septiembre. Con los resultados obtenidos del IGS, anudados con los resultados obtenidos anteriormente, se estima que el desove para las especies aquí analizadas en la Cuenca hidrológica del río Amacuzac se presenta entre los meses de marzo y septiembre.

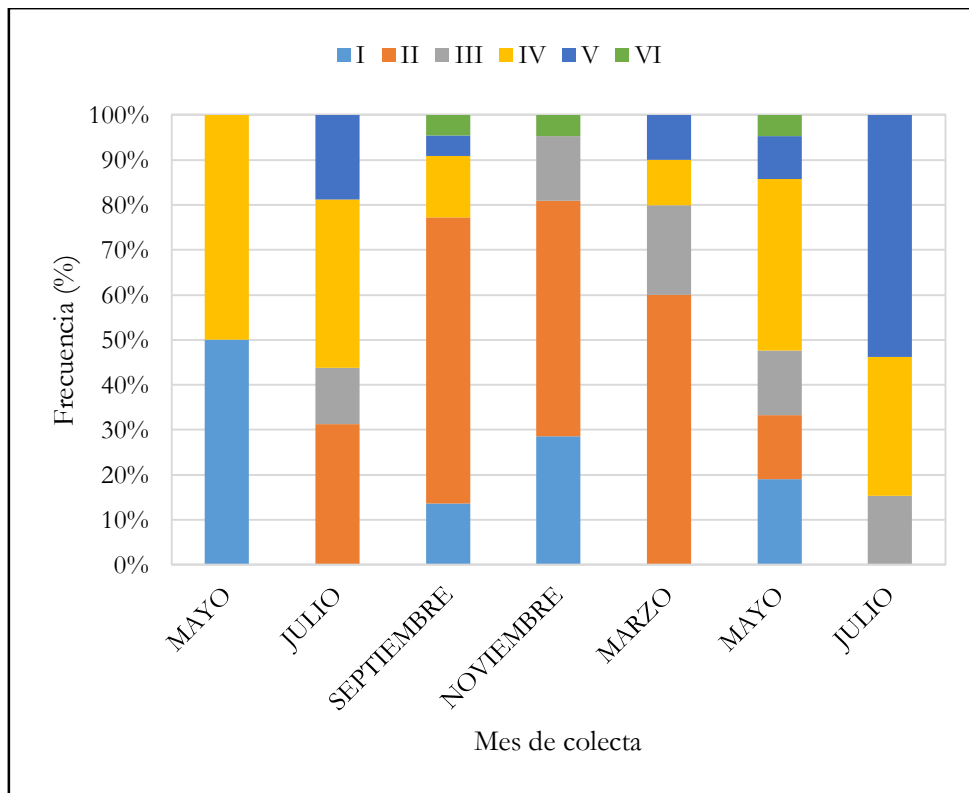


Figura 12. Proporción de los estadios reproductivos en hembras del género *Pterygoplichthys* durante los meses de colecta.

3.7 Fecundidad

Para la determinación de la fecundidad absoluta, solo se analizaron las hembras maduras, es decir en estadios IV y V. Así, del total de organismos capturados solo 49 ejemplares se encontraron entre los estadios IV y V. Con base en lo anterior se logró determinar que la fecundidad absoluta fue de 2096 ovocitos. La fecundidad menor correspondió a un ejemplar de 23.5 cm de LT, de la cual se cuantificaron un total de 282 ovocitos. Mientras que la hembra con la mayor fecundidad correspondió a un individuo de 34.4 cm de LT, en la cual se encontró una gónada con 5525 ovocitos. La fecundidad relativa fue estimada por medio de una relación entre el peso de la hembra y el número de ovocitos. Para los 49 individuos analizados las tallas totales oscilaron entre 63.5 y 21.5 cm. En la Figura 13 observamos que no hay relación entre la relación fecundidad (F) *vs.* longitud total (L_t), mientras que en la figura 14 se observa una relación baja entre la fecundidad absoluta *vs.* el peso.

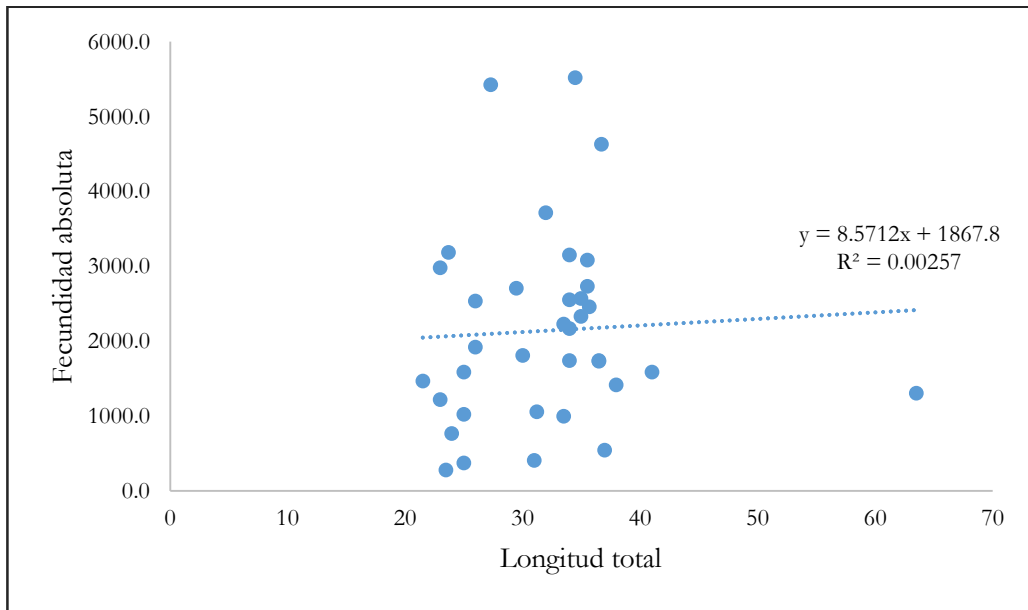


Figura 13 Gráfica de relación entre la fecundidad absoluta y la longitud total.

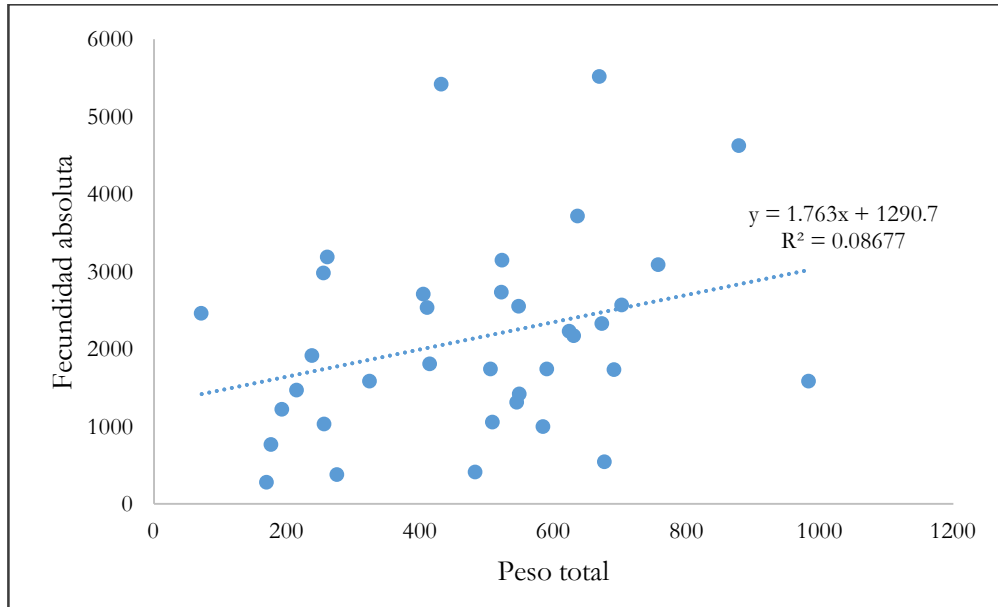


Figura 14. Gráfica de la relación entre fecundidad absoluta y el peso.

3.8 Proporción de sexos del género *Pterygoplichthys*

De los 197 organismos recolectados, 105 corresponden a hembras y 92 a machos. La proporción de sexos en general es de 1:1.14 (M:H). Sin embargo, únicamente se presentaron diferencias en el mes de mayo del 2016 es de 1: 3.66 (M:H) donde los valores estuvieron a favor de las hembras (fig. 15).

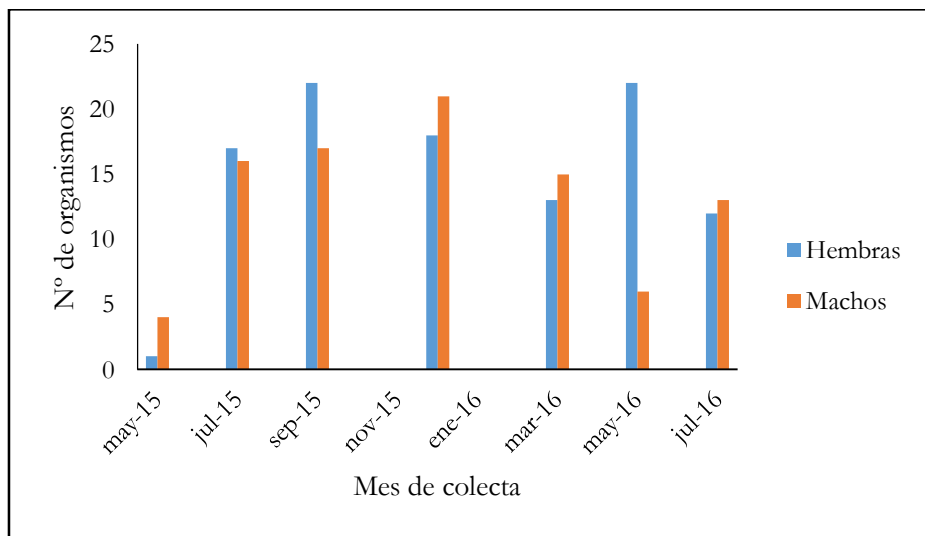


Figura 15. Proporción sexual del género *Pterygoplichthys*

3.9 Descripción de la estructura de los nidos.

La mayoría de las estructuras reconocidas como nidos presentaron una arquitectura sencilla que consiste en una sola salida y un túnel relativamente recto con una ligera pendiente hacia la parte inferior de la orilla del río. No se encontraron nidos con bifurcaciones. Las entradas de la mayoría de los nidos muestran una sección transversal de forma triangular redondeada. En algunos casos, la geometría de los nidos fue irregular, en parte por la presencia de raíces. La longitud de los nidos varió entre 30 y 140 cm (media de 75 cm) de profundidad, y las dimensiones de la entrada varió entre 9 y 34 cm (media de 17 cm) de ancho, y 4 a 26 cm (media de 10 cm) de altura (Tabla 7). Las alturas de las entradas de los nidos fueron siempre más estrechas en comparación con el ancho de la entrada.

Tabla 7. Dimensiones de los nidos

Nidos	Longitud del túnel (cm)	Anchura max. (cm)	Anchura min. (cm)	altura de la entrada (cm)
1	22	13	5.5	6
2	23.3	15	7	7
3	28	18.5	18.3	7.5
4	34	27	9	8
5	53	30	27	9
6	63	32	29	11
7	87	32.5	29.5	15
8	94	33	30	17
9	98	34	31	20
10	140	34.5	31.5	26

Los nidos fueron observados en 7 de los 23 sitios de muestreo, los cuales fueron las localidades de Tlatenchi, Chisco, Amacuzac, Tehuixtla, Jojutla, Zacatepec y Puente de Ixtla. La disposición de los nidos con relación al nivel del agua varió entre 50 a 60 cm, en la época más seca entre abril y mayo la entrada de los nidos apenas sobresalen del nivel del agua y en algunos casos estos se encontraron a no más de 30cm de profundidad, mientras que los nidos expuestos por arriba del nivel agua se ubicaron a no más de 30cm. Sin embargo, durante la época de mayor caudal entre septiembre y octubre, los nidos expuestos durante la época seca se encontraron inmersos y no se registraron nidos por encima del nivel máximo de agua. Esto se puede

correlacionar con la etapa reproductiva de *Pterygoplichthys*, la cual coincide con la época de mayor caudal. La vegetación riparia en las zonas de anidación está conformada generalmente por arboles propios de la región (Sauces y Sabinos) estas zonas se asocian con las grandes raíces de los árboles ribereños. En contraste con aquellas zonas en donde la vegetación secundaria prevalece, se observó que el talud esta lavado y con menos pendiente y el tipo de suelo donde se encontraron los nidos era arcilloso.

4 DISCUSIÓN

4.1 Distribución geográfica del género *Pterygoplichthys*

Dentro del área de distribución, la localidad de Tlatenchi, resultó el sitio con la mayor concentración poblacional de las especies. En contraste esta localidad del río Yautepec presenta los niveles más bajos de concentración de oxígeno durante el año. Armbruster, (1998) y Fenerich *et al.*, (2004) mencionan que los Loricáridos poseen un gran estómago vascularizado que funciona como pulmón, lo que les permite respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia y resistir la desecación durante varios días. La concentración poblacional de las especies del género *Pterygoplichthys*, en esta parte del río Yautepec puede estar relacionada por las características del medio acuático. La temperatura media del agua se aproximó a los 23.7°C, un pH de 8.1, 3.4 mg/L de oxígeno y sólidos disueltos totales de 534.8 mg/L. Estos parámetros son semejantes a los que prevalecen en su hábitat natural, como en el río Orinoco, donde la temporada húmeda se extiende de mayo a octubre, la temperatura del agua va desde los 23 a 28°C (Montaña *et al.*, 2010). Otro factor ambiental favorable para las especies del género *Pterygoplichthys* observado en esta localidad, fue la baja transparencia o claridad del agua, comparado con las otras localidades, este factor puede inhibir la ubicación de los peces hacia los posibles depredadores externos o terrestres. (Dei Tos *et al.*, 1997), aunque se desconoce si la depredación directa es un factor que determine la presencia de estos peces en sitios con aguas más claras. El valor de pH en el agua mostró un rango que va de 7.7 a 8.9, coincidiendo con lo documentado por Román-Valencia y Samudio (2007), reportan el

pH del agua que va de 7 a 8.08 donde hay presencia de *Pterygoplichthys*. Mendoza *et al.*, (2009), también mencionan que las especies del género *Pterygoplichthys* pueden prosperar en distintas calidades de agua, cuando los niveles de acidez o alcalinidad tienen un rango en el pH de 6.5 – 8.2.

El análisis de gradiente ejecutado no explica de manera clara el patrón de distribución reconocido en el estudio, de tal forma que ninguno de los factores físico-químicos están correlacionados con la presencia o ausencia de *Pterygoplichthys*. Sin embargo, durante el muestreo se destaca la ausencia de este género particularmente en el río Cuautla, en dos de sus localidades de la parte baja, San Pablo y Elotes, donde se esperaría la presencia de estos organismos, sin embargo, es posible que la temperatura durante la temporada de lluvia, de 31.3 C° sea un factor que determina la exclusión de este género, como lo reporta Nico y Martín, 2001; quien afirma que el intervalo térmico preferido para los *Pterygoplichthys* va un rango de 20 a 28°C.

4.2 Relación talla – longitud del género *Pterygoplichthys*

En las regiones tropicales y templadas los valores de coeficiente de alometría (b) va de 7,7 a 3,3 en la mayoría de los peces (Abdallah, 2002 y Morey *et al.*, 2003). El presente estudio, el valor de coeficiente de alometría estimada a partir de la relación talla-peso del género *Pterygoplichthys* fue de 2.5 para hembras y de 2.45 para machos, el coeficiente de alometría de las hembras es ligeramente inferior al valor ideal de 3. El cual es muy similar a lo reportado por Samat, (2008) quien menciona un valor de coeficiente alométrico de 2.53 para *Pterygoplichthys pardalis* en la península de Malasia, considerando las diferencias en características de hábitat. Wakida-Kusunoki, 2011, encontró valores de coeficiente alométrico, menores de 3 para hembras y machos en el río Palizada, Campeche, en México. Liang, (2005) reportó un valor de coeficiente alométrico de 2,5 para *Liposarcus multiradiatus* (orden: Siluriformes, familia: Loricariidae), muchos estudios demuestran que el valor de coeficiente alométrico es muy similar para muchas especies de peces, especialmente del mismo orden (Siluriformes). Otro es el reportado por Le Cren, (1951)

quien obtiene valores de coeficiente alométrico de 2,0 y de 2,15 para *Heterobranchus longifinis* (familia: Clariidae) que son especies del mismo orden. Sin embargo, otros peces Siluriformes, tienen su coeficiente alométrico cerca del valor isométrico (tres), tales como *chrysiichthys nigrodigitatus* (familia: Bagridae) con $b = 3.0$ y *Clarias gariepinus* (familia: Clariidae) con $b = 2.9$ (Fañoye et al., 2005). Las diferencias o similitudes respecto al valor del coeficiente alométrico además de ser atribuidas a factores intrínsecos (genéticos) de las especies, se relacionan también con el hábitat y la época del año (Gómez *et al.*, 1998).

A partir de la relación longitud-peso es posible determinar la velocidad de crecimiento en peso de la población y se puede utilizar como una expresión del ritmo de crecimiento de los ejemplares (Mora *et al.*, 1992), la asociación entre estas variables es muy similar para ambos sexos del género *Pterygoplichthys*. Sin embargo, el crecimiento de este género es alométrico negativo.

4.3 Índice gonadosomático (IGS) del género *Pterygoplichthys*

El IGS está asociado con los estados de desarrollo gonadal. En nuestros resultados, la temporada de lluvias coincide con el período reproductivo del género *Pterygoplichthys*, coincidiendo con los resultados obtenidos por Marcucci, (2005) y por Machado-Allison, (1987) quien reporta para los lorcaridos de los llanos de Venezuela tienen una sincronización entre la época reproductiva y la temporada de lluvias. Este comportamiento se relaciona con la época de lluvias en las regiones tropicales, ya que influye en la carga de nutrientes y facilitan la reproducción de peces (Duarte, 2002).

Los resultados obtenidos indican que los mayores valores IGS se dan a partir de los meses de abril a agosto, siendo el mes de julio el pico más alto, estos valores son muy similares a lo que se ha encontrado en otras regiones del mundo, como es el caso del trabajo realizado por Gibbs *et al.*, (2008), con valores mayores de abril a septiembre, con máximos en julio y agosto. Wakida *et al.* (2011), reporta que para *P. pardalis* en el río Palizada, Campeche, Mexico, los valores mayores de IGS van de mayo a agosto y el máximo en julio. El trabajo realizado para *P. Disjunctivus* en el embalse Adolfo López

Mateos en Michoacán-Guerrero reportan valores altos de IGS entre los meses de agosto-octubre y los valores máximos en el mes de septiembre (Rueda-Jasso *et al.*, 2011). Lowe-McConnell (1975) y Winemiller (1987) mencionan que muchos de los peces teleosteos en zonas tropicales presentan una relación entre su periodo de reproducción y los flujos de las primeras lluvias fuertes. Duarte y Araújo, (2001) y Duarte *et al.*, (2007) atribuyeron este patrón de abundancia de *Loricariichthys spixii* en el reservorio de Lajes, Brasil al incremento en la disponibilidad de los recursos alimenticios.

En este trabajo se reconoce que el IGS es un buen indicador para determinar el máximo periodo reproductivo en el género *Pterygoplichthys* como también su estrecha relación con los diferentes estados de madurez sexual.

4.4 Factor de condición del género *Pterygoplichthys*

Las condiciones de peces individuales se determinan con base en el análisis de los datos de talla-peso, reflejando que el pez más pesado en una longitud dada es el de mejor condición (Bolger *et al.*, 1989).

El factor de condición para hembras el género *Pterygoplichthys* osciló entre 0.0114 en el mes de septiembre del 2015 y 0.0459 en Julio del 2016. Los valores de K mostraron un patrón específico durante el año de muestreo, con diferencias significativas durante las estaciones secas y húmedas, teniendo los valores máximos durante la época de lluvias, lo que sugiere que hay una relación entre K y el nivel del agua, y también con la condición ambiental favorable debido a la disponibilidad de alimento y al aumento durante el desarrollo de las gónadas. Estos resultados fueron diferentes a los reportados por Samat, 2008 en la península de Malasia, encontrando que las variaciones estacionales no afectaron el estado general del *Pterygoplichthys pardalis*, debido que en el río Langat nunca experimenta condiciones ambientales adversas, como el nivel del agua, nunca fue diferente durante el estudio. Otro estudio, es el realizado por Garcia *et al.*, (2012) con la especie *Farlowella vittata* (Siluriforme: Loricariidae) en la cuenca del río Guejar, Colombia reportan que los valores altos de K coinciden con la época de lluvias coincidiendo con

los valores el IGS. Liénart, (2010), reporta que las hembras presentaron valores de K más altos que los machos, estos resultados fueron semejantes a los encontrados en este estudio, donde se obtuvo que el factor de condición K promedio obtenido para hembras es de 0.0459, lo cual refleja estados de sobre alimentación del género en el área de estudio, que indica disponibilidad de alimento durante el año que se realizó el estudio.

4.5 Talla de primera madurez sexual del género *Pterygoplichthys*

Los resultados indican que la talla donde el 50% de las hembras están sexualmente maduras es de 30 cm, esto representa el tamaño medio en el cual las hembras han iniciado actividad sexual lo cual, la talla de primera madurez sexual observada en el presente estudio, es de 21.5 cm, concuerda con lo reportado por Wakida-Kusunoki *et al.*, (2011) quienes reportan valores de 30,6 cm en su trabajo sobre aspectos biológicos del *Pterygoplichthys pardalis* en el río Palizada-Campeche, México.

En el sur de Veracruz se encontró, para el género *Pterygoplichthys* la talla de primera madurez sexual de 27.1 cm (Cruz-León, *et al.*, 2014). Liénart, 2010, reportó que la talla donde el 50% de las hembras están maduras es de 20 cm. Hernández, (2008) menciona para la población de *P. pardalis* en la Laguna de las Ilusiones, (Estado de Tabasco, México) una talla de primera madurez para hembras de 17.2 cm.

4.6 Proporción de sexos del género *Pterygoplichthys*

Los cambios en la proporción de sexos entre poblaciones de la misma especie y entre diferentes periodos dentro de la población, por lo general es una adaptación que asegura el predominio de hembras cuando las condiciones son muy favorables para la producción de huevos, por ejemplo, durante la colonización de un nuevo medio ambiente o cuando la especie se somete a la pesca intensiva (Nikolsky, 1963).

En el presente estudio la proporción sexual general de machos y hembras para el género *Pterygoplichthys* es de 1:1.14 (M:H) ver Figura 15, la proporción sexual en la época

de lluvia es de 1:1.3 (M:H) y en la época de seca fue de 1.16:1 (M:H). Estas variaciones en el tiempo se deben a que el área muestreada presenta fluctuaciones marcadas durante su ciclo hidrológico durante la época de lluvia y seca, como vemos hay más hembras que machos durante la época de lluvias por lo que se le puede atribuir al cuidado parental de los huevos por parte de los machos y hay mayor número de machos durante la época de seca este comportamiento coincide con lo descrito por Nikolsky, donde la época de seca no es favorable para la producción de huevos.

4.7 Fecundidad del género *Pterygoplichthys*

Se determinó el estadio gonadal a 104 hembras. Las observaciones microscópicas realizadas en las gónadas de las hembras del género *Pterygoplichthys* se describieron seis estadios de madurez sexual, ya que por ser una especie teleostea el desarrollo del ovocito sigue un patrón similar en el que se pueden distinguir 6 etapas consecutivas: ovogénesis, crecimiento primario, estado cortico alveolar, vitelogénesis, maduración y ovulación (Bromage y Cumaranatunga, 1988). Los estadios II y III contenían ovocitos de dos tamaños, uno más desarrollado que otro y eso se puede deber a que en estas etapas los límites de estas fases se pueden superponer, característica que presentan los peces teleósteos (Pinillos, 2003). En los estadios IV y V presentaban grandes ovarios llenos de ovocitos y ocupaban todo el espacio disponible en la cavidad abdominal. También se encontraron hembras en estadio VI, completamente gastadas, lo cual indica que este género es un desovador estacional.

El género *Pterygoplichthys* tienen ovarios cistováricos, sincrónicos (todos los folículos se desarrollan de forma simultánea) y asimétricos (el ovario izquierdo es significativamente más grande que el ovario derecho). Gibbs *et al.*, (2008) en Volusia Blue Spring (Estado de Florida, EE.UU.) y Liénart, 2010, reportan las mismas características. Se observó que el ciclo ovárico es estacionalizado y que probablemente responda a variables ambientales, tales como temperatura, fotoperiodo, y también al nivel de agua. Esta conducta reproductiva es para asegurar la supervivencia de la descendencia, los

peces ajustan sus ciclos de puesta reproduciéndose cuando las condiciones climáticas son favorables, no hay mucha presión predatoria y a la disponibilidad de alimento (Pinillos, 2003).

La fecundidad es el resultado de una adaptación a diversas condiciones ambientales que funcionan a través del suministro de alimentos. En otras palabras, los peces regulan sus tasas de reproducción por medio de la fecundidad dependiendo de los cambios en las condiciones ambientales (Nikolski 1969 citado por Liénart 2010). En esta región las temporadas de lluvias son marcadas por tratarse de un clima tropical. La época de preparación y maduración se evidenció entre el otoño-invierno y la primavera. En tanto la temporada de desove se dio en verano, y ocurrió entre los meses de marzo y agosto, donde el porcentaje de individuos maduros fue mayor (estados IV y V), observándose que el mes con mayor cantidad de hembras en estadio IV y V se dio en el mes de Julio. Pinillos (2003), menciona que en las especies de teleósteos, el desarrollo ovárico, y la puesta ocurre al final de la primavera o en el verano y que el desove muestra un patrón intermitente, es decir, que la hembra pone diferentes lotes de huevos durante la estación reproductora, que puede prolongarse por dos o tres meses. Estas observaciones son similares a las encontradas por Cruz-León *et al.*, (2014) en el sur de Veracruz, donde estableció que el período reproductivo se da a inicios de la primavera, y en el mes de mayo el inicio del desarrollo gonadal.

La fecundidad absoluta del género *Pterygoplichthys* varió de 282 huevos en una hembra de 23.5 cm de longitud patrón a 5525 en un ejemplar de 34.4 cm de longitud patrón. El valor promedio para la fecundidad absoluta es de 2112 huevos. Se observó que no hay una relación significativa del género *Pterygoplichthys* entre la fecundidad absoluta con la longitud patrón y el peso total (Figura 13 y 14). Duarte y Araujo (2000), no observan una relación significativa entre la fecundidad, la longitud total y el peso total para la especie *Loricariichthys spixii* en el reservorio Lajes, Río de Janeiro. Ovocitos maduros estuvieron presentes en la mayoría de las hembras, de mayo a julio del 2015-2016, mientras que la mayoría de los ovarios estaban en reposo (que contiene los ovocitos inmaduros) de noviembre 2015 a marzo del 2016. Liénart, (2010) registró para la especie

P. pardalis en el río Usumacinta, Chiapas un valor promedio para la fecundidad absoluta de 1753 huevos y la fecundidad absoluta estuvo entre 624 huevos para un ejemplar de 18.1 cm de longitud estándar y de 3114 para un ejemplar de 26.5 cm de longitud estándar. Hernández (2008), reportó para la especie *P. pardalis* en la laguna de las Ilusiones (Tabasco, México), una fecundidad promedio de 6672 huevos y la fecundidad absoluta osciló entre 1582 huevos para un individuo de 27.5 cm de longitud total y 11484 para un individuo de 46.5 cm de longitud total. La fecundidad absoluta del género *Pterygoplichthys* en este estudio fue ligeramente mayor a los obtenidos por Liénart, (2010) y fue significativamente menor que el registrado por Hernández, (2008).

4.8 Estructura de los nidos del género *Pterygoplichthys*

La construcción de los nidos por determinadas especies de Loricáridos como *Pterygoplichthys* es una característica entre los peces de agua dulce. La excavación y mantenimiento de los nidos en *Pterygoplichthys* y algunos otros Loricáridos es muy similar a varios peces marinos (Nico *et al.*, 2009). Con respecto a la conducta de anidación y las características de los nidos de especies del género *Pterygoplichthys* se encontró un estudio realizado en la parte central y centro sur de la península de Florida (Nico-Leo *et al.*, 2009) y en los ríos Usumacinta-Grijalva en el estado de Chiapas (Govinda-Das *et al.*, 2013). En ambos estudios se encontró que el tamaño y estructuras de las madrigueras eran similares, prefiriendo suelos arcillosos para su anidación y presentando conducta parental en la etapa de anidación.

5 CONCLUSIÓN

- La relación entre los factores físico-químicos valorados en este trabajo y la distribución geográfica del género *Pterygoplichthys* en la cuenca del Amacuzac, no muestra una correlación directa, por lo que los valores físico-químicos analizados no son determinantes para interpretar la dispersión de estas especies.

- No se observó una relación entre la fecundidad relativa y la longitud total de los ejemplares, por lo que podremos esperar que los organismos de estas especies puedan ser muy productivos aún en las primeras etapas del desarrollo sexual.
- El ciclo ovárico del género *Pterygoplichthys* es estacional, con un pico reproductivo en los meses de agosto y septiembre, como ocurre en otras regiones geográficas.
- Los resultados obtenidos con relación a la proporción de sexos del género *Pterygoplichthys* muestran un predominio de hembras durante la época reproductiva, concluyendo que en esta etapa se da el cuidado parental por parte del macho.
- La proporción sexual registrada durante la época reproductiva fue mayor para las hembras, en relación al número de machos, esto puede ser explicado por la conducta reproductiva de las especies de *Pterygoplichthys*, en los cuales el cuidado de las camadas la realizan los machos.
- El género *Pterygoplichthys* presenta conducta parental en la etapa de anidación y prefiere suelos arcillosos para la excavación de los nidos, sin embargo, ni el tipo de suelo, ni la cubierta vegetal son limitantes para la elección de la construcción de las madrigueras.
- Por todas sus características reproductivas, el género *Pterygoplichthys* es muy adaptable, logrando que su propagación sea exitosa a los nuevos hábitats a los cuales se sigue distribuyendo.

7. Anexo

7.1 Análisis de riesgo de invasión del género *Pterygoplichthys* en la cuenca del río Amacuzac, Morelos.

El efecto que las especies introducidas tienen sobre las especies nativas o sobre los ecosistemas, es uno de los temas centrales de la Biología de la conservación alrededor del mundo (Welcomme, 1988; Cooke y Cowx, 2004 y Nishizawa *et al.*, 2006). La desaparición o reducción del área natural de distribución de algunas especies o la disminución en sus poblaciones, ha sido atribuida a la introducción de especies no nativas invasoras, al grado que actualmente se considera la segunda causa de pérdida de biodiversidad en los ecosistemas a nivel global (Canonico *et al.*, 2005; Gido y Franssen, 2007; Rajeev, 2008). Una de las principales razones del movimiento o traslado de las especies a distintos niveles, en el caso concreto de los peces, ha sido la intensificación del cultivo de grupos de especies para la acuicultura, ya sea para el uso en el consumo de su carne o como especies de interés ornamental (Mendoza-Alfaro *et al.*, 2011). Esta poderosa industria económica ha incrementado las posibilidades de que sean capturadas de sus hábitats y transportadas alrededor del mundo, en donde pueden llegar a ser objeto de cultivo y agregándose accidentalmente o intencionalmente, en el caso de las especies de uso pesquero, en ecosistemas naturales fuera de su región de origen. Este manual contiene información básica sobre la taxonomía, distribución geográfica de origen, así como datos básicos acerca de cada una de las especies capturadas y registradas en la cuenca del río Amacuzac, en el estado de Morelos. De esta forma, se elaboró una ficha técnica, la cual contiene la imagen fotográfica de la especie, su posición taxonómica, origen biogeográfico y una descripción de la especie. Con esta información, junto con lo recabado en la bibliografía especializada, se elaboró un catálogo ilustrado que contiene las 10 preguntas necesarias para la aplicación de MERI, Método de Evaluación Rápida de Invasividad (Golubov *et al.* 2014), el cual fue ejecutado para cada especie y comparado los resultados con los aplicados a las respuestas de la misma índole del método FISK (Fish Invasiveness Scoring Kit).



Fotografía: H. Mejía

Pez Diablo, Limpia vidrio, Plecos
***Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991)**

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Loricariidae

Especie: *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991)

Los bagres acorazados de la familia Loricariidae de América del Sur, son originarios de la cuenca del río Amazonas (Axelrod *et al.*, 1971) de donde es nativo para los afluentes del río Madeira, en Brasil, Bolivia y Perú. Prefiere hábitats rocosos y de corrientes rápidas, aunque son muy frecuentes y abundantes en ambientes lénticos, como grandes embalses y lagos naturales. Los peces más pequeños suelen refugiarse en corrientes tributarias con corrientes más suaves y con abundante vegetación sumergida (Power, 1984; Liang *et al.*, 2005). Son organismos bentónicos que se alimentan principalmente de detrito del fondo, algas bentónicas y muestran una alta tasa de digestibilidad para la materia orgánica,

aunque ocasionalmente pueden ingerir gusanos o larvas de insectos en el fondo (Yossa y Araujo, 1998; Mendoza *et al.*, 2009).

La fertilidad de los *P. disjunctivus* es moderadamente alta, las hembras producen entre 500 a 3000 huevos según la especie y la talla (Mendoza *et al.*, 2009). Las hembras *P. disjunctivus* depositan sus huevos en cavidades en las orillas de las corrientes o estanques, en donde el macho las fertiliza, estableciendo galerías horizontales de 120 a 150 cm, que son custodiadas por los machos hasta que las larvas las abandonan, estas galerías también les permiten sobrevivir en épocas de sequía (Mendoza *et al.*, 2009). En Morelos, *Pterygoplichthys* se encuentra invadiendo un alto porcentaje de los principales ríos de la entidad, aunque no toleran ambientes con temperaturas menores a los 19°C y son más abundantes en ambientes degradados por aguas residuales.

Estatus

Exótica presente en México, capturada en la cuenca del río Amacuzac en el estado de Morelos.

Reporte de invasores

Reportes de análisis FISK para peces ornamentales en Estados Unidos y México, *Pterygoplichthys* fue evaluado con el nivel de riesgo más alto. (Mendoza *et al.*, 2015; Quenton y Jeffrey, 2015). En México es considerada una especie indeseable con un alto riesgo de invasión (CONABIO, 2016).

Relación con taxones invasores

Al menos ocho especies del género *Pterygoplichthys* son reconocidas en México como invasoras (CONABIO, 2016).

Vector de otras especies invasoras

Es hospedero de varios parásitos, incluyendo lombrices y protozoarios (Mendoza *et al.*, 2015).

Riesgo de invasión

Riesgo de introducción

Muy popular en el comercio de peces ornamentales en México (Mendoza *et al.*, 2015). Algunas de las especies se cultivan y se comercializan en Morelos (Mendoza *et al.*, 2007 y Contreras *et al.*, 2014).

Riesgo de establecimiento

Establecida en un gran número de ecosistemas acuáticos en varias regiones del mundo, bajo muy variadas condiciones ambientales (Guzmán y Barragán, 1997; Nico y Martin, 2001; Chávez *et al.*, 2006; Gibb *et al.* 2008; Govinda-Das *et al.*, 2013).

Riesgo de dispersión

Tiene la capacidad de respirar oxígeno atmosférico y soportar más de 12 horas fuera del agua (Mendoza *et al.*, 2015).

Impactos

Impactos sanitarios

Infringe heridas en manos y pies de pescadores al intentar retirarlos de las redes de pesca o incidentalmente cuando pisan o tropiezan con ellos. Estas heridas se infectan rápidamente y pueden incubar tétanos (Jiménez, 2000; Mendoza *et al.*, 2007; 2009).

Impactos económicos y sociales

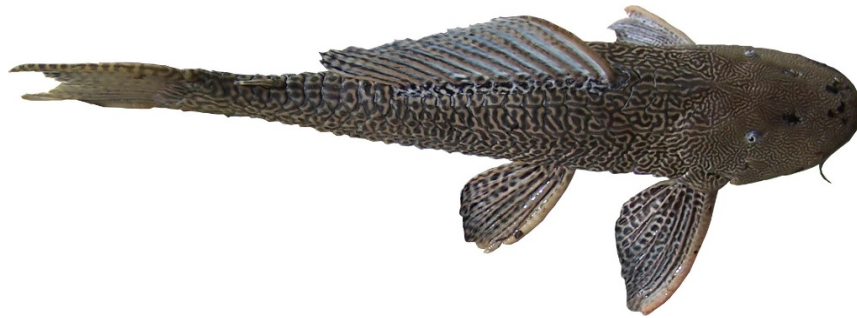
P. disjunctivus llega a superar el 70% de la captura en las redes de los pescadores ribereños en varios lugares donde se encuentra establecido, reduciendo la eficiencia de las mismas en la captura de las especies de interés comercial (Jiménez-Badillo *et al.*, 2000).

Impactos ambientales

Al anidar cavan galerías de hasta metro y medio de profundidad, desplazando enormes cantidades de sedimento (toneladas en muchos casos), con lo que perturban la estabilidad de las riberas, aumenta la erosión e incrementan significativamente la turbidez, lo que afecta de manera importante la calidad del agua (Mendoza *et al.*, 2007; Nico-Leo *et al.*, 2009; Govinda-Das *et al.*, 2013).

Impactos ecológicos

P. disjunctivus puede ingerir los huevos de otras especies de forma incidental cuando ramonea activamente en el fondo de los estanques (Mendoza *et al.*, 2007; 2009).



Fotografía: H. Mejía

Pez Diablo, Limpia vidrio, Plecos
***Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855)**

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Siluriformes

Familia: Loricariidae

Especie: *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855)

Pterygoplichthys pardalis, se distribuye de manera natural en la parte alta, media y baja del río Amazonas, en Sudamérica. Prefiere hábitats rocosos y de corrientes rápidas, aunque son muy frecuentes y abundantes en ambientes lénticos, como grande embalses y lagos naturales. Los peces más pequeños suelen refugiarse en corrientes tributarias con

corrientes más suaves y con abundante vegetación sumergida (Power, 1984; Liang *et al.*, 2005). Son organismos bentónicos que se alimentan principalmente de detrito del fondo, algas bentónicas y muestran una alta tasa de digestibilidad para la materia orgánica, aunque ocasionalmente pueden ingerir gusanos o larvas de insectos en el fondo (Yossa y Araujo, 1998; Mendoza *et al.*, 2009).

La fertilidad de *P. pardalis* es moderadamente alta, las hembras producen entre 500 a 3000 huevos según la especie y la talla (Mendoza *et al.*, 2009). Las hembras *P. pardalis* depositan sus huevos en cavidades en las orillas de las corrientes o estanques, en donde el macho los fertiliza, estableciendo galerías horizontales de 120 a 150 cm, que son custodiadas por los machos hasta que las larvas las abandonan, estas galerías también les permiten sobrevivir en épocas de sequía (Mendoza *et al.*, 2009). En Morelos, *Pterygoplichthys* se encuentran invadiendo un alto porcentaje de los principales ríos de la entidad, aunque no toleran ambientes con temperaturas menores a los 19°C y son más abundantes en ambientes degradados por aguas residuales.

Estatus

Especie exótica presente en México, capturada en la cuenca del río Amacuzac en el estado de Morelos.

Reporte de invasores

En reportes de análisis FISK para peces ornamentales en Estados Unidos y México, *Pterygoplichthys* fue evaluado con el nivel de riesgo más alto. (Mendoza *et al.*, 2015; Quenton y Jeffrey, 2015). En México es considerada una especie indeseable con un alto riesgo de invasión (CONABIO, 2016).

Relación con taxones invasores

Al menos ocho especies del género *Pterygoplichthys* son reconocidas en México como invasoras (CONABIO, 2016).

Vector de otras especies invasoras

Es hospedero de varios parásitos, incluyendo lombrices y protozoarios (Mendoza *et al.*, 2015).

Riesgo de invasión

Riesgo de introducción

Muy popular en el comercio de peces ornamentales en México (Mendoza *et al.*, 2015). Algunas de las especies se cultivan y comercializan en Morelos (Mendoza *et al.*, 2007; Contreras *et al.*, 2014).

Riesgo de establecimiento

Establecida en un gran número de ecosistemas acuáticos en varias regiones del mundo, bajo muy variadas condiciones ambientales (Guzmán y Barragán, 1997; Nico y Martin, 2001; Chávez *et al.*, 2006; Gibb *et al.*, 2008; Govinda-Das *et al.*, 2013).

Riesgo de dispersión

Tiene la capacidad de respirar oxígeno atmosférico y soportar más de 12 horas fuera del agua (Mendoza *et al.*, 2015).

Impactos

Impactos sanitarios

Infringe heridas en manos y pies de pescadores al intentar retirarlos de las redes de pesca o incidentalmente cuando pisan o tropiezan con ellos. Estas heridas se infectan rápidamente y pueden incubar tétanos (Mendoza *et al.*, 2007; 2009; Jiménez, 2000).

Impactos económicos y sociales

P. pardalis llega a superar el 70% de la captura en las redes de los pescadores ribereños en algunos de los ambientes donde se encuentra establecida, reduciendo la eficiencia de las mismas en la captura de las especies de interés comercial (Jiménez-Badillo *et al.*, 2000).

Impactos ambientales

Al anidar cavan galerías de hasta metro y medio de profundidad, desplazando enormes cantidades de sedimento (toneladas en muchos casos), con lo que perturban la estabilidad de las riberas, aumentando el riesgo de erosión e incrementan significativamente la turbidez, lo que afecta de manera importante la calidad del agua (Mendoza *et al.*, 2007; Nico-Leo *et al.*, 2009; Govinda-Das *et al.*, 2013).

Impactos ecológicos

P. pardalis puede ingerir los huevos de otras especies de forma incidental cuando ramonea activamente en el fondo de los estanques (Mendoza *et al.*, 2007; 2009).

Tabla 8. Análisis FISK (Fish Invasiveness Scoring Kit) para las especies *P. disjunctivus* y *P. pardalis*

No	ID	Preguntas	Respuesta	Comentarios y referencias	Certeza
A. Biogeografía / Historia					
<i>1. Domesticación / Cultivo</i>					
1	1.01	¿Es la especie altamente domesticada o ampliamente cultivada con fines comerciales, de pesca u ornamentales?	Y	Producción de peces ornamentales. Mendoza R., Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversitas 70:1-5.	4
2	1.02	¿Ha introducido la especie poblaciones autosostenibles?	Y	Japón, Singapur, Filipinas, Estados Unidos, Puerto Rico Consultado el 1 de abril 2016, en: http://fishbase.org/Introductions/IntroductionsList.php?ID=51938&GenusName=Pterygoplichthys&SpeciesName=disjunctivus&fc=157&StockCode=43342	4
3	1.03	¿Las especies tienen razas / variedades / subespecies invasoras?	Y	Al menos ocho especies del género <i>Pterygoplichthys</i> son reconocidas en México como invasoras en distintas regiones. CONABIO, Aridamérica, GECI, TNC, 2006. Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. Ciudad de México. Mayo 2006. 41 pp. + Anexos.	4
<i>2. Clima y distribución</i>					
4	2.01	¿Cuál es el nivel de coincidencia entre las tolerancias reproductivas de la especie y el clima de la zona de RA?	1	Maxent. QGIS	4
5	2.02	¿Cuál es la calidad de los datos del clima?	3	Maxent. QGIS	4
6	2.03	¿Las especies tienen poblaciones autosostenibles en tres o más zonas climáticas (Köppen-Geiger)?	Y	Consultado el 1 de abril 2016, en: https://profesor3punto0.files.wordpress.com/2014/10/koeppen-geiger_fluxnet_fullsize-9-13.png	4

7	2.04	¿Es la especie nativa o ha establecido poblaciones autosostenibles en regiones con climas similares al área de RA?	Y	Consultado el 1 de abril 2016, en: https://profesor3punto0.files.wordpress.com/2014/10/koeppen-geiger_fluxnet_fullsize-9-13.png	4
8	2.05	¿La especie tiene una historia de ser introducida fuera de su rango natural?	Y	Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70:1-5.	4
<i>3. Invasivo en otro lugar</i>					
9	3.01	¿Ha establecido la especie una o más poblaciones autosostenibles más allá de su área de distribución nativa?	Y	Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70:1-5. http://fishbase.org/Introductions/IntroductionsList.php?ID=5193&GenusName=Pterygoplichthys&SpeciesName=disjunctivus&fc=157&StockCode=43342	4
10	3.02	En el rango introducido de la especie, ¿hay impactos en las poblaciones silvestres de especies pesqueras o comerciales?	Y	En la presa infiernillo, Michoacán, México, pérdida de pesca de tilapia. Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70:1-5.	4
11	3.03	En el rango introducido de la especie, ¿hay impactos en acuicultura, acuario o especies ornamentales?	Y	Mendoza, R., Luna, S., & Aguilera, C. (2015). Risk assessment of the ornamental fish trade in Mexico: analysis of freshwater species and effectiveness of the FISK (Fish Invasiveness Screening Kit). <i>Biological Invasions</i> , 17(12), 3491–3502.	4
12	3.04	En el rango introducido de la especie, ¿hay impactos en los ríos, lagos o amenidades?	Y	Alteran los ecosistemas acuáticos, sus hábitos alimenticios resultan en la re suspensión del sedimento y en cambios en el tamaño y la distribución de las partículas en el fondo. Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70:1-5	4

13	3.05	¿Las especies tienen congéneres invasores?	Y	Al menos ocho especies del género <i>Pterygoplichthys sp.</i> son reconocidas en México como invasoras en distintas regiones. Contreras S., Ramírez C., Koleff P., Álvarez P. y Aguilar V. 2007. Los peces diablo: Especie invasora de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70:1-5.	4
B. Biología/Ecología					
<i>4. Rasgos no deseados</i>					
14	4.01	¿Es la especie venenosa o plantea otros riesgos para la salud humana?	Y	Infringe heridas en manos y pies en los pescadores al intentar retirarlos de las redes de pesca, o incidentalmente cuando pisa o tropiezan con ellos. Estas heridas se infectan rápidamente y pueden incubar tétanos. Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.	3
15	4.02	¿La especie supera a las especies nativas?	Y	Es probable que compitan con las especies nativas. Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.	4
16	4.03	¿Es la especie parasitaria de otras especies?	N	No es parásito de otra especie Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	4
17	4.04	¿Es la especie desagradable a los depredadores naturales o que carecen de ellos?	Y	Hay aves que se alimentan de estos. Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.	4
18	4.05	¿Las especies se alimentan de una especie nativa previamente sometida a baja (o ninguna) depredación?	N	Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.	4
19	4.06	¿La especie acoge, y / o es un vector, para uno o más agentes infecciosos no nativos reconocidos?	?	Se desconoce Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	1

20	4.07	¿Las especies alcanzan un gran tamaño de cuerpo final (es decir, > 15 cm de longitud total) y la probabilidad de ser abandonadas?	Y	70 cm Nico, L. and P. Fuller, 2006. <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> . USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Revisión Date: 4/21/2006	4
21	4.08	¿Tiene la especie una amplia tolerancia a la salinidad en alguna etapa de su ciclo de vida?	Y	Soporta condiciones de salinidad Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.	4
22	4.09	¿Es la especie capaz de soportar estar fuera del agua por períodos prolongados (por ejemplo, mínimo de una o más horas)?	Y	Se ha reportado que sobreviven hasta 24 hrs. Armbruster, J.W., 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid catfishes. Copeia 1998(3):663-675.	4
23	4.10	¿Es la especie tolerante de una gama de condiciones de velocidad del agua (por ejemplo, versátil en el uso del hábitat)?	Y	Soporta velocidades de corrientes Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	3

24	4.11	¿La alimentación u otros comportamientos de las especies reducen la calidad del hábitat de las especies nativas?	Y	<p>Al anidar cavan galerías de hasta metro y medio de profundidad, desplazando enormes cantidades de sedimento (toneladas en muchos casos), con lo que perturban la estabilidad de las riveras, aumenta la erosión e incrementan significativamente la turbidez, lo que afecta de manera importante la calidad del agua.</p> <p>Nico, L. G., y Martin, R, T. 2001. The South American suckermouth armored catfish, <i>Pterygoplichthys anisitsi</i> (Pisces: Loricariidae), in Texas, with comments on foreign fish introductions in the American Southwest. The Southwestern Naturalist 46(1):98-104.</p> <p>Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversidad 70: 1-5.</p> <p>Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., y Contreras, S. (2009). Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. México: Comisión para la Cooperación Ambiental.</p>	4
25	4.12	¿Las especies requieren un tamaño mínimo de población para mantener una población viable?	?	<p>Se desconoce</p> <p>Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html</p>	4
<i>5. Gremio alimentador</i>					
26	5.01	Si la especie es principalmente herbívora o carnívora (por ejemplo, anfibios), ¿es probable que su forraje tenga un impacto adverso en el área de RA?	N	<p>Detritívoro</p> <p>Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html</p> <p>Armbruster, J.W., 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid catfishes. Copeia 1998(3):663-675.</p>	4

27	5.02	Si la especie es un omnívoro (o un depredador generalista), entonces es probable que su forraje tenga un impacto adverso en el área de RA	N	Detritívoro Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html Armbruster, J.W., 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid catfishes. Copeia 1998(3):663-675.	4
28	5.03	Si la especie es principalmente planctívoro o detritívoro o algívoro, entonces es probable que su forraje tenga un impacto adverso en el área de RA?	Y	Detritívoro Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html Armbruster, J.W., 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid catfishes. Copeia 1998(3):663-675.	4
29	5.04	Si la especie es principalmente bentívoro, ¿es probable que su forraje tenga un impacto adverso en el área de RA?	N	Detritívoro Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html Armbruster, J.W., 1998. Modifications of the digestive tract for holding air in Loricariid and Scoloplacid catfishes. Copeia 1998(3):663-675.	4
<i>6. Reproducción</i>					

30	6.01	¿Presenta la especie el cuidado parental y / o se sabe que reduce la edad a la madurez en respuesta al medio ambiente?	Y	<p>Nico, L. G., y Martin, R, T. 2001. The South American suckermouth armored catfish, <i>Pterygoplichthys anisitsi</i> (Pisces: Loricariidae), in Texas, with comments on foreign fish introductions in the American Southwest. The Southwestern Naturalist 46(1):98-104.</p> <p>Mendoza, R., S. Contreras, C. Ramírez, P. Koleff, P. Álvarez y V. Aguilar. 2007. Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. CONABIO. Biodiversitas 70: 1-5.</p> <p>Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., y Contreras, S. (2009). Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. México: Comisión para la Cooperación Ambiental.</p>	4
31	6.02	¿Produce la especie gametos viables?	Y	<p>Produce gametos viables Consultado el 1 de abril 2016, en: http://fishbase.org/Introductions/IntroductionsList.php?ID=51938&GenusName=Pterygoplichthys&SpeciesName=disjunctivus&fc=157&StockCode=43342</p>	4
32	6.03	¿Es probable que la especie se hibrida con especies nativas (o usa machos de especies nativas para activar huevos) en el área de RA?	N	<p>No hibridizan Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html</p>	4
33	6.04	¿Es hermafrodita la especie?	N	<p>No es hermafrodita Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html</p>	4

34	6.05	¿Es la especie dependiente de la presencia de otra especie (o características específicas del hábitat) para completar su ciclo de vida?	Y	<p>Chávez, J. M., R. M. de la Paz, S. K. Manohar, R. C. Pagulayan y J. R. Carandang. 2006. Nuevo avistamiento en Filipinas del pez armado de Sud-América (Peses: Locariidae). Zootaxa 1109:57-68.</p> <p>Guzmán, A. F y J. Barragán. 1997. Presencia de bagre sudamericano (Osteichthyes: Loricariidae) en el Río Mezcala, Guerrero, México. Vertebrata Mexicana 3: 1-4.</p> <p>Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.</p>	4
35	6.06	¿Es la especie altamente fecunda (> 10.000 huevos / kg), iteropátrica o tiene una temporada de desove más extensa que las especies nativas?	?	<p>Se desconoce http://fishbase.org/Introductions/IntroductionsList.php?ID=51938&GenusName=Pterygoplichthys&SpeciesName=d isjunctivus&fc=157&StockCode=43342</p>	1
36	6.07	¿Cuál es el tiempo mínimo de generación conocido de la especie (en años)?	1	<p>1 año http://fishbase.org/Introductions/IntroductionsList.php?ID=51938&GenusName=Pterygoplichthys&SpeciesName=d isjunctivus&fc=157&StockCode=43342</p>	4
<i>7. Mecanismos de dispersión</i>					
37	7.01	¿Es probable que las etapas de vida se dispersen involuntariamente?	N	<p>No se dispersa de esa manera Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.</p>	4

38	7.02	¿Es probable que los seres humanos dispersen intencionalmente las etapas de la vida (y los hábitats adecuados abundantes cerca)?	Y	Por las actividades ornamentales Govinda-Das H. Lienart, Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
39	7.03	¿Es probable que las etapas de vida se dispersen como contaminantes de las materias primas?	?	Se desconoce Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	4
40	7.04	¿La dispersión natural ocurre en función de la dispersión del huevo?	N	Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
41	7.05	¿Ocurre la dispersión natural en función de la dispersión de las larvas (a lo largo de hábitats lineales y / o 'escalones')?	Y	Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
42	7.06	¿Se sabe que los juveniles o adultos de la especie migran (desove, smolting, alimentación)?	?	Se desconoce Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	1
43	7.07	¿Los huevos de las especies que se sabe están dispersados por otros animales (externamente)?	?	Se desconoce Consultado el 1 de abril 2016, en: http://www.fishbase.org/summary/Pterygoplichthys-disjunctivus.html	1
44	7.08	¿Depende la dispersión de la densidad de especies?	N	Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4

8. Atributos de persistencia					
45	8.01	¿Existen etapas de vida que puedan sobrevivir fuera del transporte acuático?	Y	Si puede sobrevivir fuera del agua Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
46	8.02	¿Tolera la especie una amplia gama de condiciones de calidad del agua, especialmente el agotamiento de oxígeno y las temperaturas extremas?	Y	Pueden soportar hipoxia Govinda-Das H. Lienart, Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
47	8.03	¿Es la especie fácilmente susceptible a los pesticidas a las dosis legalmente permitidas para el uso en el área de evaluación del riesgo?	?	Se desconoce el uso de rotenona Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	1
48	8.04	¿Las especies toleran o se benefician de la perturbación ambiental?	Y	Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4
49	8.05	¿Existen enemigos naturales efectivos de las especies presentes en el área de evaluación de riesgos?	Y	Govinda-Das H. Lienart , Rocío Rodiles-Hernández and Krista A. Capps. 2013. Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. Journal of Southwestern Association of Naturalists, 58(2):238-243. 2013.	4

Tabla 9. Resultado de Los Elementos Evaluados en FISK

Resultado UK:	High
Resultado Japón:	High
Resultado Usuario definido:	High
Puntuación:	22.5
Puntuación de partición:	
A. Biogeografía / Histórico	9.5
1. Domesticación / Cultivo	4
2. Clima y distribución	2
3. Invasivos en otros lugares	3.5
B. Biología / Ecología	13
4. Rasgos no deseados	8
5. Gremio alimentador	1
6. Reproducción	1
7. Mecanismos de dispersión	1
8. Atributos de persistencia	2
Preguntas contestadas:	
Total	49
A. Biogeografía / Histórico	13
1. Domesticación / Cultivo	3
2. Clima y distribución	5
3. Invasivos en otros lugares	5
B. Biología / Ecología	36
4. Rasgos no deseados	12
5. Gremio alimentador	4
6. Reproducción	7
7. Mecanismos de dispersión	8
8. Atributos de persistencia	5
Sectores afectados:	
Acuicultura	15
Ambiental	20
Molestia	2
Factor de certeza	0.91

Tabla 10. Índice de Riesgo en *Pterygoplichthys disjunctivus*

Pregunta	Pesos ponderados Modelos PI	Pesos ponderados Modelos RT	Respuesta o pregunta	Incertidumbre	Valor de Intensidad respuesta	Valor de intensidad incertidumbre	Valor por pregunta utilizando IR Modelo PI	Valor por pregunta utilizando IR Modelo BI
Estatus								
Reporte	0.125	0.25	Muy alto	Mínima	1	1	0.125	0.25
Afinidad	0.05	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.05	0.1
Vector	0.075	0.15	Alto	Baja	0.75	0.75	0.042	0.084
Invasividad								
Introducción	0.2	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.2	0.1
Establecimiento	0.2	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.2	0.1
Dispersión	0.1	0.05	Muy alto	Mínima	1	1	0.1	0.05
Impatos								
Salud	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Económico/s	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Ambiental	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Ecológico	0.0625	0.0625	Alto	Baja	0.75	0.75	0.0351	0.0351
Suma	1	1					0.9398	0.9070

Tabla 11. Resultado del Índice de riesgo en *Pterygoplichthys disjunctivus*

Valor	
Valor de pregunta	
Muy alto	1
Alto	0.75
Medio	0.5
Bajo	0.25
Sin evidencia	0
Valor de la incertidumbre	
Mínima	1
Baja	0.75
Media	0.5
Alta	0.25
máxima	0

Tabla 12. Índice de Riesgo en *Pterygoplichthys pardalis*

Pregunta	Peso ponderado Modelos PI	Pesos ponderados Modelos RT	Respuesta o pregunta	Incertidumbre	Valor de Intensidad respuesta	Valor de intensidad incertidumbre	Valor por pregunta utilizando IR Modelo PI	Valor por pregunta utilizando IR Modelo BI
Estatus								
Reporte	0.125	0.25	Muy alto	Mínima	1	1	0.125	0.25
Afinidad	0.05	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.05	0.1
Vector	0.075	0.15	Alto	Baja	0.75	0.75	0.042	0.084
Invasividad								
Introducción	0.2	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.2	0.1
Establecimiento	0.2	0.1	Muy alto	Mínima	1	1	0.2	0.1
Dispersión	0.1	0.05	Muy alto	Mínima	1	1	0.1	0.05
Impatos								
Salud	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Económico/s	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Ambiental	0.0625	0.0625	Muy alto	Mínima	1	1	0.0625	0.0625
Ecológico	0.0625	0.0625	Alto	Baja	0.75	0.75	0.0351	0.0351
Suma	1	1					0.9398	0.9070

Tabla 13. Resultado del Índice de riesgo en *Pterygoplichthys pardalis*

Valor	
Valor de pregunta	
Muy alto	1
Alto	0.75
Medio	0.5
Bajo	0.25
Sin evidencia	0
Valor de la incertidumbre	
Mínima	1
Baja	0.75
Media	0.5
Alta	0.25
máxima	0

Dentro del grupo de las especies ornamentales establecidas, los peces diablo, han sido llevados a distintas partes del mundo para ser usados como peces de ornato, en donde también han alcanzado los ambientes naturales y proliferado de manera significativa (Mendoza, 2015). Sin embargo, en la región del Amazonas, de donde son nativos estos peces, son una alternativa económica local por su uso como alimento (Moroni *et al.*, 2015), lo cual es una alternativa de control poblacional para estos peces en los sitios en donde es invasor. En la región del Amacuzac, en donde es abundante, se ha considerado como una alternativa de pesca para consumo directo entre los pobladores ribereños, aunque es necesario definir en este punto, los riesgos sanitarios que esto implica pues se considera que algunas poblaciones de peces diablo en sitios con contaminantes suspendidos pueden ser reservorios de los mismos (Lorenzo-Márquez, 2016).

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdallah, M. (2002). Length-weight relationship of fishes caught by trawl off Alexandria, *Egypt. Naga, ICLARM Qtr*, 25(1): 19-20.
- Amador del Ángel, L., Wakida-Kusunoki, A., Guevara, E., Brito, R. y Cabrera-Rodríguez, P. (2009). Peces invasores de agua dulce en la región de la Laguna de Términos, Campeche. U. *Tecnociencia* 3(2): 11-28.
- Armbruster, J. 1998. Review of the loricariid catfish genus *Aphanotorulus* and redescription of *A. unicolor* (Teleostei: Siluriformes). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 8 (3): 253– 262.
- Armbruster, J. and Page, L. 2006. Redescription of *Pterygoplichtys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichtys* (Siluriformes: Loricariidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, Vol. 4, N° 4.
- Arriaga-Cabrera, L., Espinoza, JM., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L y Loa, E. (coord) (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México*.
- <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>
- Axelrod, H., Emmens, C., and Scullthorpe, D. (1971). Exotic tropical fishes. *Estados Unidos de América: THF Publications, New Jersey*.
- Bagenal, TB. and Braum, E. (1978). Eggs and early life history. In: *Bagenal T, editor. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 3a ed. Oxford (GB): Blackwell Scientific Publications Ltd.* 165-178.
- Barbieri, G. and Pereira dos Santos, E. (1987). Growth and first sexual maturation size of *Hypostomus* aff. *Plecostomus* (Linnaeus, 1758) (Osteichthyes, Loricariidae) from Monjolinho reservoir (Sao Carlos – SP). *Ciencia y Cultura (São Paulo)*. 39(7): 659-663.
- Barbieri, G. and Verani, JR. 1987. The condition factor as an indicator of the spawning in *Hypostomus* aff. *Plecostomus* (Linnaeus, 1758), at Monjolinho reservoir (Sao Carlos-SP)(Osteichthyes, Loricariidae). *Ciencia y Cultura (São Paulo)*. 39(7): 655-658.
- Benítez, H., Arizmendi, C. y Márquez, L. (1999) Base de Datos de las Áreas de

- Importancia para la Conservación de Aves. *Consejo Internacional para la Protección de las Aves, Sección México, Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza y Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. México.* <http://www.conabio.gob.mx>.
- Bolger, T. and P.L. Connolly, 1989. The suitability of suitable indices for the measurement analysis of fish condition. *Journal. Fish Biol.*, 34(2): 171-182.
- Bromage, N.R. and Cumaranatunga, P.R.T. (1988). Egg production in rainbow trout. "Recent Advances in Aquaculture" Croom Helm, London and Sydney. Muir, *Journal.F. & Roberts R.J., eds.* 65-138.
- Cailliet, G., Love, M. and Ebeling, A. (1996). A field and laboratory manual on their structure, identification and natural history. *Waveland Press, Inc.* 194.
- Canonico, C., Arthington, A., McCrary, J. and Thieme, M. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 15: 463-883.
- Castillo-Domínguez, A., Barba, E., Rodiles-Hernández, N. y Jiménez, M. (2011). Ictiofauna de los humedales del río San Pedro, Balancán, Tabasco, México. *Rev. Biol. Trop.* 59: 693-708.
- Cedeño, J. (1984). Contribución al conocimiento del Corroncho *Chaetostoma Thomsoni* en el río Ambicá, Huila. *Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Bogotá.* 120.
- Cole, L. (1954). The population consequences of life history phenomena. *Q. Rev. Biol.* 29: 103 – 137.
- CONABIO, Aridamérica, GECI, TNC. (2006). Especies invasoras de alto impacto a la biodiversidad: Prioridades en México. *Ciudad de México. Mayo 2006.* 41 pp. + Anexos.
- CONABIO. (2016). Sistema de información sobre especies invasoras en México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.*
- Contreras-Balderas, S., Ruiz, C., Schmitter, S., Díaz, P., Contreras, M., Medina, S., Zambrano, G., Varela, R., Mendoza, A., Ramírez, M., Leija, T., Almada, V.,

- Hendrickson, D. and Lyons, J. (2008) Freshwater fishes and water status in México: a country-wide appraisal. *Aquat Ecosyst Health Manag.* 11: 246–256.
- Contreras-Balderas, S. M.L., Lozano-Vilano, M.E., García-Ramírez, F., García-de-León y Gutiérrez-Tirado, D. (2004). Peces y aguas continentales del estado de Tamaulipas, México. In M.L. Lozano y A.J. Contreras-Balderas (eds.) 283-298.
- Contreras-MacBeath, T., Gaspar-Dillanes, M., Huidobro-Campos, L. y Mejía-Mojica, H. (2014). Peces invasores en el centro 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.* 413-424.
- CONANP, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2005). Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla. *Dirección General de Manejo para la Conservación, México D.F., México.*
- Contreras-MacBeath, T. E. (1988). Estrategia reproductiva de *Cichlasoma istlanum* (Osteichthyes: Cichlidae) en la sub cuenca del Río Amacuzac, Morelos, México. *Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Morelos, México.* 48.
- Cooke, S. and Cowx, I. (2004). The role of recreational fishing in global fish crises. *Bioscience*, 54: 857-859.
- Cruz-León, Z. (2013). Dinámica poblacional del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en la cuenca de Chacalapa y primeros registros de su distribución en la cuenca de Coatzacoalcos, Veracruz, México.
- Chávez, J., De la Paz, R., Manohar, S., Pagulayan, R. y Carandang, J. (2006). New Philippine record of South American sailfin catfishes (Pisces: Locariidae). *Zootaxa* 1109: 57-68.
- Dei Tos, C., Agostinho, A. and Suzuki, H. (1997). Population structure and reproductive biology of *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Pisces) in the upper river Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 40(4): 793-807.
- Duarte, S., Araujo, F. (2002). Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriformes, Loricariidae) in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista de Biología Tropical.*

- 50(1): 193-197.
- Fenerich, P., Foresti, F. y Oliveira, C. (2004). Nuclear DNA content in 20 species of Siluriformes (Teleostei: Ostariophysi) from the Neotropical region. *Genetics and Molecular Biology*. 27(3):350-354.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), *offset Larrios, 4ª. Ed, México*
- García, C., Román, C. y Barrero, A. (2012). Biología alimentaria y reproductiva de *Farlowella vittata* (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca del río Güejar, Orinoquía, Colombia. *Rev. Biol. Trop Vol. 60*.
- Guzmán, A. y Barragán, J. (1997). Presencia de bagre sudamericano (Osteichthyes: Loricariidae) en el Río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*. 3: 1-4.
- Gibbs, M., Shields, J., Lock, D., Talmadge, K. and Farrell, T. (2008). Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplychtyys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, USA. *Journal of Fish Biology*, 73 (2008).1562–1572.
- Gido, K. and Brown, J. (1999). Invasion of North American drainages by alien fish species. *Freshwater Biology*, 42(2), 387–399
- Golubov, J., Mandujano, M., Sandino, E., Mendoza, R., Koleff, P., González, A., Barrios, Y. y Born-Schmidt, G. (2014). Análisis multicriterio para ponderar el riesgo de las especies invasoras. Especies acuáticas invasoras en México. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México*. 123-133.
- Govinda-Das, H. (2010). Biología reproductiva de la especie exótica invasora *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes: Loricariidae) en los humedales de La Libertad (sitio RAMSAR No. 79), Río Usumacinta, Chiapas, México. *Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. ECOSUR. San Cristóbal, Chiapas, México*. 111.
- Govinda-Das, H., Rodiles-Hernández, R. and Capps, K. (2013). Nesting Burrows and Behavior of Nonnative Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in the Usumacinta-Grijalva Watershed, Mexico. *Journal of Southwestern Association of Naturalists*, 58(2): 238-243.

- Gómez, G. y Guzmán, R. (1998). Relación longitud peso y talla de madurez de la gónada (Umbrina coroides), en el norte del estado de Sucre, Venezuela. *Rev. Zootecnia Tropical* 16: 267-276.
- Gozlan, R. (2009). Biodiversity crisis and the introduction of non-native fish: solutions, not scapegoats. *Rev. Fish and Fisheries*, 10 1: 109-110.
- Hernández, S. (2008). Aspectos reproductivos del loricarido *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) en la laguna de las Ilusiones, Tabasco, México. *Tesis de licenciatura. UJAT. DACBIOL.* 64.
- Hoover, J., Killgore, K. and Cofrancesco, A. (2004). “Suckermouth catfishes: Threats to Aquatic Ecosystems of the United States?” on Aquatic Nuisance Species Research Program. *Bulletin*, vol. 4 (1): 1-9.
- Hossain, M., Rahman, M., Ahmed, Z., Ohtomi, J. y Islam, A. (2008). Primer registro del bagre Sudamericano *Pterygoplichthys multiradiatus* en Bangladesh. *Revista aplicada para la ictiología.* 24: 718-720.
- Jiménez-Badillo, M., Ramírez-Camarena, C. y Osuna-Paredes, C. (2000). “Pesquerías de aguas continentales: presa de Infiernillo”, Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo, 1999-2000, *Sagarpa-INP.* 851-874.
- Kenneth, T. and Leggett, W. (1994). Fisheries Ecology in the context of ecological and evolutionary theory. *Annual Review Ecological and Systematics.*, 25: 401-422.
- Le Cren, E. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal. Animal Ecol.*, 20: 201-219.
- Levin, B., Phuong, P. y Pavlov, D. (2008). Discovery of the Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Teleostei: Loricariidae) in Vietnam. *Journal of Applied Ichthyology.*, 24: 715-717.
- Leung, B., Lodge, D., Finnoff, D., Shogren, J., Lewis, M. and Lamberti, G. (2002). An ounce of prevention or a pound of cure: Bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society of London.*, B269: 2407–2413.
- Liang, S., Wu, H. y Shieh, B. (2005). Size structure, reproductive phenology, and sex ratio of an exotic armored catfish (*Liposarcus multiradiatus*) in the Kaoping River of

- southern Taiwan. *Zoological Studies*. 44: 252-259.
- Lorenzo-Márquez, H., Torres-Dosal, A., Barba-Macías, E., Llizaliturri-Hernández, C., Martínez-Salinas, R., Moreles-López, J. y Sánchez-Moreno, I. (2016). Estimación de riesgo de exposición a metales pesados por consumo de pecos (*Pterygoplichthys* spp.) en infantes de comunidades ribereñas de los ríos Grijalva y Usumacinta, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(2), 153-164.
- Machado-Allison, A. (1987). Los peces de los llanos de Venezuela (un ensayo sobre su historia natural). *Universidad Central de Venezuela, Caracas*. 41-52.
- Mack, R., Simberloff, D., Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. and Bazzaz, F. (2000). Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 10: 689-710.
- Marcucci, K., Orsi, M. y Shibatta, O. (2005). Abundancia y aspectos reproductivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) en cuatro trechos de la represa Capivara, Río Paranapanema. Brazil. *Revista Brasileira de Biología*, 45-80.
- Mazzoni, R. and Caramaschi E. (1997a). Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* Lacepede 1803. *Ecology of Freshwater Fish*, 6(1): 53-56.
- Mazzoni, R. and Caramaschi E. (1997b). Spawning season, ovarian development and fecundity of *Hypostomus affinis* (Osteichthyes, Loricariidae). *Revista Brasileira de Biología*, 57(3): 455-462.
- Mejia-Mojica, H., Rodríguez-Romero, F. y Díaz-Pardo, E. (2012). Recurrencia histórica de peces invasores en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, México. *Rev. Biol. Trop.*, 60: 669-681.
- Mejia-Mojica, H., Contreras-MacBeath, T. and Ruiz-Campos, G. (2014). Relationship between environmental and geographic factors and the distribution of exotic fishes in tributaries of the balsas river basin, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 98: 611-621.
- Mendoza, R., Contreras, S., Ramírez, C., Koleff, P., Álvarez, P. y Aguilar, V. (2007). Los peces diablo: Especies invasoras de alto impacto. *CONABIO. Biodiversitas*, 70: 1-5.
- Mendoza, R., Cudmore, B., Orr, R., y Contreras, S. (2009). Directrices trinacionales para la evaluación de riesgos de las especies acuáticas exóticas invasoras. México:

- Comisión para la Cooperación Ambiental.*, 70-80.
- Mendoza-Alfaro, R., Koleff-Osorio, P., Ramírez-Martínez, C., Álvarez-Torres, P., Arroyo-Damián, M., Escalera-Gallardo, C. Y Orbe-Mendoza, A. (2011). La evaluación de riesgos por especies acuáticas exóticas invasoras: una visión compartida para Norteamérica. *Rev. Ciencia Pesquera.*, 19(2), 65-75.
- Mendoza, R., Luna, S. And Aguilera, C. (2015). Risk assessment of the ornamental fish trade in México: analysis of freshwater species and effectiveness of the FISK (fish Invasiveness Screenong Kit). *Biological Invasions.*, 17(12), 3491-3502.
- Montaña, C., Layman, C. and Taphorn, D. (2010). Inventario de la ictiofauna del Caño La Guardia, afluente del río Capanaparo (cuenca del Orinoco), Estado Apure, Venezuela. *Biota Colombiana.*, 11: 75-88.
- Mora, G., Tellez, P. y Guillot, G. (1992). Estudio bioecológicos de la ictiofauna del lago del Tota (Boyacé- Colombia), con énfasis en la trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*. *Rev. Acad. Colombia Ciencia XVIII*: 409-422.
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Reira, F. and Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fish. Res.*, 62: 89-96.
- Moroni, F., Moroni, R., Mayag, B., de Jasus, R. and Lessi, E. (2015). Limitations in decision context for selection of Amazonian armoured catfish acari-bod (*Pterygoplichthys pardalis*) as candidate species for aquaculture. *International Journal of Fisheries and Aquaculture.*, 7(8), 142-150.
- Nico, L., and Martin, R. (2001). The South American suckermouth armored catfish, *Pterygoplichthys anisitsi* (Pisces: Loricariidae), in Texas, with comments on foreign fish introductions in the American Southwest. *The Southwestern Naturalist.*, 46(1): 98-104.
- Nico-Leo, G., Howard, L. and Travis, T. (2009). Non-Native Suckermouth Armored Catfishes in Florida: Description of Nest Burrows and Burrow Colonies with Assessment of Shoreline Conditions. *Journal of Aquatic Nuisance Species, Research Program. Bulletin.*, Vol-09-1. 60-75.

- Nishizawa, E., Kurokawa, T. and Yabe, M. (2006). Policies and resident's willingness to pay for restoring the ecosystem damaged by alien fish in Lake Biwa, Japan. *Environ. Sci. Policy.*, 9: 448-456.
- Nikolsky, G. (1963). The ecology of fishes. New York (USA): *Academia Press.* 322.
- Ozdilek, S. y (2007). Posible amenaza para Oriente Medio: una especie exótica e invasora, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) en el río Asi, Turquía (Pesces: Loricariidae). *Revista de Pesca y Ciencias Acuáticas.*, 24: 303-306.
- Pauly, D. and David, N. (1981). ELEFAN I a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meresforsch.*, 28(4): 205-211.
- Page, L. and Robins, R. (2006). Identification of sailfin catfishes (Teleostei: Loricariidae) in Southeastern Asia. *The Raffles Bulletin of Zoology.*, 54: 455-457.
- Pinillos, M. (2003). Esteroides sexuales en ciprínidos. Ciclo estacional, dinámica de liberación al agua, afinidad por las proteínas plasmáticas y sensibilidad olfatoria en la tenca ("Tinca", L.). *Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas Tesis para optar el grado de Doctor. Madrid.*
- Power, M. (1984). The importance of sediment in the grazing ecology and size class interactions of an armored catfish, *Ancistrus spinosus*. *Environmental Biology of Fishes.*, 10: 173-181.
- Quenton, M. and Jeffrey, E. (2015). A Risk Screen of Important, Freshwater Ornamental Fishes for the United States Using the Fish Invasiveness Screening Kit (FISK). Final Report to the Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Aquaculture. *University of Florida/IFAS, SFRC Program in Fisheries and Aquatic Sciences, Tropical Aquaculture Laboratory, 1408 24th Street SE, Ruskin, FL 33570.*
- Rajeev, R., Prasad, G., Anvar-Ali, P. and Pereira, B. (2008). Exotic fish species in a global biodiversity hotspot: observations from River Chalakudy, part of Western Ghats, Kerala, India. *Biol. Invasions.*, 10: 37-40.
- Ramírez-Soberón, G., Valencia-Díaz, X. y Gaspar-Dillanes, M. (2004). Nuevo registro de los bagres sudamericanos *Liposarcus multiradiatus* y L. spp. (Osteichthyes: Loricariidae) Introducidos en las Lagunas de Catzajá y Medellín, Chiapas. *Resúmenes*

- del IX Congreso Nacional de Ictiología*. 13 – 16 de septiembre del 2004.
- Ramírez-Martínez, C. (2005). La producción y comercialización de peces de ornato de agua dulce, como vector de introducción de especies acuáticas invasivas en México. *México: INAPESCA*.
- Reis, R., and Weber, C. (1990). Review of the genus *Hypostomus* la cepede, 1803 from southern Brazil, with descriptions of three new species. *Revue suisse de Zoologie*, 97 (3), 729 - 766.
- Ricker, W. (1975). Computation and interpretation on biological statistics of fish population. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-392.
- Roff, D. (1984). The evolution of life history parameters in teleosts. *Journal Fisher. Aquat. Sc.* 41: 989 – 1000.
- Román-Valencia, C. y Samudio, H. (2007). Dieta y reproducción de *Lasiacistrus caucanus* (Pisces: Loricariidae) en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 9: 95-101.
- Rueda-Jasso, A., Mendoza, F., Sánchez, E., Pardo, C. and Martínez, A. (2011) The biological and reproductive parameters of the invasive armored catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* from Adolfo López Mateos El Infiernillo Reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico. *Revista Mexicana de biodiversidad*, Vol. 84 – 2012.
- Rzendowski, J. (2006). Vegetación de México. 1ra. Edición digital. *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México*, 504.
- Saborido, F. (2004). Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. España: CSIC, *Universidad de Vigo*, 71.
- Samat, A., Shukor, M., Mazlan, A., Arshad, A. and Fatimah, M. (2008). Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3: 48-53.
- Santana-Hernández, H., Macías, R. y Vidaurri, A. (1996). Relación entre la abundancia de peces de pico y la temperatura del agua en el Pacífico mexicano. *Ciencia Pesquera*, 13: 62-65.
- Tan, B. and Tan, K. (2003). In *Invasive alien species in South-Southeast Asia*. National

- reports and directory of resources, N. Pallewatta, J. K. Reaser y A. T. Gutiérrez (eds.). *Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa.*, 85-90.
- Trujillo, J. (1998). Dinámica trófica de la ictiofauna del río Amacuzac, Morelos, México. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México DF.*,101.
- Vazzoler, A. (1981). Manual de métodos para estudios biológicos de poblaciones de peces: Reproducción y crecimiento: Ramos LA, Konrad HG. 1998/1999. Reproductive biology of *Hemiancistrus* sp. (Osteichthyes, Loricariidae) from Sinos River, RS. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo.*, 25: 45-50.
- Vazzoler, A. (1996). Biología da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá: *EDUEM/SBI/CNPq/Nupelia.*, 169.
- Vitousek, P., D'Antonio, C., Loope, L. and Westbrooks, R. (1996). Biological invasions as global environmental change. *Am. Sci.*, 84: 468–478.
- Weber, C. (2003). Subfamily Hypostominae (armored catfishes). In Check list of the freshwater fishes of South and Central America, R. E. Reis, S. O. Kullander y C. J. Ferraris, Jr. (eds.). *EDIPUCRS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.*, Xi+729 p.
- Welcomme, R. (1988). International Introductions of Inland Aquatic Species. FAO. Fisheries Technical Paper. Obtenido de:
<http://www.fao.org/3/ax5628e/index.html%5Chttp://www.fao.org/documents/card/en/c/7ea21ce-7c86-5ef0-8696-8315f4a87a14/>
- Wakida-Kusunoki, A., Ruíz, C. and Amador del Angel, L. (2007). Amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Loricariidae), another exotic species established in southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist.*, 52: 141-144.
- Wakida-Kusunoki, A. y Amador del Ángel, L. (2009). Nuevos registros de los plecos *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau 1855) y *P. disjunctivus* (Weber 1991) (Siluriformes: Loricariidae) en el Sureste de México. *Rev. Hidrobiológica.*, 18 (3): 251-256.
- Wakida-Kusunoki, A. y Amador del Ángel, L. (2011). Aspectos biológicos de la especie invasor plecos *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad.*
- Yossa, M. and Araujo, L. (1998). Detritivory in two Amazonian fish species. *Journal of*

Fish Biology, 52(6): 1141-1153

Zar, J. (1996). Biostatistical analysis, tercera edición. *Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey*, 960.