



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

LABORATORIO DE FISIOLÓGÍA Y RECURSOS ACUÁTICOS



**COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA
(VIEJA FENESTRATA) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE
SEXOS E INDIVIDUOS**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

JOSELYNE JUÁREZ CASTELLANOS

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DRA. SUSANA CAMARILLO COOP

EN CODIRECCIÓN DE:

DR. CÉSAR ANTONIO SEPÚLVEDA QUIROZ

VILLAHERMOSA, TABASCO. DICIEMBRE DE 2025

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, el día 21 del mes de noviembre del año 2025, la que suscribe **Joselyne Juárez Castellanos** alumna del Programa de Licenciatura en Biología con número de matrícula **172G22093** adscrita a la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autora de la Tesis presentada para la obtención del título de Licenciatura en Biología y titulada "**COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (*Vieja fenestrata*) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS**" dirigidos por la Dra. Susana Camarillo Coop y él Dr. César Antonio Sepúlveda Quiroz.

DECLARO QUE:

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

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

Villahermosa, Tabasco a 21 de noviembre 2025.

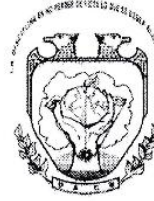


Joselyne Juárez Castellanos



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

Villahermosa, Tab., a 24 de Noviembre de 2025


ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

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

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza a la **C. JOSELYNE JUÁREZ CASTELLANOS** egresada de la Lic. en **BIOLOGIA** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis denominado: **"COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (VIEJA FENESTRATA) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E


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

**UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



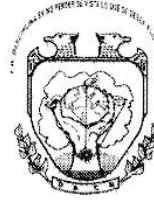
DIRECCIÓN

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



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



NOVIEMBRE 24 DE 2025

**C. JOSELYNÉ JUÁREZ CASTELLANOS
PAS. DE LA LIC. EN BIOLOGIA
P R E S E N T E**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 111 al 113 del Cap. IV del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, bajo la Modalidad de Memoria de Trabajo denominado: **"COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (VIEJA FENESTRATA) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS"**, asesorado por la Dra. Susana Camarillo Coop y Dr. César Antonio Sepúlveda Quiroz sobre el cual sustentará su Examen Profesional, cuyo jurado está integrado por el Dr. Carlos Alfonso Álvarez González, Dra. Carina Shianya Álvarez Villagómez, Dra. Susana Camarillo Coop, Dra. Susana del Carmen de la Rosa García y Dr. Rafael Martínez García.

**ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE**

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

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



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**

21 de noviembre de 2025

C. JOSELYNE JUÁREZ CASTELLANOS
Pasante de la Lic. en Biología

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

Por este conducto, hago de su conocimiento las observaciones, el índice de similitud y el reporte de originalidad obtenido a través de la revisión en la plataforma iThenticate de su trabajo recepcional **COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (VIEJA FENESTRATA) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS.**

OBSERVACIONES:

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

RESULTADO DE SIMILITUD	0 %
	7537 palabras, 37 páginas

Finalmente, se les solicita a la **C. JOSELYNE JUÁREZ CASTELLANOS**, integrar en la versión final del trabajo recepcional, este oficio y el informe de originalidad con el porcentaje de similitud de Turnitin iThenticate.

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

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

DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p. Dra. Susana Camarillo Coop. Directora de tesis
C.c.p. Dr. César Antonio Sepúlveda Quiroz. Codirector de tesis
C.c.p. Archivo

Joselyne Juárez Castellanos

**COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA
NEGRA (VIEJA FENESTRATA) BAJO CONDICIONES DE PROP...**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:531449172

Fecha de entrega

21 nov 2025, 2:45 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

21 nov 2025, 2:48 p.m. GMT-6

Nombre del archivo

Joselyne Juárez Castellanos_TR tesis.pdf

Tamaño del archivo

1.1 MB

37 páginas

7537 palabras

42.620 caracteres

0% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 16 palabras)
- ▶ Abstract
- ▶ Trabajos entregados

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencia excluida

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad




N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 0%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1 Internet

core.ac.uk

<1%

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 21 de noviembre 2025.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR en la producción, creación y/o realización de la obra denominada "COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (*Vieja fenestrata*) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS". Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un periodo de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADORES

Joselyne Juárez Castellanos



Dra. Susana Camarillo Coop



Dr. César Antonio Sepúlveda Quiroz



TESTIGOS



C. Abel Juárez Trejo



C. César Juárez Castellanos

DEDICATORIA

A mis asesores César, Emyr y Susi por haberme guiado, enseñado pacientemente y haber puesto a mi disposición todos los elementos necesarios para culminar mi trabajo de tesis.

A mi familia que son mi mayor apoyo, les dedico este trabajo que con mucho amor y sentimiento logré finalizar.

A mi hermanito César, compañero de risas y travesuras. Que este logro te muestre que siempre vale la pena luchar por lo que se sueña.

A mis primos Erick y Karina por animarme siempre a superar mis metas, quienes han estado conmigo durante esta etapa de la vida lo cual les agradezco por creer en mi y ayudarme a crecer como persona.

A mi mejor amiga Claritsa por quedarse a mi lado durante los momentos difíciles, por brindarme recuerdos y momentos inolvidables, quien me enseñó el verdadero significado de la amistad.

A mis compañeros, Josué y Juanito, por su disposición, ayuda y consejos les agradezco el tiempo compartido.

A mi novio Jorge Luis, que llegó a mi vida en silencio en este camino lleno de cansancio y esfuerzo, tu presencia fue un respiro, un recordatorio de que incluso en medio de las metas mas difíciles, también hay espacio para la dulzura. Esta etapa termina, pero la compañía se ha vuelto un comienzo hermoso en medio del todo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
MARCO TEÓRICO	17
Comportamiento agresivo en peces	17
Comportamiento agresivo en cíclidos	18
Tipos de comportamientos en peces	18
JUSTIFICACIÓN	19
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	20
OBJETIVOS	20
OBJETIVO GENERAL	20
OBJETIVOS PARTICULARES	20
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Obtención de reproductores	21
Separación Machos y Hembras	22
Sexado de Reproductores	23
Sistema de grabación	24
Tipos de Interacciones	25
ESTADÍSTICOS	27
RESULTADOS	28
Comportamientos en reproductores de la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>)	28
Comportamiento agresivo	31
Comportamiento por sexo	32
Refugios	33
Proporción de sexos	33
Correlaciones	33
DISCUSIÓN	37
Agresividad	37
Refugios	39
Proporción de sexos	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
LITERATURA CITADA	43

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1. Combinaciones utilizadas para identificación de interacciones en la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>) de manera individual y con incremento de organismos.....</u>	26
<u>Tabla 2. Combinaciones utilizadas para las interacciones intersexuales en la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>) con incremento de organismos de diferentes sexos.</u>	26
<u>Tabla 3. Comportamientos agresivos identificados en reproductores de la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>).....</u>	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplares adultos de mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>). A) Hembra, B) Macho.....	22
Figura 2. Jaula elaborada con marco de PVC y malla en la cual se separaron los organismos previamente identificados como macho o hembra.....	23
Figura 3. Sexado de los organismos mediante canulación.....	24
Figura 4. Imagen representativa de las combinaciones individuales y grupales hembra/macho en diferentes proporciones.....	27
Figura 5. Comportamiento agresivo identificados en la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>).....	32
Figura 6. Correlaciones entre eventos agresivos y sexo con reproductores de mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>).....	34
Figura 7. Correlación de eventos agresivos y el número de peces por tanque con reproductores de mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>).....	35
Figura 8. Correlaciones entre comportamientos agresivos y la proporción de sexo con reproductores de mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>).....	36

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento en reproductores de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*) ante diferentes proporciones de sexo, refugio y número de individuos. Los ejemplares provenían de un lote perteneciente al Laboratorio de Fisiología y Recursos Acuáticos (LAFIRA) (DACBiol). Se utilizaron 10 hembras y 18 machos, los cuales mediante la técnica de canulación y sexado, se comprobó que estaban maduros sexualmente. Para identificar y caracterizar cada comportamiento se utilizó un sistema de grabación mediante dos cámaras acuáticas montadas en dos peceras rectangulares (90 cm x 65 cm x 50 cm), el tiempo de grabación fue de 10 minutos. Se evaluaron los comportamientos de los reproductores de la mojarra negra de manera individual e intrasexuales macho-macho, hembra-hembra con efecto de incremento 2, 3 y 5 organismos, al igual se identificó las interacciones intersexual en diferentes proporciones de sexo hembra-macho (1:1; 1:2; 1:3; 1:5; 2:1; 3:1; 5:1) con presencia o ausencia de refugio, cada interacción se realizó por triplicado. Para el análisis de datos se utilizó la prueba T-de Students de cada comportamiento, cuantificando y analizando el número de réplicas de cada video, para la visualización entre las variables analizadas (sexo, refugio y proporciones). Se obtuvo en total 10 comportamientos agresivos del total de 1902 eventos. El que presentó mayor número de registros fue "huida" seguido de "interacción agresiva lateral". El mayor número de comportamientos fue registrado en las hembras (567) así como la mayor duración de la agresión en ausencia de refugios, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Asimismo, se observaron correlaciones entre el número de eventos agresivos y el número de machos por estanque ($r^2 = 9362$) cuando no se utilizaron refugios, y cuando se utilizaron refugios ($r^2 = 8597$). Este trabajo servirá para futuras investigaciones sobre el comportamiento en cíclidos al ser una especie con alto potencial en la región, sin embargo, se recomienda profundizar en otras áreas de interés como la nutrición y la fisiología.

Palabras clave: Cichlidae, agresividad, comportamiento, jerarquía, dominancia.

ABSTRACT

The current study had his goal at evaluate the behavior of black crappie (*Vieja fenestrata*) spawners under different sex ratios, shelter, and number of individuals. The specimens were taken from a batch belonging to the Laboratory of Physiology and Aquatic Resources (LAFIRA) (DACBioI). Ten females and 18 males were used, their mature sexually mature using the cannulation and sexing techniques, a recording system was used to identify and characterize each behavior using two aquatic cameras mounted in two rectangular fish tanks (90 cm x 65 cm x 50 cm). The recordings lasted 10 minutes. The behaviors of black crappie breeders were evaluated individually and intrasexually male-male, female-female with an increase effect of 2, 3 and 5 organisms, and intersexual interactions were identified in different female-male sex ratios (1:1; 1:2; 1:3; 1:5; 2:1; 3:1; 5:1) with the presence or absence of shelter, each interaction was performed in triplicate. For data analysis, the Students' T-test was used for each behavior, quantifying and analyzing the number of replicas of each video, for visualization between the variables analyzed (sex, shelter and proportions). A total of 10 aggressive behaviors were obtained with a total of 1902 events, of which the most recorded was escape followed by lateral aggressive interaction. A greater number of behaviors were recorded in females (567) and a longer duration of the aggression in the absence of shelters, these differences were not statistically significant. Likewise, correlations were observed between the number of aggressive events and the number of males per pond: $r^2 = 9362$ when no refuges were used and $r^2 = 8597$ when refuges were used. This work will inform future research on cichlid behavior, as this species has significant potential in the region. We recommend further studies focused on other areas of interest such as nutrition and physiology.

Keywords: Cichidae, aggression, behavior, hierarchy, dominance.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura se caracteriza por ser una actividad pesquera encargada de producir y engordar organismos acuáticos mediante estanques de tierra, cultivos intermareales, costeros y cultivos en jaulas flotantes sumergidas en presas, lagos, pantanos, esteros y mar, con la finalidad de reproducir peces y crustáceos de agua dulce y salobre que sirven de alimento para el hombre. La producción pesquera a nivel mundial en el 2016 alcanzó los 171 millones de toneladas, la acuicultura representó el 47% (FAO, 2018). De los países con mayor producción en esta actividad se encuentra Asia con el 85% de la producción a nivel mundial (FAO, 2016). Si bien la acuicultura ayuda a cumplir con uno de los objetivos del desarrollo sustentable, que se refiere al aseguramiento alimenticio, también provee más del 25% de la proteína animal que se requiere en la elaboración de dietas destinadas en la producción de otros organismos (Espinós, 2020).

En México los organismos que se utilizan para acuicultura son especies en su mayoría nativas dulceacuícolas, que se pueden encontrar en las distintas cuencas hidrológicas destacando el sistema Lerma-Santiago, el sistema Grijalva-Usumacinta, el río Pánuco, el río Balsas, el río Ameca, el río Papaloapan, el río Conchos y el río Tunal (Torres-Orozco, 2011).

Uno de los grupos de peces dulceacuícolas más utilizados en esta actividad son los cíclidos del orden Cichliformes (Miller, 2010). México cuenta con gran diversidad biológica estimándose cerca del 10% de especies endémicas en el país (De la Vega, 2003), registrándose una mayor diversidad en el sureste mexicano, constituido por 57 especies aproximadamente (Miller, 2005).

La tilapia es un pez cíclido distribuido desde América central, el sur del Caribe, sur de Norteamérica, sureste asiático, Medio Oriental y África. Su producción proviene tanto de la captura como de la acuicultura, ocupando a nivel mundial el segundo lugar en producción acuícola (SAGARPA, 2015).

Dentro del grupo de cíclidos se encuentra el género *Vieja*. Los organismos que lo integran se caracterizan por ser peces teleósteos distribuidos desde el Atlántico y el Pacífico de América del Norte y Central desde el sur de México hasta Panamá (McMahan et al., 2010).

En 2010, se realizaron las reseñas de 16 especies de *Viejas*: *argentea*, *bifasciata*, *bocourti*, *breidohri*, *fenestrata*, *guttulata*, *hartwegi*, *heterospila*, *intermedia*, *maculiacauda*, *panamensis*, *pearsei*, *regani*, *synsipila*, *ufermani* y *zonata*. De las antes mencionadas, en México, la especie *V. fenestrata* se distribuye en los estados de Veracruz, Oaxaca y Puebla, predominando en arroyos, ríos y lagos, e incluso en aguas salobres (Miller, 2010). También se ha registrado en el estado de Tabasco en la región de Los Ríos, comprendida en la red hídrica del río Usumacinta.

Gunther (1860) caracterizó la especie *Vieja fenestrata* con el nombre común Mojarra de la Lana debido a su localización en el río de la Lana, un arroyo de la cuenca del Papaloapan, en Veracruz. Obregón (1990) realizó un inventario ictiofaunístico nombrando a la especie *V. fenestrata* comúnmente paleta constituyendo a nuevos registros de características en cuanto a la especie, requiriéndose mayores investigaciones en cuanto a su distribución hídrica en el sureste mexicano.

Una de las características de identificación entre especies del género *Vieja* es la pendiente y forma de la banda caudal, por ejemplo, *Vieja melanura* posee una banda oscura que se extiende desde el pedúnculo caudal hacia la parte anterior junto con sus diferentes patrones de coloración (McMahan et al., 2017) mientras que *Vieja hartwegi* se puede reconocer por una segunda franja más delgada y horizontal a la franja mediolateral además de poseer manchas rojas en la cabeza (Taylor & Miller, 1980).

Diferentes estudios realizados en las especies del género *Vieja* mencionan que éstas presentan gran variabilidad morfológica en cuanto a la forma del cuerpo, coloración y características merísticas y morfométricas confirmándose que existe el polimorfismo en esta especie (Gómez et al., 2018).

Los peces cíclidos presentan alto potencial en la producción acuícola, por lo que es de suma importancia conocer su comportamiento e interacción para un mejoramiento reproductivo y cultivo de cada especie. En este sentido, la etología es una rama de estudio que comprende a la ecología de la conducta animal (Landaeta Hernandez, 2011), donde las condiciones de manejo de los peces juegan un papel importante con base en la conducta y en las relaciones sociales de los peces. Gil-Perera (2008) menciona que la territorialidad y competición entre los organismos se basa en la búsqueda de alimento, supervivencia y éxito reproductivo. La agresividad es una de las conductas frecuentes en estos peces, y esta es una de las causas por el cual ocurre este comportamiento hacia otros peces (Biachi & Sperotti, 2016).

Por este motivo, el presente trabajo tuvo como objetivo caracterizar el comportamiento entre machos y hembras de la mojarra negra (*V. fenestrata*) analizando el comportamiento e interacción en los reproductores bajo diferentes proporciones de sexo y número de individuos en diferentes escenarios. Generando las bases para su mejoramiento en la reproducción de la especie y aportando al aprovechamiento de las especies nativas que se encuentran en el estado de Tabasco.

MARCO TEÓRICO

Comportamiento agresivo en peces

El comportamiento agresivo es un factor crucial para la competencia inter e intraespecífica donde la agresión se mide entre dos organismos en diferentes escenarios. Sin embargo, la presencia de más oponentes aumenta la variación de comportamiento debido a las respuestas agresivas que se presenta entre ellos (Balzarini et al., 2014).

Los peces teleósteos y en particular los cíclidos africanos forman jerarquías sociales centrada en la búsqueda de recursos en donde suelen competir por territorio,

alimentación o reproducción, desarrollándose la regulación de jerarquías de dominancia y subordinado (Chen & Fernald, 2011).

Comportamiento agresivo en cíclidos

Las investigaciones que se han enfocado al comportamiento en peces son escasas, entre los grupos más estudiados están los cíclidos que se caracterizan por presentar comportamientos instintivos, regulados por señales de tipo visual y olfativo-gustativo para comunicarse (Biachi & Sperotti, 2016).

Golcaves (2006) estudió la agresividad en juveniles del pez amazónico (*Astronotus ocellatus*) mediante el aislamiento social. Encontró que la agresividad aumenta cuando el aislamiento se da a largo plazo, sin embargo, no todos los organismos responden de la misma manera. Este autor asume que también son factores detonantes la sobrepoblación e instintos propios de la especie.

Para la comprensión de los efectos sociales en peces, Desjardins et al. (2012) analizó las interacciones de conducta en el pez *Astatotilapia burtoni*, comprobando la presencia de jerarquías de atención, donde los machos subordinados se comportaban de manera no agresiva en presencia de machos territoriales, mostrando agresividad y cortejo hacia las hembras fuera del ángulo visual de peces dominantes. Por otro lado, se menciona que los machos territoriales tienden a presentar una coloración brillante a diferencia de los peces subordinados que mostraban coloraciones oscuras e incluso interactuaban con mayor frecuencia en el círculo social de las hembras (Russell & Hirata, 1977).

Tipos de comportamientos en peces

Los estatus de jerarquía en peces tienden a cambiar debido a las oportunidades sociales a la que se presente, como es el caso de los machos subordinados que muestran comportamientos territoriales y reproductivos en cuestión de minutos para convertirse en peces dominantes (Maruska & Fernald, 2010).

La descripción del comportamiento agresivo indica que se trata de un comportamiento de defensa el cual consiste en persecuciones en círculos, mordidas, gargantas hinchadas, movimientos de aletas y opérculos branquiales levantados, colocándose de manera perpendicular con respecto a su contendiente que nada en círculos alrededor de su atacante (Biachi & Sperotti, 2016). También se han descrito comportamientos no agresivos y sociales, por ejemplo, las conductas de seguimientos, nataciones paralelas, empujones suaves, contactos bucales y reposo (Sopink et al., 2009).

León (2012), menciona que los peces machos de mayor tamaño muestran mayor habilidad de lucha en interacciones agresivas contra otros machos de talla similar a diferencia de las hembras con un menor número de interacciones contra oponentes de su misma especie. En cambio, Aubin-Horth et al. (2007) demostró gran similitud de comportamientos dominantes en machos y hembras mediante niveles de testosterona y expresión de genes, demostrándose que las hembras son reproductivamente hábiles similar a machos dominantes.

JUSTIFICACIÓN

La especie nativa de cíclido *Vieja fenestrata* tiene un alto potencial para su cultivo con fines productivos y acuariofilia en el sureste de México. Sin embargo, su comportamiento no ha sido estudiado como en otros organismos de la región por lo que esta investigación recabó información para mejorar su manejo y éxito reproductivo en los sistemas de cultivos de la región. Por este motivo, la presente investigación tuvo como propósito estudiar el comportamiento y la interacción entre individuos reproductores de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*), considerándose que son organismos muy territoriales y competitivos en la búsqueda de refugio, alimentación y reproducción. Esta investigación demostró información necesaria para fomentar el uso de esta especie nativa en la región, impactando benéficamente en el sector social y ecológico.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las hembras de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*) presenta más comportamientos agresivos que los machos?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento ante diferentes proporciones de sexo, refugio y número de individuos en reproductores de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

OBJETIVOS PARTICULARES

Identificar y caracterizar el comportamiento en reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*) de manera individual y grupal (2, 3 y 5 organismos) entre organismos del mismo sexo (macho-macho y hembra-hembra), con presencia y ausencia de refugio.

Identificar y caracterizar el comportamiento en reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*) mediante interacciones intersexuales en diferentes proporciones de hembras y machos (1:1; 1:2; 1:3; 1:5; 2:1; 3:1; 5:1), con presencia y ausencia de refugio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de reproductores

Los ejemplares de la mojarra negra (*V. fenestrata*) utilizados para el siguiente estudio fueron tomados de un lote de reproductores perteneciente al Laboratorio de Fisiología y Recursos Acuáticos (LAFIRA) de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), México.

El lote de reproductores de *V. fenestrata* se mantuvo en una geomembrana de polietileno con medidas de 9 m × 1.20 m con una capacidad aproximada de 75 m³. Los peces seleccionados fueron reproductores ya con madurez sexual y sexo determinado, identificados mediante la técnica de canulación, de acuerdo con Palacios & Duncan (2016). Se registró el peso de cada organismo mediante una balanza electrónica (BAPRE-3 Rhino, México) de precisión 0.01 g. La talla se calculó mediante el análisis de fotografías de los organismos mediante el software ImageJ. Se utilizaron 10 hembras (122 ± 27 g) y 18 machos (160 ± 28 g) los cuales se obtuvieron mediante arrastres con red con luz de malla de 2.5 cm para evitar lesiones en branquias, aletas, cabeza y cuerpo (Figura 1).



Figura 1. Ejemplares adultos de mojarra negra (*Vieja fenestrata*). A) Hembra, B) Macho.

Separación Machos y Hembras

Una vez que se obtuvieron los organismos, estos fueron separados por sexo y se colocaron en dos jaulas cuadrangulares de 1.25 × 1.25 m, elaboradas con red de pesca, hilo y soportes de PVC (Figura 2).



Figura 2. Jaula elaborada con marco de PVC y malla en la cual se separaron los organismos previamente identificados como macho o hembra.

Sexado de Reproductores

Para el proceso de canulación y sexado, los peces fueron adormecidos con una solución preparada de cuatro gotas de aceite de clavo por cada 10 litros de agua, por un periodo de tres a cinco minutos (Cervantes, 2021). La identificación de anestesia profunda se corrobora cuando el pez muestra pérdida total del equilibrio y un ritmo opercular bajo (Murgas et al., 2010). Una vez anestesiado el pez, se colocó lubricante en la zona de la papila genital para una mayor facilidad de la introducción de la cánula de plástico transparente de 200 μm de diámetro. Se insertó la cánula en la papila genital y se extrajo una muestra mediante succión oral (Nash

& Kuo, 1976) (Figura 3a). Se identificó como machos a los organismos que poseen un líquido blancuzco (semen) (Figura 3b) y como hembras a los organismos que presentaron pequeños huevecillos con estadio de desarrollo variable los cuales fueron observados en un estereoscopio (Zeiss DV4, Alemania) (Figura 3c).

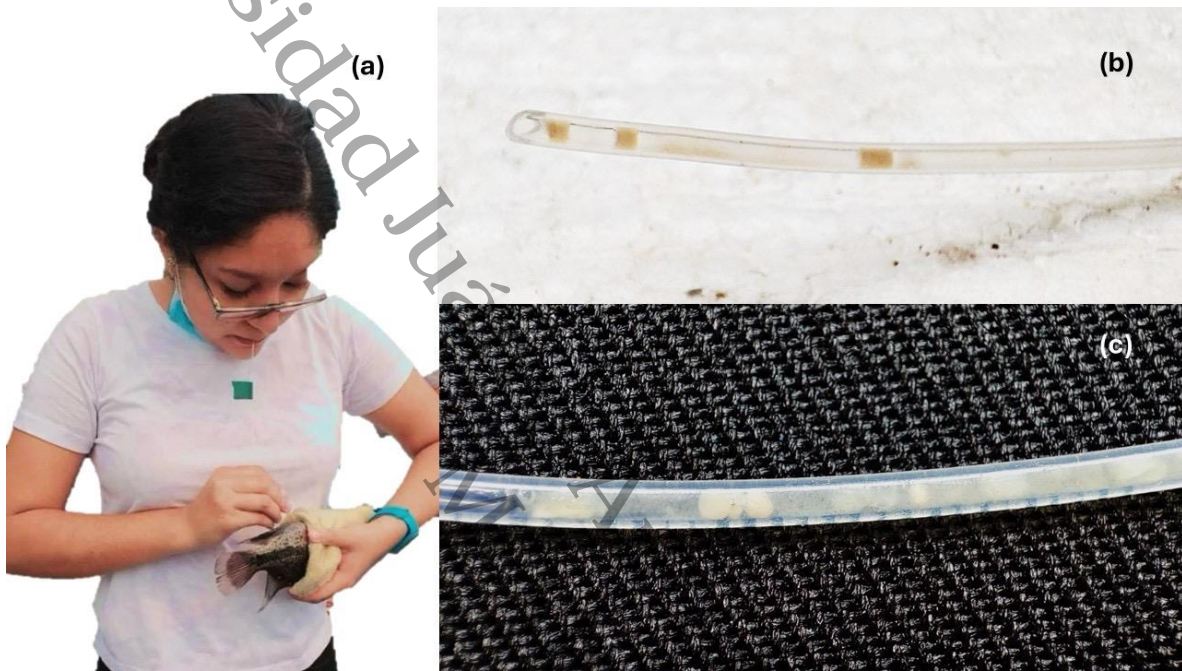


Figura 3. Sexado de los organismos mediante canulación.

a) inserción de cánula y succión. b) cánula con material biológico (semen) obtenido de machos. c) cánula con material biológico (huevos) obtenido de hembras.

Sistema de grabación

El comportamiento de los organismos fue registrado mediante dos cámaras acuáticas (Gopro HERO Silver7, China) montadas en dos peceras rectangulares (90 x 65 x 50 cm) con una capacidad de 292.5 litros, aunque solamente se utilizó un tercio de su capacidad (100 L). El montaje de las cámaras se realizó mediante un sistema de PVC guardando una distancia de 1.10 m de la superficie del agua, con la finalidad de que cada grabación cubriera el área total de la pecera; las

grabaciones tuvieron una duración de 10 minutos. Antes de cada grabación los organismos fueron mantenidos 20 minutos en la pecera como tiempo de aclimatación. Una vez finalizada la grabación los organismos fueron devueltos a sus jaulas correspondientes en la geomembrana.

Tipos de Interacciones

Se evaluaron las grabaciones de los reproductores en la mojarra negra (*V. fenestrata*) identificando los comportamientos específicos como territorialidad y agresividad en interacciones individuales e intrasexuales macho-macho, hembra-hembra, con efecto de cantidades de incremento 2, 3 y 5 organismos, con presencia o ausencia de refugio, cada interacción se realizó por triplicado (Tabla 1, Figura 4). Para la identificación y caracterización de pruebas con interacciones intersexuales, se realizaron en diferentes proporciones de sexo hembra – macho (1:1; 1:2; 1:3; 1:5; 2:1; 3:1; 5:1) con presencia o ausencia de refugio, realizándose por triplicado cada interacción (Tabla 2, Figura 4).

Se utilizaron como refugio un tubo de PVC (20 cm de largo, 4 pulgadas de diámetro), el cual fue colocado al centro de la pecera.

Tabla 1. Combinaciones utilizadas para identificación de interacciones en la mojarra negra (*Vieja fenestrata*) de manera individual y con incremento de organismos.

Interacciones individuales por sexo con incremento de organismos	
1 Macho con/sin refugio	1 Hembra con/sin refugio
2 Machos con/sin refugio	2 Hembras con/sin refugio
3 Machos con/sin refugio	3 Hembras con/sin refugio
5 Machos con/sin refugio	5 Hembras con/sin refugio

Tabla 2. Combinaciones utilizadas para las interacciones intersexuales en la mojarra negra (*Vieja fenestrata*) con incremento de organismos de diferentes sexos.

Interacciones Intersexuales
1 Hembra 1 Macho con/sin refugio
1 Hembra 2 Machos con/sin refugio
1 Hembra 3 Machos con/sin refugio
1 Hembra 5 Machos con/sin refugio
2 Hembras 1 Macho con/sin refugio
3 Hembras 1 Macho con/sin refugio
5 Hembras 1 Macho con/sin refugio

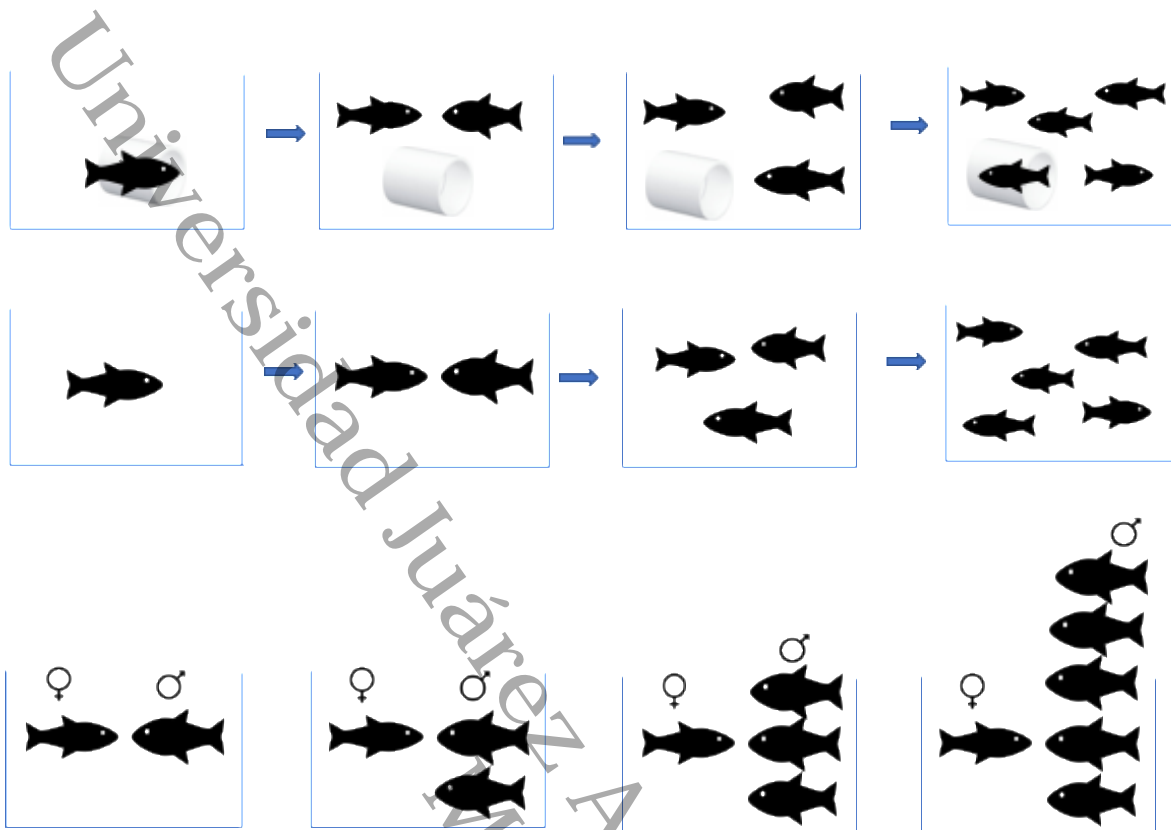


Figura 4. Imagen representativa de las combinaciones individuales y grupales hembra/macho en diferentes proporciones.

ESTADÍSTICOS

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) para peso y talla de los peces utilizados. Los datos de interacción fueron analizados mediante la prueba T- de Students de cada comportamiento cuantificando y analizando el número de réplicas de diferentes comportamientos repetitivos en cada video, registrándose en una base de datos con la herramienta de escritorio Microsoft Excel. De esta forma, se verificó los comportamientos agresivos entre las diferentes proporciones de sexo e individuos.



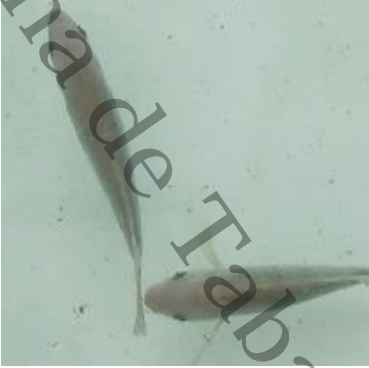
Para visualizar la relación que existe entre las variables analizadas (sexo, refugios y proporciones), se realizaron diversas correlaciones a través de un análisis de covarianza (Zar, 1999) utilizando el software Prism V. 9.0.

RESULTADOS

Comportamientos en reproductores de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

Se obtuvieron un total de 90 grabaciones con un promedio de duración de 10 minutos en cada video registrándose un tiempo total de 15.36 horas. Se identificaron 10 comportamientos que fueron clasificados como agresivos: persecución, confrontamiento boca a boca, huida, territorialidad, confrontamiento circular, reflejo, dominancia, e interacción agresiva, este último descrito con tres variantes según la posición del agresor: 1) Frontal, 2) Lateral y 3) Posterior (Tabla 3).

Tabla 3. Comportamientos agresivos identificados en reproductores de la mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

Comportamiento	Descripción	Fotografía representativa
Persecución	Un pez persigue a otro pez durante un lapso determinado.	
Interacción boca a boca	Dos peces se muerden y se sujetan por la boca, mientras nadan hacia atrás y adelante.	
Escape	El pez agredido ejecuta un nado veloz alejándose del atacante.	

Territorialidad	Cuando un pez se apropia del refugio agrade a todo pez que se acerque.	
Interacción circular agresiva	Dos peces se muerden mutuamente nadando en círculos.	
Reflejo	El pez ataca su propio reflejo.	
Dominancia	Un pez "dominante" incita a otro a permanecer en un lugar.	

Interacción agresiva: Frontal	Un pez ataca a otro pez frente a frente.	
Interacción agresiva: Lateral	Un pez muerde a otro pez en su costado.	
Interacción agresiva: Posterior	Un pez muerde a otro pez cerca de la aleta caudal.	

Comportamiento agresivo

En total, se registraron 1902 eventos de comportamientos agresivos, de los cuales el de mayor registro fue huidas (541), seguido por interacción agresiva lateral (533), persecución (240), reflejo (188), interacción agresiva posterior (143), interacción agresiva frontal (111), territorialidad (61), interacción boca a boca (48), interacción circular agresiva (32) y finalmente dominancia (5) (Figura 5a).

Con respecto a la duración del tiempo (s), el total de los comportamientos agresivos fue de 4973.07 s. El comportamiento reflejo presentó el mayor tiempo (1150.19), seguido por huida (1007.47), interacción boca a boca (845.34), interacción agresiva lateral (595.31), persecución (583.06), interacción circular agresiva (227.05), dominancia (215.52), interacción agresiva posterior (137.26), territorialidad (116.38), finalmente interacción agresiva frontal (95.49) (Figura 5b).

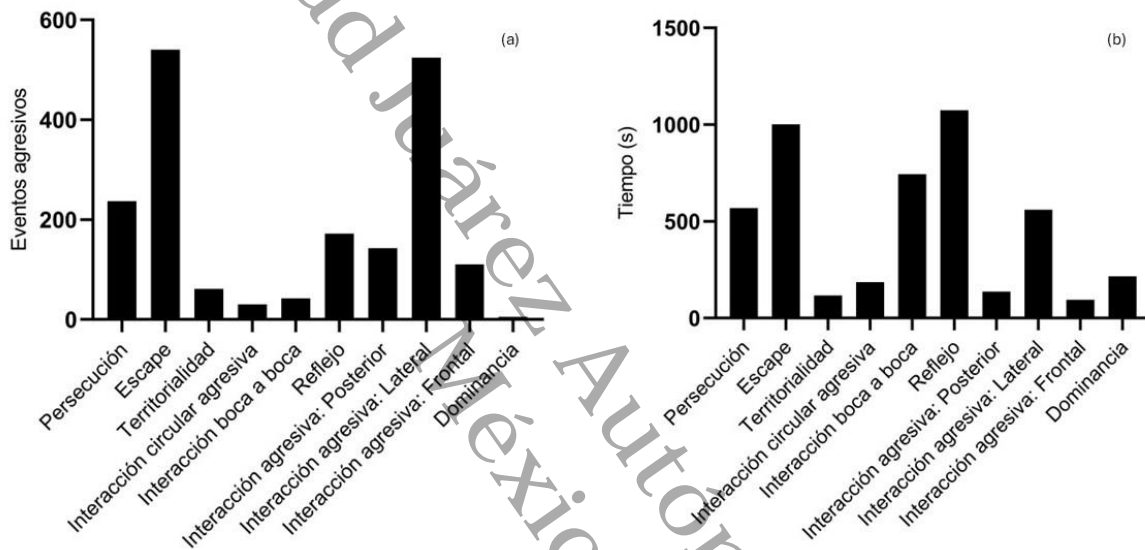


Figura 5. Comportamiento agresivo identificados en la mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

Comportamiento por sexo

Al comparar los comportamientos agresivos entre machos y hembras, se registró el mayor número de comportamientos en hembras con 567, mientras que, en machos fue de 349. Con respecto al tiempo fue proporcional al número de eventos, registrándose un mayor tiempo de comportamiento agresivo en hembras (1483.94 s) en comparación a machos (994.52 s). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas.

Refugios

Al analizar el total de los comportamientos agresivos con el factor presencia de refugios, se registraron un total de 962 comportamientos en experimentos con refugio y 940 comportamientos en experimentos sin refugio. El tiempo de estos comportamientos fue de 2017.48 s en experimentos con refugio y 2955.59 s en experimentos sin refugio. Estos resultados no presentaron diferencia significativa.

Proporción de sexos

Al usar un macho y variar las proporciones de hembras se obtuvieron un total de 500 comportamientos agresivos, lo que correspondió a 1284.54 s. Un menor número de comportamientos agresivos se registraron al colocar una hembra con diversos machos (486) con un tiempo total de 1210.07 s. Estos resultados no presentaron diferencia significativa.

Correlaciones

La relación entre el número de eventos agresivos y el número de machos por estanque fue de $r^2=0.9362$ cuando no se utilizaron refugios, y de $r^2=0.8597$ cuando se utilizaron refugios (Figura 6a), mientras que en hembras con refugio la relación fue de $r^2=0.9995$ y de $r^2=0.6607$ al no usar refugios (Figura 6b). La relación entre el tiempo de comportamientos agresivos y el número de machos fue mayor cuando no se presentó refugio ($r^2=0.803$) y menor cuando se utilizó un refugio ($r^2=0.2883$) (Figura 6c). En hembras, se observó lo contrario, al usarse un refugio la relación entre el tiempo de comportamientos agresivos y el número de hembras fue mayor ($r^2=0.9601$) y menor al no usar refugio ($r^2=0.1954$) (Figura 6d).

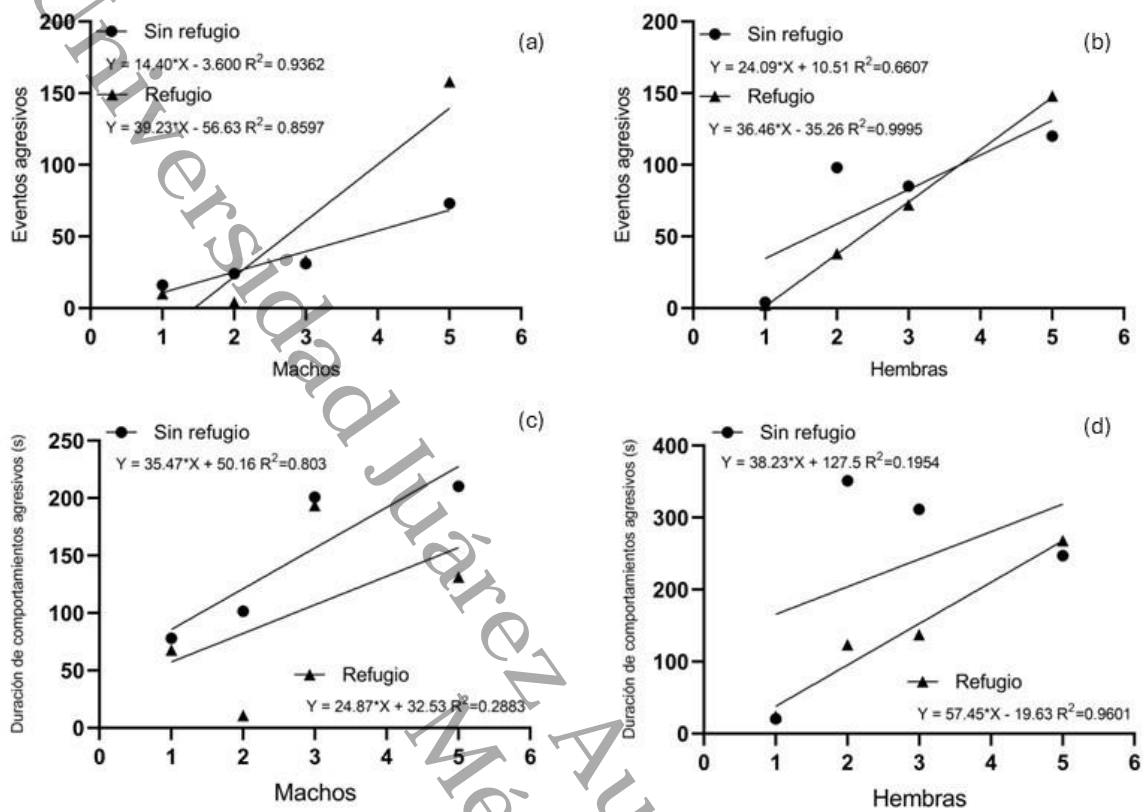


Figura 6. Correlaciones entre eventos agresivos y sexo con reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*)

En la comparación entre machos y hembras sin refugio y el número de comportamientos agresivos y el número de organismos, los machos presentaron una mayor relación ($r^2=0.9362$) en comparación de las hembras ($r^2=0.6607$) (Figura 7a). Por su parte, machos y hembras con refugio y el número de comportamientos agresivos y el número de organismos, las hembras presentaron una mayor relación ($r^2=0.9995$) que los machos ($r^2=0.8597$) (Figura 7b). La relación entre la duración de los comportamientos agresivos y el número de peces por estanque indicó que los machos sin refugio presentaron una mayor relación ($r^2=0.803$) a diferencia de hembras sin refugio ($r^2=0.1954$) (Figura 7c). En esta misma comparativa pero ahora con el uso de refugios, la relación fue mayor en las hembras ($r^2=0.9601$) que en los machos ($r^2=0.2883$) (Figura 7d).

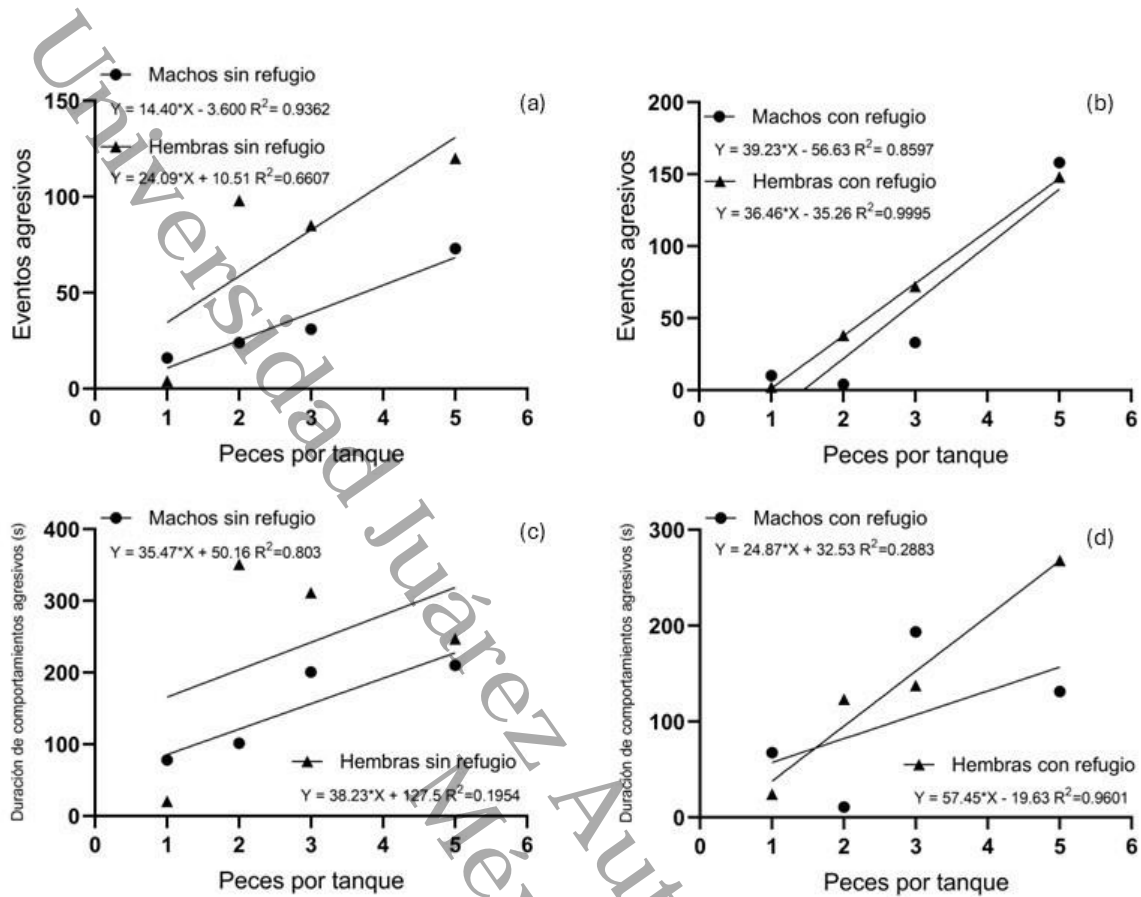


Figura 7. Correlación de eventos agresivos y el número de peces por tanque con reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

Por otro lado, la relación entre el número de comportamientos agresivos y el número de machos por hembra fue de $r^2=0.9238$ cuando se utilizó un refugio y de $r^2=0.4072$ sin refugio (Figura 8a). La relación entre el número de comportamientos agresivos y el número de hembras por macho fue de $r^2=0.3588$ sin la presencia de refugio y de $r^2=0.08004$ con la presencia de refugio (Figura 8b). Con respecto al tiempo total de los comportamientos agresivos y la relación entre el número de comportamientos agresivos entre machos por hembra fue $r^2=0.9199$ cuando no se utilizó un refugio y de $r^2=0.00826$ con refugio (Figura 8c). De igual manera, la relación del tiempo de eventos agresivos y las hembras por macho fue de $r^2=0.08603$ sin la presencia de refugios y de $r^2=0.6227$ con la presencia de refugios (Figura 8d).

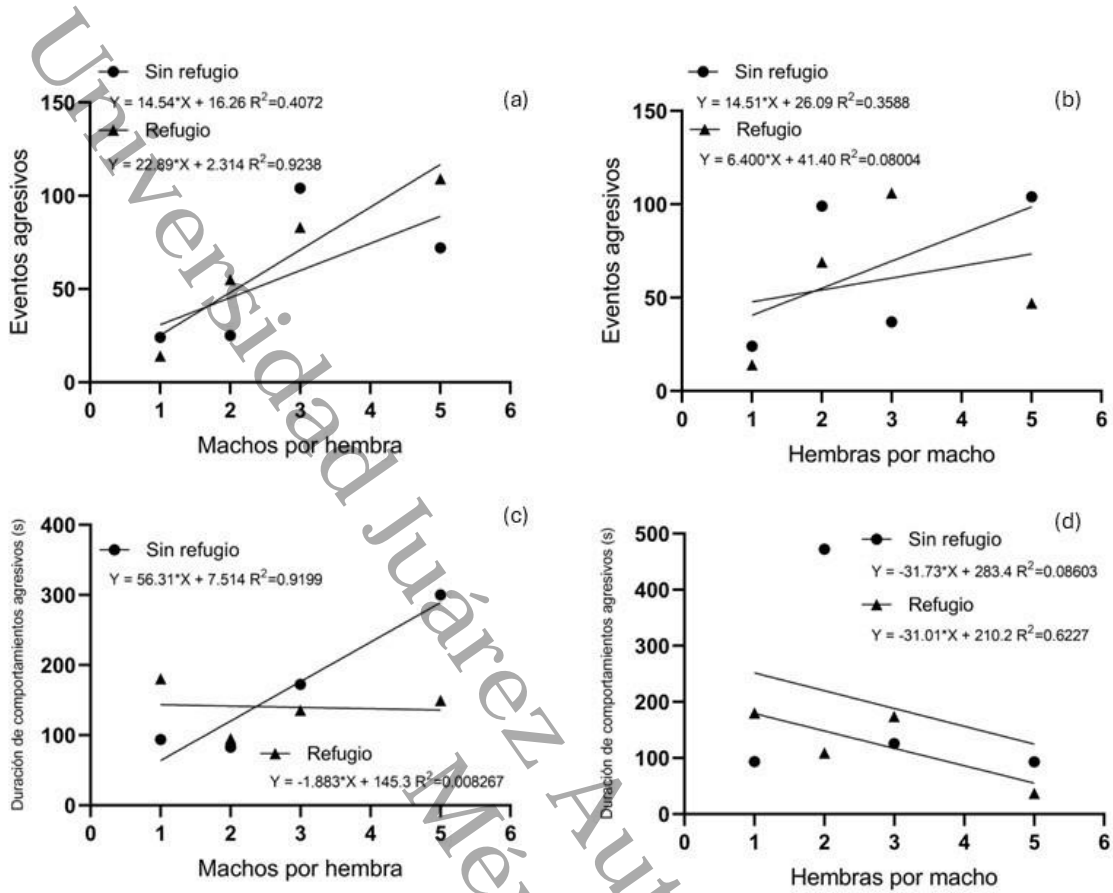


Figura 8. Correlaciones entre comportamientos agresivos y la proporción de sexo con reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*).

DISCUSIÓN

Agresividad

El estudio del comportamiento en los peces es de importancia ya que proporcionan información crucial sobre su cuidado, reproducción y cultivo. La agresividad en peces ha sido muy estudiada, ya que este comportamiento tiene relevancia en la manutención y cuidado de los organismos en la industria acuícola. Los etogramas, son una herramienta importante dentro de la etología para precisar comportamientos en diversos organismos. En este trabajo se pudieron identificar diez comportamientos agresivos en reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*), comportamientos muy similares a los reportados en cíclidos (*Neolamprologus pulcher*, *Neolamprologus caudopunctatus*) (Hick et al., 2013; Cunha-Saraiva et al., 2018), Matrinxã (*Brycon amazonicus*) (De Souza et al., 2014), Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) (Bolgan, et al., 2015), especies con alta agresividad. De los comportamientos identificados en reproductores de mojarra negra (*Vieja fenestrata*), destaca el “reflejo”, comportamiento caracterizado por un ataque por parte de los peces al cristal del estanque al observar su reflejo y fue el más representativo en tiempo. Este comportamiento ha sido relacionado a especies agresivas (Balzarini et al., 2014), lo que puede estar relacionado a que los reproductores de *V. fenestrata* son capaces de identificar a su propia especie con facilidad y tomar acciones defensivas o territoriales. Por otro lado, el comportamiento con más eventos fue “escape”, lo que se puede relacionar con un comportamiento preventivo a un evento agresivo, estatus de alerta o un estado constante de estrés en una interacción entre los organismos.

La agresividad también puede variar entre sexo, así como la jerarquía social. En este sentido, nuestros resultados indican que las hembras de *V. fenestrata* son más agresivas que los machos, esto tanto por el número de eventos agresivos como por el tiempo expuesto en las interacciones. Lo anterior también puede observarse en otro cíclido como la tilapia (*Oreochromis niloticus*), que muestra comportamientos agresivos, en ese aspecto se ha demostrado que la hembra reconoce la jerarquía

entre los machos, eligiendo entre los agresivos, sin embargo, no elige al más agresivo (Rossi et al., 2019). En African cichlid fish (*Astatotilapia burtoni*) la agresividad está presente en ambos sexos. Se demostró que este comportamiento está regulado por rutas metabólicas diferentes entre sexos (Jackson & Alward 2024), lo que puede ser empleado como una estrategia para disminuir este comportamiento de manera específica.

Por otro lado, en pez cebra (*Danio rerio*), la agresividad está relacionada al sexo y a la jerarquía social de los organismos, destacándose al menos siete rutas metabólicas (sistema hipotálamo-neurohipofisario, serotonina, somatostatina, dopamina, hipotálamo-pituitario-interrenal, hipotálamo-pituitario-gonadal e histamina) relacionadas con la agresividad, además, se presenta un cambio en la expresión de estas rutas entre el mismo sexo, pero de diferentes jerarquías (Filby et al., 2010, 2012). Además, se demostró que el sistema vasotocinérgico está relacionado entre la jerarquía social expresada en dominantes y subordinados (Larson et al., 2005), directamente relacionado a comportamientos agresivos. En guppies (*Poecilia mexicana*), la agresividad expresada por los machos es importante al momento de la reproducción, ya que las hembras escogen para su reproducción a machos con condiciones agresivas sobre otras cualidades (Bierbach et al., 2013). En ese contexto, en adultos de *V. fenestrata* se desconocen las rutas metabólicas relacionadas a los comportamientos agresivos que presentan, lo que abre la posibilidad a desarrollar líneas de investigación para entender dicho comportamiento generando con ello estrategias para mejorar su bienestar, lo que permitirá optimizar su reproducción.

La pigmentación es otro factor que está relacionado a cambios en el comportamiento en peces, por ejemplo, aquellos con alta pigmentación se relaciona con una alta agresividad y un estatus jerárquico mayor, a diferencia de peces con menor pigmentación que son más sensibles a factores estresantes, presentan una menor agresividad y bajo estatus social (Svitačová et al., 2023). Aunque en este trabajo no se cuantificó la pigmentación en los organismos, sí se apreció una diferencia entre machos y hembras. En trabajos futuros se puede analizar los

cambios en la pigmentación en machos y hembras, así como entre el mismo sexo, y con ello poder inferir una respuesta en el contexto social o jerárquico en esta especie.

Refugios

En la acuicultura, la adecuación de los acuarios o tanques tienen como finalidad de simular en lo más parecido a los ambientes naturales (environmental enrichment), relacionado con la mejora de las condiciones de cultivo de los organismos, lo cual reduce el estrés y favorece el bienestar (Arechavala-Lopez et al., 2021). Esto se ve reflejado en la reducción de ciertos comportamientos agresivos, así como la mejora del cultivo en la mayoría de los casos. El uso de refugios tiene una gran importancia en los peces, ya que está relacionado en la regulación del comportamiento, jerarquías sociales y les provee un nicho para la anidación. La utilización de refugios es una práctica estudiada y se ha demostrado la reducción de conductas agresivas, estimulación sensorial y cognitiva, reducción de estrés, eficiencia energética y reducción de enfermedades (Näslund & Johnsson, 2014). En este trabajo se observó que el uso de refugios generó el aumento del número de eventos agresivos, sin embargo, su duración fue menor que al no usar refugios. Esto puede estar relacionado a la modificación de la jerarquía social con y sin refugio por parte de los adultos de *V. fenestrata*. Lo anterior coincide con lo reportado en otras especies de peces, por ejemplo, con juveniles de la dorada (*Sparus aurata*), se enriquecieron los tanques con diversos sustratos reduciéndose la agresividad comparado con el tratamiento control (Batzina & Karakatsouli, 2012). Lo mismo fue observado en juveniles de barramundi (*Lates calcarifer*) de la familia Latidae, donde no solo se redujo el comportamiento agresivo sino el caníbal (Qin et al., 2004) así como en el pez roca negro (*Sebastes schlegelii*), lo que permite aumentar significativamente la supervivencia del cultivo (Xi et al., 2017). En el caso del Salmón del Atlántico (*Salmo salar*), el uso de refugios también delimitó la reducción de comportamientos agresivos (Näslund et al., 2013). De igual forma ha sido reportado en jundia (*Rhamdia quelen*), en donde

al mejorar el sistema de cultivo mediante el color del tanque y la implementación de refugios, mejora significativamente la reducción del estrés en los organismos (Barcellos et al., 2009). El uso de refugios también puede disminuir ciertos comportamientos, no obstante motiva otros como la agresividad, probablemente por estar relacionado con la territorialidad que presentan las especies (Hecht and Appelbaum, 1988). La utilización de algún mejoramiento de los ambientes ha sido una estrategia muy utilizada para mejorar el comportamiento en peces, sin embargo, en tilapia, se demostró que la utilización del enriquecimiento de los tanques con refugios no disminuyó el comportamiento agresivo, ya que estos motivan la territorialidad o jerarquías entre los individuos (Barreto et al., 2011).

La utilización de ambientes enriquecidos también se ha probado en la especie *Gobiusculus flavescens* de la familia Gobiidae, observándose que tanto machos como hembras al ser colocados en ambientes complejos (plantas plásticas, nidos artificiales, y limitaciones visuales) presentan cambios en el comportamiento. Por ejemplo, en las hembras se reducen la tasa de movimiento, la tasa de encuentros con machos, la tasa de cortejo y el tiempo transcurrido hasta el apareamiento; en machos, se reducen los casos de cortejo simultáneo entre varios, y a su vez, menos interacciones de cortejo fueron interrumpidas por conductas agresivas (Myhre et al., 2012). Esto sugiere que una incorrecta forma de enriquecer los ambientes puede provocar una baja tasa de reproducción. De igual manera las hembras de pez cebra (*Danio rerio*) presentaron baja agresividad en ambientes complejos (alta densidad de vegetación artificial), a diferencia de hembras en ambientes sin vegetación, las cuales presentaron mayor agresividad lo que provocó que presentaran una baja fecundidad (Carfagnini et al., 2009).

En un estudio realizado en cíclidos (*Maylandia callainos*, *Maylandia aurora*, *Maylandia zebra*, *Maylandia benetos*), se demostró que la agresividad puede estar relacionada más a la complejidad del hábitat que a la competencia por recursos como alimento y pareja (Danley, 2011). Estudios en el cíclido pearl cichlid (*Geophagus brasiliensis*) demostraron que el mejoramiento del ambiente

(haciéndolo más complejo y disminuyendo el contacto visual) se relaciona con la disminución de la agresividad (Kadry & Barreto, 2010).

Proporción de sexos

La proporción de sexos es importante en la acuicultura para lograr la reproducción de los organismos y eficientizarla, obteniendo con ello un desove de calidad. Lograr la reproducción de peces en sistemas de cultivo está limitado por condiciones biológicas propias de la especie (proporción de sexo, madurez sexual, jerarquías sociales, comportamiento), así como por las características del propio tanque (refugios, luz, sedimentos). Aunque se utilizaron diversas proporciones de sexo en este trabajo, no se observaron diferencias significativas. Esto puede estar relacionado al estado reproductivo de las hembras, el efecto de los refugios, o el cambio en las jerarquías sociales que se pudieron generar. La utilización de proporciones más extremas, o más refugios quizás pueda modificar el comportamiento agresivo. Por ejemplo, en machos cichlidos africano (*Astatotilapia burtoni*) se demostró que aumentan sus comportamientos territoriales cuando se expusieron a otro macho, de igual manera su comportamiento reproductivo aumentó considerablemente cuando estos interactuaban con hembras respondiendo a respuestas químicas y visuales (Maruska & Fernald, 2011).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se identificó y caracterizó el comportamiento agresivo en adultos de mojarra negra (*Vieja fenestrata*), para entender y mejorar la reproducción en esta especie nativa del sureste mexicano con gran potencial acuícola. Aunque se observó una tendencia hacia una mayor agresividad en hembras y una mayor duración de la agresión en ausencia de refugios, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Este trabajo es el primero que estudia el comportamiento agresivo en adultos de mojarra negra (*Vieja fenestrata*), que servirá para futuros trabajos sobre el comportamiento, en específico para cíclidos.

Finalmente, aunque la proporción de sexos empleada no tuvo un impacto significativo en los comportamientos agresivos, resulta fundamental continuar investigando cómo diferentes tipos de refugio y proporciones más marcadas entre machos y hembras podrían influir en estos resultados.

Se recomienda profundizar más estudios enfocados en otras áreas de interés como lo es la nutrición y la fisiología al ser una especie con potencial en la región, al igual que analizar los cambios de pigmentación en machos y hembras. Por último, se sugiere implementar el uso de proporciones y refugios más extremas modificando benéficamente el comportamiento agresivo en la especie *Vieja fenestrata*.

LITERATURA CITADA

- Alonso, F. (2011). Comportamiento y fisiología del control social de la reproducción en el pez cíclido *Cichlasoma dimerus* (Heckel, 1840). Unpublished.
- Alvarez-Pliego, N., Sánchez, A. J., Florido-Araujo, R. A., Salcedo-Meza, M. Á., Cruz-Ramírez, A. K., & Barba-Macias, E. (2021). Diversidad de peces en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(1).
- Arechavala-Lopez, P., Cabrera-Álvarez, M. J., Maia, C. M., & Saraiva, J. L. (2021). Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. *Reviews In Aquaculture*, 14(2), 704-728. <https://doi.org/10.1111/raq.12620>
- Aubin-Horth, N., Desjardins, J. K., Martei, Y. M., Balshine, S., & Hofmann, H. A. (2007). Masculinized dominant females in a cooperatively breeding species: MASCULINIZED DOMINANT FEMALES. *Molecular Ecology*, 16(7), 1349–1358.
- Balzarini, V., Taborsky, M., Wanner, S., Koch, F., & Frommen, J. G. (2014). Mirror, mirror on the wall: the predictive value of mirror tests for measuring aggression in fish. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 68(5), 871–878.
- Batzina, A., & Karakatsouli, N. (2012). The presence of substrate as a means of environmental enrichment in intensively reared gilthead seabream *Sparus aurata*: Growth and behavioral effects. *Aquaculture*, 370-371, 54-60. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.10.005>
- Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Quevedo, R.M., da Rosa, J.G.S., Koakoski, G., Centenaro, L., Pottker, E., 2009. Influence of color background and shelter availability on jundia (*Rhamdia quelen*) stress response. *Aquaculture* 288, 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.002>

- Barreto, M. S. (2009). *Ecomorfología de los Cíclidos en la Selva Lacandona (Rebima)*.
- Barreto, R. E., Carvalho, G. G. A., & Volpato, G. L. (2011). The aggressive behavior of Nile tilapia introduced into novel environments with variation in enrichment. *Zoology*, 114(1), 53-57. <https://doi.org/10.1016/j.zool.2010.09.001>
- Benitez, J. P., Dierckx, A., Nzau Matondo, B., Rollin, X., & Ovidio, M. (2018). Movement behaviours of potamodromous fish within a large anthropised river after the reestablishment of the longitudinal connectivity. *Fisheries Research*, 207, 140–149.
- Bianchi, P. M., & Sperotti, A. (2016). *Los cíclidos*. Parkstone International.
- Bierbach, D., Sassmannshausen, V., Streit, B., Arias-Rodriguez, L., & Plath, M. (2013). Females prefer males with superior fighting abilities but avoid sexually harassing winners when eavesdropping on male fights. *Behavioral Ecology And Sociobiology*, 67(4), 675-683. <https://doi.org/10.1007/s00265-013-1487-8>
- Bolgan, M., O'Brien, J., & Gammell, M. (2015). The behavioural repertoire of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. *Ecology Of Freshwater Fish*, 25(2), 318-328. <https://doi.org/10.1111/eff.12212>
- Castillo-Torres, P. A., Martínez-Meyer, E., Córdova-Tapia, F., & Zambrano, L. (2017). Potential distribution of native freshwater fish in Tabasco, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88(2), 415–424.
- Carfagnini, A. G., Rodd, F. H., Jeffers, K. B., & Bruce, A. E. E. (2009). The effects of habitat complexity on aggression and fecundity in zebrafish (*Danio*

- erio). *Environmental Biology Of Fishes*, 86(3), 403-409. <https://doi.org/10.1007/s10641-009-9539-7>
- Cervantes, R. (2021). Los aceites esenciales herbales como anestésicos en peces cebras (*Danio rerio*). *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*.
- Chen, C. C., & Fernald, R. D. (2011). Visual information alone changes behavior and physiology during social interactions in a cichlid fish (*Astatotilapia burtoni*). *PloS One*, 6(5), e20313.
- Cunha-Saraiva, F., Balshine, S., Wagner, R. H., & Schaedelin, F. C. (2018). From cannibal to caregiver: tracking the transition in a cichlid fish. *Animal Behaviour*, 139, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.03.003>
- Danley, P. D. (2011). Aggression in closely related Malawi cichlids varies inversely with habitat complexity. *Environmental Biology Of Fishes*, 92(3), 275-284. <https://doi.org/10.1007/s10641-011-9838-7>
- De La Vega, S. M. Y. (2003). Situación de los peces dulceacuícolas en México. *Ciencias*, 72, 20–30.
- Desjardins, J. K., Hofmann, H. A., & Fernald, R. D. (2012). Social context influences aggressive and courtship behavior in a cichlid fish. *PloS One*, 7(7), e32781.
- De Souza, E. C. M., Da Silva, J. P., Villacorta-Correa, M. A., & Carvalho, T. B. (2014). Aggressiveness and locomotion activity related to hatching time in Matrinxã, *Brycon amazonicus* (Spix and Agassiz, 1829). *Applied Animal Behaviour Science*, 157, 146-151. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.05.009>
- Espinós, J. F. (Ed.). (2020). *La acuicultura como activo económico y social*. Mediterráneo Económico.
- Estevez, M. A. C. (2009). *La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura*.

- Fernández Méndez, J. I. (2006). *Indicadores del desempeño de la pesca en México y propuestas alternativas de política de administración*. Santinelli, J. B. (Edit.) La situación del sector pesquero en México. Estudios e Investigación/Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. México.
- Filby, A. L., Paull, G. C., Hickmore, T. F., & Tyler, C. R. (2010). Unravelling the neurophysiological basis of aggression in a fish model. *BMC Genomics*, 11(1), 498. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-498>
- Filby, A. L., Paull, G. C., Searle, F., Ortiz-Zarragoitia, M., & Tyler, C. R. (2012). Environmental Estrogen-Induced Alterations of Male Aggression and Dominance Hierarchies in Fish: A Mechanistic Analysis. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3472-3479. <https://doi.org/10.1021/es204023d>
- Gil-Perera, D. J. (2008). *Comportamiento agresivo de Abudedefduf luridus ante coespecíficos y Thalassoma pavo*. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- Gómez-gonzález, A. E., Álvarez, F., Matamoros, W. A., Velázquez-velázquez, E., Schmitter-Soto, J. J., González-díaz, A. A., & McMahan, C. D. (2018). Redescription of *Vieja hartwegi* (Taylor Miller 1980) (Teleostei: Cichlidae) from the Grijalva River basin, Mexico and Guatemala, with description of a rheophilic morph. *Zootaxa*, 4375(3), 371–391.
- Goncalves-de-Freitas, E., & Mariguela, T. C. (2006). Social isolation and aggressiveness in the Amazonian juvenile fish *Astronotus ocellatus*. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1B), 233–238.
- Günther, A. (1860). *On new reptiles and fishes from Mexico*. In *Proceedings of the Zoological Society of London* (Vol. 2, pp. 316-319).

- Gutierrez-Bonilla, F. P., & R. Alvarez-Leon. (2011). *Los cíclideos (Pisces: Cichlidae) en Colombia: introducciones, transplantes y repoblaciones*. Luna Azul.
- Hecht, T., Appelbaum, S., 1988. Observations on intraspecific aggression and coeval-sibling cannibalism by larval and juvenile *Ciaias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *J. Zool.* 214, 21–44. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1988.tb04984.x>.
- Hick, K., Reddon, A. R., O'Connor, C. M., & Balshine, S. (2013). Strategic and tactical fighting decisions in cichlid fishes with divergent social systems. *Behaviour*, 151(1), 47-71. <https://doi.org/10.1163/1568539x-00003122>
- Jackson, L. R., & Alward, B. A. (2024). Sexually dimorphic control of aggression by androgen signaling in a cichlid. *Molecular And Cellular Endocrinology*, 592, 112319. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2024.112319>
- Kadry, V. O., & Barreto, R. E. (2010). Environmental enrichment reduces aggression of pearl cichlid, *Geophagus brasiliensis*, during resident-intruder interactions. *Neotropical Ichthyology*, 8(2), 329-332. <https://doi.org/10.1590/s1679-62252010000200011>
- Landaeta-Hernández, A. (2011). *Etología y producción animal*. Revista Mundo Pecuario.
- Larson, E. T., O'Malley, D. M., & Melloni, R. H. (2005). Aggression and vasotocin are associated with dominant–subordinate relationships in zebrafish. *Behavioural Brain Research*, 167(1), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2005.08.020>
- León, R. M. (2012). *Estructura de dominancia y agresividad interespecífica en *Metriaclima estherae* (Pisces: Cichlidae)*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Facultad de Ciencias del Mar.

- López-Vila, J. M., Velázquez-Velázquez, E., Ruiz, V. J. C., Teco, M. S. (2009). *Ictiofauna de la reserva ecológica El Canelar, Chiapas, México*. Lacandonia.
- Maruska, K. P., & Fernald, R. D. (2010). Behavioral and physiological plasticity: rapid changes during social ascent in an African cichlid fish. *Hormones and Behavior*, 58(2), 230–240.
- Maruska, K. P., & Fernald, R. D. (2011). Contextual chemosensory urine signaling in an African cichlid fish. *Journal Of Experimental Biology*, 215(1), 68-74. <https://doi.org/10.1242/jeb.062794>
- McMahan, C. D., Geheber, A. D., & Piller, K. R. (2010). Molecular systematics of the enigmatic Middle American genus *Vieja* (Teleostei: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57(3), 1293–1300.
- McMahan, C. D., Kutz, J., Murray, C., Chakrabarty, P., Geheber, A., & Elias, D. (2017). Objectively measuring subjectively described traits: geographic variation in body shape and caudal coloration pattern within *Vieja melanura* (Teleostei: Cichlidae). *Revista de biología tropical*, 65(2).
- Miller, R. R. (2010). *Peces Dulceacuicolas De Mexico* (J. J. Schmitter, Trad.). Comision Nacional para el Conocimiento y Uso.
- Miller, R. R., W. L. Minckley & S. M. Norris. (2005). *Freshwater Fishes of Mexico*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Milton, D. A. (2009). Living in two worlds: Diadromous fishes, and factors affecting population connectivity between tropical rivers and coasts. En *Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems* (pp. 325–355). Springer Netherlands.

- Murgas, L. D. S., Ribeiro, P. A. P., Costa, L. S., Eloy, A. A., & Rosa, P. V. E. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Anales de veterinaria de Murcia*, 26, 69–76.
- Myhre, L. C., Forsgren, E., & Amundsen, T. (2012). Effects of habitat complexity on mating behavior and mating success in a marine fish. *Behavioral Ecology*, 24(2), 553-563. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars197>
- Nash, C. E., & Kuo, C.M. (1976). *Preliminary capture, husbandry and induced breeding results with the milkfish, Chanos chanos (Forsk.)*.
- Näslund, J., Rosengren, M., del Villar, D., Gansel, L., Norrgård, J.R., Persson, L., Winkowski, J.J., Kvingedal, E., 2013. Hatchery tank enrichment affects cortisol levels and shelter-seeking in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 70, 585–590. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0302>.
- Näslund, J., & Johnsson, J. I. (2014). Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish And Fisheries*, 17(1), 1-30. <https://doi.org/10.1111/faf.12088>
- Obregón-Barboza, H. (1990). *Análisis Taxonómico y Zoogeográfico de los peces de la zona norte y centro del Estado de Veracruz, México*. Unpublished thesis of Master in Science. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Palacios, E., & Duncan, N. (2016). Maturation and spawning in captive of the red snapper *Lutjanus peru* in the north of Peru. *Manglar (Tumbes)*, 13(2), 25–31.
- Qin, J.G., Mittiga, L., Ottolenghi, F., 2004. Cannibalism reduction in juvenile barramundi *Lates calcarifer* by providing refuges and low light. *J. World Aquacult. Soc.* 35, 113–118. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb01067.x>.
- Russell, D. F., & Hirata, N. R. (1977). Field study of *Haplochromis burtoni*: Quantitative behavioural observations. *Animal Behaviour*, 25, 964–975.

- Rossi, V. S., De Sá, M. B., Sugihara, V. S., De Mello, I. M., & Giaquinto, P. C. (2019). Effect of male aggressivity profile on female chemical choice in Nile tilapia. *Journal Of Ethology*, 37(3), 335-342. <https://doi.org/10.1007/s10164-019-00608-3>
- Solis Murgas, L. D., Perez Ribeiro, P. A., Santos Costa, L., Augusto Eloy, Angelo, & Vieira e Rosa, P. (2010). *Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (piaractus mesopotamicus)*. Anales de Veterinaria de Murcia.
- Sopinka, N. M., Fitzpatrick, J. L., Desjardins, J. K., Stiver, K. A., Marsh-Rollo, S. E., & Balshine, S. (2009). Liver size reveals social status in the African cichlid *Neolamprologus pulcher*. *Journal of Fish Biology*, 75(1), 1–16.
- Svitačová, K., Slavík, O., & Horký, P. (2023). Pigmentation potentially influences fish welfare in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, 262, 105903. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105903>
- Taylor, J. N., & Miller, R. R. (1980). *Two new cichlid fishes, genus Cichlasoma, from Chiapas, Mexico*. Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan.
- Torres-Orozco B., R. E. (2011). *Los peces de México: una riqueza amenazada*. Revista Digital Universitaria.
- Xi, D., Zhang, X., Lü, H., Zhang, Z., 2017. Cannibalism in juvenile black rockfish, *Sebastes schlegelii* (Hilgendorf, 1880), reared under controlled conditions. *Aquaculture* 479, 682–689. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.007>.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey, USA.

Anexo 7

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de Tesis:	“COMPORTAMIENTO EN REPRODUCTORES DE LA MOJARRA NEGRA (<i>Vieja fenestrata</i>) BAJO CONDICIONES DE PROPORCIÓN DE SEXOS E INDIVIDUOS”
Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:	JOSELYNE JUÁREZ CASTELLANOS
ORCID:	https://orcid.org/0009-0000-0786-4694
Resumen de la Tesis:	<p>El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento en reproductores de la mojarra negra (<i>Vieja fenestrata</i>) ante diferentes proporciones de sexo, refugio y número de individuos. Los ejemplares provenían de un lote perteneciente al Laboratorio de Fisiología y Recursos Acuáticos (LAFIRA) (DACBio). Se utilizaron 10 hembras y 18 machos, los cuales mediante la técnica de canulación y sexado, se comprobó que estaban maduros sexualmente. Para identificar y caracterizar cada comportamiento se utilizó un sistema de grabación mediante dos cámaras acuáticas montadas en dos peceras rectangulares (90 cm x 65 cm x 50 cm), el tiempo de grabación fue de 10 minutos. Se evaluaron los comportamientos de los</p>

	<p>reproductores de la mojarra negra de manera individual e intrasexuales macho-macho, hembra-hembra con efecto de incremento 2, 3 y 5 organismos, al igual se identificó las interacciones intersexual en diferentes proporciones de sexo hembra- macho (1:1; 1:2; 1:3; 1:5; 2:1; 3:1; 5:1) con presencia o ausencia de refugio, cada interacción se realizó por triplicado. Para el análisis de datos se utilizó la prueba T- de Students de cada comportamiento, cuantificando y analizando el número de réplicas de cada video, para la visualización entre las variables analizadas (sexo, refugio y proporciones). Se obtuvo en total 10 comportamientos agresivos del total de 1902 eventos. El que presentó mayor número de registros fue “huida” seguido de “interacción agresiva lateral”. El mayor número de comportamientos fue registrado en las hembras (567) así como la mayor duración de la agresión en ausencia de refugios, aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Asimismo, se observaron correlaciones entre el número de eventos agresivos y el número de machos por estanque ($r^2 = 9362$) cuando no se utilizaron refugios, y cuando se utilizaron refugios ($r^2 = 8597$). Este trabajo servirá para futuras investigaciones sobre el comportamiento en cíclidos al ser una especie con alto potencial en la región, sin embargo, se recomienda profundizar en otras áreas de interés como la nutrición y la fisiología.</p>
--	---

<p>Palabras claves de la Tesis:</p>	<p>Cichlidae, agresividad, comportamiento, jerarquía, dominancia.</p>
<p>Referencias citadas:</p>	<p>Alonso, F. (2011). Comportamiento y fisiología del control social de la reproducción en el pez cíclido <i>Cichlasoma dimerus</i> (Heckel, 1840). Unpublished.</p> <p>Alvarez-Pliego, N., Sánchez, A. J., Florido-Araujo, R. A., Salcedo-Meza, M. Á., Cruz-Ramírez, A. K., & Barba-Macias, E. (2021). Diversidad de peces en la reserva de la biosfera Pantanos de Centla. <i>Ecosistemas y Recursos Agropecuarios</i>, 8(1).</p> <p>Arechavala-Lopez, P., Cabrera-Álvarez, M. J., Maia, C. M., & Saraiva, J. L. (2021). Environmental enrichment in fish aquaculture: A review of fundamental and practical aspects. <i>Reviews In Aquaculture</i>, 14(2), 704-728. https://doi.org/10.1111/raq.12620</p> <p>Aubin-Horth, N., Desjardins, J. K., Martei, Y. M., Balshine, S., & Hofmann, H. A. (2007). Masculinized dominant females in a cooperatively breeding species: MASCULINIZED DOMINANT FEMALES. <i>Molecular Ecology</i>, 16(7), 1349–1358.</p> <p>Balzarini, V., Taborsky, M., Wanner, S., Koch, F., & Frommen, J. G. (2014). Mirror,</p>

<p style="text-align: center; opacity: 0.5; font-size: 2em; transform: rotate(-45deg);"> Universidad Juárez Autónoma de México </p>	<p>mirror on the wall: the predictive value of mirror tests for measuring aggression in fish. <i>Behavioral Ecology and Sociobiology</i>, 68(5), 871–878.</p> <p>Batzina, A., & Karakatsouli, N. (2012). The presence of substrate as a means of environmental enrichment in intensively reared gilthead seabream <i>Sparus aurata</i>: Growth and behavioral effects. <i>Aquaculture</i>, 370-371, 54-60. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.10.005</p> <p>Barcellos, L.J.G., Kreutz, L.C., Quevedo, R.M., da Rosa, J.G.S., Koakoski, G., Centenaro, L., Pottker, E., 2009. Influence of color background and shelter availability on jundia (<i>Rhamdia quelen</i>) stress response. <i>Aquaculture</i> 288, 51–56. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.11.002</p> <p>Barreto, M. S. (2009). <i>Ecomorfología de los Cíclidos en la Selva Lacandona (Rebima)</i>.</p> <p>Barreto, R. E., Carvalho, G. G. A., & Volpato, G. L. (2011). The aggressive behavior of Nile tilapia introduced into novel environments with variation in enrichment. <i>Zoology</i>, 114(1), 53-57. https://doi.org/10.1016/j.zool.2010.</p>
--	--

<p style="text-align: center; color: gray; font-size: 2em; opacity: 0.5; transform: rotate(-45deg);"> Universidad Juárez Autónoma de México </p>	<p style="text-align: center;">09.001</p>
	<p>Benitez, J. P., Dierckx, A., Nzau Matondo, B., Rollin, X., & Ovidio, M. (2018). Movement behaviours of potamodromous fish within a large anthropised river after the reestablishment of the longitudinal connectivity. <i>Fisheries Research</i>, 207, 140–149.</p>
	<p>Bianchi, P. M., & Sperotti, A. (2016). <i>Los cíclidos</i>. Parkstone International.</p>
	<p>Bierbach, D., Sassmannshausen, V., Streit, B., Arias-Rodriguez, L., & Plath, M. (2013). Females prefer males with superior fighting abilities but avoid sexually harassing winners when eavesdropping on male fights. <i>Behavioral Ecology And Sociobiology</i>, 67(4), 675-683. https://doi.org/10.1007/s00265-013-1487-8</p>
<p>Bolgan, M., O'Brien, J., & Gammell, M. (2015). The behavioural repertoire of Arctic charr (<i>Salvelinus alpinus</i> (L.)) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. <i>Ecology Of Freshwater Fish</i>, 25(2), 318-328. https://doi.org/10.1111/eff.12212</p>	
<p>Castillo-Torres, P. A., Martínez-Meyer, E.,</p>	

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p>Córdova-Tapia, F., & Zambrano, L. (2017). Potential distribution of native freshwater fish in Tabasco, Mexico. <i>Revista Mexicana de Biodiversidad</i>, 88(2), 415–424.</p> <p>Carfagnini, A. G., Rodd, F. H., Jeffers, K. B., & Bruce, A. E. E. (2009). The effects of habitat complexity on aggression and fecundity in zebrafish (<i>Danio rerio</i>). <i>Environmental Biology Of Fishes</i>, 86(3), 403–409. https://doi.org/10.1007/s10641-009-9539-7</p> <p>Cervantes, R. (2021). Los aceites esenciales herbales como anestésicos en peces cebras (<i>Danio rerio</i>). <i>Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente</i>.</p> <p>Chen, C. C., & Fernald, R. D. (2011). Visual information alone changes behavior and physiology during social interactions in a cichlid fish (<i>Astatotilapia burtoni</i>). <i>PloS One</i>, 6(5), e20313.</p> <p>Cunha-Saraiva, F., Balshine, S., Wagner, R. H., & Schaedelin, F. C. (2018). From cannibal to caregiver: tracking the transition in a cichlid fish. <i>Animal Behaviour</i>, 139, 9–17. https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2018.03.003</p>
--	---

<p>Universidad Juárez México</p>	<p>Danley, P. D. (2011). Aggression in closely related Malawi cichlids varies inversely with habitat complexity. <i>Environmental Biology Of Fishes</i>, 92(3), 275-284. https://doi.org/10.1007/s10641-011-9838-7</p> <p>De La Vega, S. M. Y. (2003). Situación de los peces dulceacuículas en México. <i>Ciencias</i>, 72, 20–30.</p> <p>Desjardins, J. K., Hofmann, H. A., & Fernald, R. D. (2012). Social context influences aggressive and courtship behavior in a cichlid fish. <i>PloS One</i>, 7(7), e32781.</p> <p>De Souza, E. C. M., Da Silva, J. P., Villacorta-Correa, M. A., & Carvalho, T. B. (2014). Aggressiveness and locomotion activity related to hatching time in Matrinxã, <i>Brycon amazonicus</i> (Spix and Agassiz, 1829). <i>Applied Animal Behaviour Science</i>, 157, 146-151. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.05.009</p> <p>Espinós, J. F. (Ed.). (2020). <i>La acuicultura como activo económico y social</i>. Mediterráneo Enonómico.</p> <p>Estevez, M. A. C. (2009). <i>La reproducción de los peces: aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura</i>.</p> <p>Fernández Méndez, J. I. (2006). <i>Indicadores</i></p>
--------------------------------------	--

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p>del desempeño de la pesca en México y propuestas alternativas de política de administración. Santinelli, J. B. (Edit.) La situación del sector pesquero en México. Estudios e Investigación/Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. México.</p> <p>Filby, A. L., Paull, G. C., Hickmore, T. F., & Tyler, C. R. (2010). Unravelling the neurophysiological basis of aggression in a fish model. <i>BMC Genomics</i>, 11(1), 498. https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-498</p> <p>Filby, A. L., Paull, G. C., Searle, F., Ortiz-Zarragoitia, M., & Tyler, C. R. (2012). Environmental Estrogen-Induced Alterations of Male Aggression and Dominance Hierarchies in Fish: A Mechanistic Analysis. <i>Environmental Science & Technology</i>, 46(6), 3472-3479. https://doi.org/10.1021/es204023d</p> <p>Gil-Perera, D. J. (2008). <i>Comportamiento agresivo de Abudefduf luridus ante coespecíficos y Thalassoma pavo</i>. Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.</p> <p>Gómez-gonzález, A. E., Álvarez, F.,</p>
--	---

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p>Matamoros, W. A., Velázquez-velázquez, E., Schmitter-Soto, J. J., González-díaz, A. A., & McMahan, C. D. (2018). Redescription of <i>Vieja hartwegi</i> (Taylor Miller 1980) (Teleostei: Cichlidae) from the Grijalva River basin, Mexico and Guatemala, with description of a rheophilic morph. <i>Zootaxa</i>, 4375(3), 371–391.</p> <p>Goncalves-de-Freitas, E., & Mariguela, T. C. (2006). Social isolation and aggressiveness in the Amazonian juvenile fish <i>Astronotus ocellatus</i>. <i>Brazilian Journal of Biology</i>, 66(1B), 233–238.</p> <p>Günther, A. (1860). <i>On new reptiles and fishes from Mexico. In Proceedings of the Zoological Society of London (Vol. 2, pp. 316-319).</i></p> <p>Gutierrez-Bonilla, F. P., & R. Alvarez-Leon. (2011). <i>Los cíclideos (Pisces: Cichlidae) em Colombia: introducciones, transplantes y repoblaciones.</i> Luna Azul.</p> <p>Hecht, T., Appelbaum, S., 1988. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larval and juvenile <i>Clarias gariepinus</i> (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. <i>J. Zool.</i> 214, 21–44. https://doi.org/10.1111/j.1469-</p>
--	--

<p>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México</p>	<p>7998.1988.tb04984.x.</p> <p>Hick, K., Reddon, A. R., O'Connor, C. M., & Balshine, S. (2013). Strategic and tactical fighting decisions in cichlid fishes with divergent social systems. <i>Behaviour</i>, 151(1), 47-71. https://doi.org/10.1163/1568539x-00003122</p> <p>Jackson, L. R., & Alward, B. A. (2024). Sexually dimorphic control of aggression by androgen signaling in a cichlid. <i>Molecular And Cellular Endocrinology</i>, 592, 112319. https://doi.org/10.1016/j.mce.2024.112319</p> <p>Kadry, V. O., & Barreto, R. E. (2010). Environmental enrichment reduces aggression of pearl cichlid, <i>Geophagus brasiliensis</i>, during resident-intruder interactions. <i>Neotropical Ichthyology</i>, 8(2), 329-332. https://doi.org/10.1590/s1679-62252010000200011</p> <p>Landaeta-Hernández, A. (2011). <i>Etología y producción animal</i>. Revista Mundo Pecuario.</p> <p>Larson, E. T., O'Malley, D. M., & Melloni, R. H. (2005). Aggression and vasotocin are associated with dominant-subordinate relationships in zebrafish. <i>Behavioural</i></p>
--	--

<p style="text-align: center; font-size: 2em; opacity: 0.2; transform: rotate(-45deg);"> Universidad Juárez Autónoma de México </p>	<p><i>Brain Research</i>, 167(1), 94-102. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2005.08.020</p>
	<p>León, R. M. (2012). <i>Estructura de dominancia y agresividad interespecífica en Metriaclima estherae (Pisces: Cichlidae)</i>. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Facultad de Ciencias del Mar.</p>
	<p>López-Vila, J. M., Velázquez-Velázquez, E., Ruiz, V. J. C., Tecó, M. S. (2009). <i>Ictiofauna de la reserva ecológica El Canelar, Chiapas, México</i>. Lacandonia.</p>
	<p>Maruska, K. P., & Fernald, R. D. (2010). Behavioral and physiological plasticity: rapid changes during social ascent in an African cichlid fish. <i>Hormones and Behavior</i>, 58(2), 230–240.</p>
	<p>Maruska, K. P., & Fernald, R. D. (2011). Contextual chemosensory urine signaling in an African cichlid fish. <i>Journal Of Experimental Biology</i>, 215(1), 68-74. https://doi.org/10.1242/jeb.062794</p>
<p>McMahan, C. D., Geheber, A. D., & Piller, K. R. (2010). Molecular systematics of the enigmatic Middle American genus <i>Vieja</i> (Teleostei: Cichlidae). <i>Molecular Phylogenetics and Evolution</i>, 57(3),</p>	

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p>1293–1300.</p> <p>McMahan, C. D., Kutz, J., Murray, C., Chakrabarty, P., Geheber, A., & Elias, D. (2017). Objectively measuring subjectively described traits: geographic variation in body shape and caudal coloration pattern within Vieja melanura (Teleostei: Cichlidae). <i>Revista de biología tropical</i>, 65(2).</p> <p>Miller, R. R. (2010). <i>Peces Dulceacuicolas De Mexico</i> (J. J. Schmitter, Trad.). Comision Nacional para el Conocimiento y Uso.</p> <p>Miller, R. R., W. L. Minckley & S. M. Norris. (2005). <i>Freshwater Fishes of Mexico</i>. University of Chicago Press, Chicago, IL.</p> <p>Milton, D. A. (2009). Living in two worlds: Diadromous fishes, and factors affecting population connectivity between tropical rivers and coasts. En <i>Ecological Connectivity among Tropical Coastal Ecosystems</i> (pp. 325–355). Springer Netherlands.</p> <p>Murgas, L. D. S., Ribeiro, P. A. P., Costa, L. S., Eloy, A. A., & Rosa, P. V. E. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (piaractus mesopotamicus). <i>Anales de veterinaria</i></p>
--	--

<p>Universidad Juárez México</p>	<p>de Murcia, 26, 69–76.</p> <p>Myhre, L. C., Forsgren, E., & Amundsen, T. (2012). Effects of habitat complexity on mating behavior and mating success in a marine fish. <i>Behavioral Ecology</i>, 24(2), 553–563. https://doi.org/10.1093/beheco/ars197</p> <p>Nash, C. E., & Kuo, C.M. (1976). <i>Preliminary capture, husbandry and induced breeding results with the milkfish, Chanos chanos (Forsk.)</i>.</p> <p>Näslund, J., Rosengren, M., del Villar, D., Gansel, L., Norrgård, J.R., Persson, L., Winkowski, J.J., Kvingedal, E., 2013. Hatchery tank enrichment affects cortisol levels and shelter-seeking in Atlantic salmon (<i>Salmo salar</i>). <i>Can. J. Fish. Aquat. Sci.</i> 70, 585–590. https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0302.</p> <p>Näslund, J., & Johnsson, J. I. (2014). Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. <i>Fish And Fisheries</i>, 17(1), 1-30. https://doi.org/10.1111/faf.12088</p> <p>Obregón-Barboza, H. (1990). <i>Análisis Taxonómico y Zoogeográfico de los peces de la zona norte y centro del</i></p>
--------------------------------------	---

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p><i>Estado de Veracruz, México.</i> Unpublished thesis of Master in Science. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.</p> <p>Palacios, E., & Duncan, N. (2016). Maturation and spawning in captive of the red snapper <i>Lutjanus peru</i> in the north of Peru. <i>Manglar (Tumbes)</i>, 13(2), 25–31.</p> <p>Qin, J.G., Mittiga, L., Ottolenghi, F., 2004. Cannibalism reduction in juvenile barramundi <i>Lates calcarifer</i> by providing refuges and low light. <i>J. World Aquacult. Soc.</i> 35, 113–118. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2004.tb01067.x.</p> <p>Russell, D. F., & Hirata, N. R. (1977). Field study of <i>Haplochromis burtoni</i>: Quantitative behavioural observations. <i>Animal Behaviour</i>, 25, 964–975.</p> <p>Rossi, V. S., De Sá, M. B., Sugihara, V. S., De Mello, I. M., & Giacinto, P. C. (2019). Effect of male aggressivity profile on female chemical choice in Nile tilapia. <i>Journal Of Ethology</i>, 37(3), 335-342. https://doi.org/10.1007/s10164-019-00608-3</p> <p>Solis Murgas, L. D., Perez Ribeiro, P. A.,</p>
--	---

<p>Universidad Juárez Autónoma de México</p>	<p>Santos Costa, L., Augusto Eloy, Angelo, & Vieira e Rosa, P. (2010). <i>Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (piaractus mesopotamicus)</i>. Anales de Veterinaria de Murcia.</p> <p>Sopinka, N. M., Fitzpatrick, J. L., Desjardins, J. K., Stiver, K. A., Marsh-Rollo, S. E., & Balshine, S. (2009). Liver size reveals social status in the African cichlid <i>Neolamprologus pulcher</i>. <i>Journal of Fish Biology</i>, 75(1), 1–16.</p> <p>Svitačová, K., Slavík, O., & Horký, P. (2023). Pigmentation potentially influences fish welfare in aquaculture. <i>Applied Animal Behaviour Science</i>, 262, 105903. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.105903</p> <p>Taylor, J. N., & Miller, R. R. (1980). <i>Two new cichlid fishes, genus Cichlasoma, from Chiapas, Mexico</i>. Occasional Papers of the Museum of Zoology University of Michigan.</p> <p>Torres-Orozco B., R. E. (2011). <i>Los peces de México: una riqueza amenazada</i>. Revista Digital Universitaria.</p> <p>Xi, D., Zhang, X., Lü, H., Zhang, Z., 2017. Cannibalism in juvenile black rockfish, <i>Sebastes schlegelii</i> (Hilgendorf, 1880), reared under controlled conditions.</p>
--	--

<p>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco México</p>	Aquaculture 479, 682–689.
	<p>https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.07.007.</p> <p>Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. New Jersey, USA.</p>