



Universidad Autónoma de Querétaro
Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial
Determinación de la preferencia alimentaria del bagre del verde (*Ictalurus
mexicanus*)

Opción de titulación

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Licenciado en Ingeniería Agroindustrial

Presenta:

Miguel Ángel Olmos Zúñiga

Dirigido por:

Dr. Guillermo Abraham Peña Herrejón

Dr. Guillermo Abraham Peña Herrejón

Presidente

Firma

M. en. C. Julieta Sánchez Velázquez

Secretario

Firma

M. en C. Javier Alejandro Obregón Zúñiga

Vocal

Firma

M. en PA. Eugenio Arroyo Reséndiz

Suplente

Firma

M. en C. Adán Mercado Luna

Suplente

Firma

Dr. Manuel Toledano Ayala

Director de la Facultad de Ingeniería

Centro Universitario

Querétaro, Qro.

03/10/ 2023

México



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Determinación de la preferencia alimentaria del bagre
del verde (*Ictalurus mexicanus*)

por

Miguel Ángel Olmos Zúñiga

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Clave RI: IGLIN-265797

RESUMEN

El cultivo comercial del bagre es un tema de interés en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Para evitar introducir especies invasivas como el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), es importante buscar alternativas con especies nativas como es el caso del bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*), especie endémica y poco estudiada que presenta potencial acuícola, es decir que presenta carne blanca de calidad con pocas o ninguna espinas, buen sabor, textura y gran aceptación por los consumidores por lo cual se buscó determinar su preferencia alimenticia mediante 4 alimentos comerciales para identificar cuál alimento tiene mejor digestibilidad aparente con la finalidad de conocer que dieta es la más recomendada para el cultivo de la especie.. Para llevar a cabo la experimentación, se tomaron 16 organismos de bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) de la UAQ campus Conca, los cuales se dividieron en 4 tratamientos, T1 (9:10 partes de origen animal), T2 (7:10 origen animal), el T3 (3:10 origen animal), mientras que el T4 consto del alimento que comúnmente se utiliza en la acuicultura del bagre de canal. Durante 40 días se midió la supervivencia, incremento de biomasa, eficiencia de conversión de alimento y tasa específica de crecimiento, para determinar la aceptación de alimento por la especie. Aunque no hubo una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en ninguno de los factores evaluados, *Ictalurus mexicanus* presento una supervivencia del 100% en los tratamientos T1 y T4, en T2 y T3 sobrevivieron el 75% de los organismos, atribuyéndose a fallas mecánicas, asimismo, la mejor tasa específica de crecimiento se observó en T1 con 0.74 ± 0.08 %/día, mientras que el valor más bajo fue en T4 con 0.37 ± 0.19 , con una eficiencia de conversión de alimento en T1 de 3.46 ± 0.47 mientras que T4 sigue siendo inferior con 10.55 ± 10.18 . En ningún alimento se observó diferencia ($p > 0.05$) en cuanto a la cantidad de alimento retenido. De este modo se identificó que el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) acepta cualquiera de los 4 alimentos evaluados.

ABSTRACT

The commercial culture of catfish is a topic of interest in the Sierra Gorda Biosphere Reserve. To avoid introducing invasive species such as the channel catfish (*Ictalurus punctatus*), it is important to look for alternatives with native species such as the green catfish (*Ictalurus mexicanus*), an endemic and little-studied species that has aquaculture potential, that is, it has meat quality white with few or no bones, good flavor, texture and great acceptance by consumers, for which it was sought to determine their dietary preference through 4 commercial foods to identify which food has the best apparent digestibility in order to know which diet is the most recommended for the cultivation of the species. To carry out the experimentation, 16 green catfish (*Ictalurus mexicanus*) organisms from the UAQ Conca campus were taken, which were divided into 4 treatments, T1 (9:10 parts of origin animal), T2 (7:10 animal origin), T3 (3:10 animal origin), while T4 consisted of feed commonly used in channel catfish aquaculture. Survival, biomass increase, feed conversion efficiency and specific growth rate were measured for 40 days to determine the acceptance of feed by the species. Although there was no significant statistical difference ($p > 0.05$) in any of the factors evaluated, *Ictalurus mexicanus* presented a 100% survival in treatments T1 and T4, in T2 and T3 75% of the organisms survived, being attributed to mechanical failures. Likewise, the best specific growth rate was observed in T1 with 0.74 ± 0.08 %/day, while the lowest value was in T4 with 0.37 ± 0.19 , with a feed conversion efficiency in T1 of 3.46 ± 0.47 while T4 is still lower with 10.55 ± 10.18 . No difference was observed in any food ($p > 0.05$) in terms of the amount of food retained. In this way, it was identified that the green catfish (*Ictalurus mexicanus*) accepts any of the 4 evaluated foods.

DEDICATORIA

A toda mi familia, mama, tía, hermanos y hermanas quienes siempre estuvieron pendiente de mis estudios brindando su apoyo incondicional para que esto fuera posible.

A la familia Ríos Monroy quienes fueron mi segunda familia mientras estuve cursando la carrera en conca, quienes me brindaron su casa para hacer tareas y me vieron como uno de los suyos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mi director de tesis el Dr. Guillermo Abraham Peña Herrejón quien depositó su confianza en mí para que este trabajo se llevara a cabo y que además siempre estuvo pendiente brindándome su apoyo cuando lo fue necesario.

También quiero agradecer al sínodo que revisó el trabajo y dieron sus valiosas aportaciones para que se pudiera llevar a cabo.

A Eduardo, trabajador del módulo acuícola quien en su momento también me apoyó en actividades como alimentar y medir los organismos cuando por alguna razón estuve fuera del campus Conca. A la Universidad Autónoma de Querétaro por brindarme un espacio digno para poder realizar esta formación académica

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION

MARCO TEORICO	11
Reserva de la Biosfera Sierra Gorda	13
Bagre	14
Bagre del verde (<i>Ictalurus mexicanus</i>)	15
Cultivo de bagre	16
Alimentación del bagre	17
Tipos de alimentación de los peces	19
Digestibilidad.....	20
Tasa de ingestión y tasa de producción de heces.	21
METODOLOGÍA.....	22
OBJETIVOS	22
Objetivo General:	22
Objetivos particulares:	22
HIPÓTESIS.....	22
a) Selección de bagres para llevar a cabo la prueba de aceptación de alimentos comerciales. ..	23
b) Determinar los parámetros de crecimiento de <i>Ictalurus mexicanus</i> en un sistema de cultivo acuícola.	24
Desempeño del crecimiento	26
c) Determinación de la aceptación de alimentos comerciales por <i>Ictalurus mexicanus</i>	27
Tasa de ingestión.....	29
Tasa de producción de heces	29
Alimento retenido	30
d) Análisis estadístico	30
RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
a) Parámetros de crecimiento de <i>Ictalurus mexicanus</i> en un sistema de cultivo acuícola.....	30
Aceptación de alimentos comerciales por <i>Ictalurus mexicanus</i>	34
CONCLUSION	38
Parámetros de crecimiento de <i>Ictalurus mexicanus</i> en un sistema de cultivo acuícola.....	
BIBLIOGRAFIA	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especies de Bagre que se han estudiado (CONAPESCA 2006).	
Tabla2. Tabla de propiedades de los alimentos para cada tratamiento	27
Tabla 3. Rendimiento de crecimiento de <i>Ictalurus mexicanus</i> con 4 formulaciones alimenticias diferentes.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

TABLA DE CONTENIDO	6
INDICE DE FIGURAS	7
Figura 1. Bagre en pecera de 15 litros	23
Figura 2. Espectrofotómetro Lamotte Smartspectro	24
Figura 3. Sistema de experimentación	25
Figura 4 medición de peso de bagres	26
Figura 6. Filtración y secado de alimento y heces.....	28
Figura 7. Muestra de agua con alimento disuelto	29
Figura 8 ganancia de peso en <i>Ictalurus mexicanus</i> durante el periodo de experimentación. T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre	31
Figura 9. Grafica de mg de alimento consumido por cada gramo del peso del pez T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.	35
Figura 10. Grafica de mg de heces producidas por cada gramo del peso del pez T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.	36
Figura 11. Grafica de mg de alimento retenido por cada gramo del peso del pez T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.	37

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es la actividad de producir organismos acuáticos, donde se incluyen peces, crustáceos, moluscos y plantas acuáticas de forma controlada y surgió como evolución natural a la pesca, así como la ganadería evoluciono de la caza y la agricultura de la recolección. Aunque existen vestigios que ya se desarrollaban actividades acuícolas incipientes hace miles de años en China y cientos de años en las culturas prehispánicas de América, es hasta hace aproximadamente 50 años que surge como una actividad significativa proveedora de alimentos y generadora de empleos, principalmente en el Sureste Asiático (Platas & Vilaboa, 2014). En Latino América se reportan producciones de hace 30 años y en México, aunque se mencionan actividades en la década de los 60-s en la cuenca del Papaloapan Veracruz con la introducción de la Tilapia, es en la década de los 80-s cuando surge la producción de camarón en el Noreste del país (Platas & Vilaboa, 2014).

El continente americano tiene casi el 50 % de las especies de peces de agua dulce que existen en el mundo (Lara-Rivera *et al.*, 2015) y México cuenta con 185 especies de peces protegidos, contando las ya extintas en la naturaleza, amenazadas, en peligro o bajo protección especial (NOM-059- ECOL-2001). Los peces de agua dulce son uno de los grupos que tienen más problemas de supervivencia, debido a la destrucción de su hábitat el 33% de las especies de este grupo se encuentran en peligro de extinción (Ceballos, 1993). En México, la mayoría de las especies utilizadas en la acuicultura son exóticas, traídas de otras partes del mundo; estos organismos al escapar al ambiente crean dificultades a la supervivencia de especies nativas, además de la contaminación y destrucción de ambientes acuáticos (Iñiguez-López & Díaz-Pardo, 2005).

Entre las especies cultivadas en México están los bagres, de los cuales la especie que más se cultiva es el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) nativo de Estados Unidos, Canadá y el noreste de México (Lara-Rivera *et al.*, 2015). Se han desarrollado estrategias de producción bajo sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos (Lara-Rivera *et al.*, 2015; Southworth *et al.*, 2006). Sin embargo, a pesar de los estudios y avances tecnológicos para reproducir esta especie existe la

posibilidad de que al tratarse de una especie exótica, se convierta en una especie invasora, por lo que podría causar un grave daño a la biodiversidad al competir por los recursos con especies nativas (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014; Gesundheit & Macías García, 2018; Lara-Rivera *et al.*, 2015). Este tipo de riesgo se ve reflejado aún más en zonas con una alta biodiversidad en un estricto equilibrio ecológico, como la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda y la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda-Guanajuato, en donde se ha observado un interés por introducir la producción acuícola de bagre (CONABIO & IEEG, 2015).

Es necesario evitar el impacto a la biodiversidad a causa de la introducción de especies exóticas a partir de la acuicultura y en el caso del bagre de canal, es indispensable la búsqueda de opciones para la producción de especies invasoras, como son las especies nativas de la región con potencial acuícola (Peña-Herrejón *et al.*, 2013; Ross *et al.*, 2008). Una de las alternativas a la producción de *Ictalurus punctatus* en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro es el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) nativo a la región, especie de la Reserva de la Biosfera que se encuentra dentro de la lista de especies protegidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y clasificado como endémica (Semarnat, 2010), la cual también ha sido catalogado como especie vulnerable por el Comité de Especies en Peligro de Extinción de la Sociedad Americana de Pesca y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (Arroyave, 2019; Jelks *et al.*, 2008). Introducir bagres exóticos en la reserva, representaría un riesgo directo a la supervivencia de esta especie, por lo que la producción del bagre endémico, además de incentivar la acuicultura regional, también tendría un aporte directo a la conservación de la biodiversidad ya que la acuicultura es una alternativa productiva para recuperar poblaciones de especies bajo algún grado de vulnerabilidad o casi extintas, apoyando la conservación y el desarrollo sostenible (Dávila-Camacho *et al.*, 2019). Con la finalidad de llevar la especie a cultivo se requiere conocer su alimentación para mantenerlo adecuadamente en cautiverio, pero actualmente no se conoce cuál es la preferencia de alimentación de esta especie ya que no se ha realizado ningún estudio previo, por lo tanto, es necesario realizar estudios para poder conocer más a detalle la biología del pez. Es importante considerar ciertos

puntos al momento de introducir un organismo en un sistema acuícola, por ejemplo debe adaptarse al cautiverio, debe ser rustico al manejo, es importante que tenga un nivel de estrés bajo, para que acepte con facilidad diferentes formulaciones alimenticias y también debe tolerar altas densidades de cultivo así como un rango amplio de condiciones fisicoquímicas del agua, especialmente la temperatura, la salinidad, el pH, la alcalinidad, la composición química y (Huang y Liao 2000; García-Trejo *et al.* 2016; Peña-Herrejón *et al.* 2017).

El interés por cultivar especies de bagre en México se ha documentado dentro del Programa Maestro Nacional de Bagre y el Comité Sistema Producto Bagre Nacional, integrado por los estados de Guerrero, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí y Tamaulipas (CONAPESCA, 2016), de igual forma en regiones como en la Reserva de la Biosfera Sierra gorda de Querétaro existe interés por cultivarlo. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México (CONABIO) ha decretado que la unión de las Huastecas sea una región prioritaria para el estudio de fauna acuática, debido a lo poco que se conoce de esta fauna en la región y a las características ecológicas de las cuencas, subcuencas y microcuencas que la conforman (Gutiérrez-Yurrita & Morales Ortiz, 2004). Así mismo la región de la Reserva de la biosfera Sierra Gorda presenta un alto interés en comenzar con la producción de especies de la familia *Ictaluridae* debido a su amplia aprobación regional (Baez Montes *et al.*, 2012; Iñiguez-López & Díaz-Pardo, 2005).

Llevar el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) a la producción generaría múltiples beneficios, ya que no solo representaría una fuente de ingresos para los productores locales, sino que de igual forma se apoyaría en cuanto a la conservación de la especie, ya que los peces producidos no generarían gran impacto sobre las especies existentes, al igual que se reduciría la captura de la especie en su estado natural, contribuyendo así al aumento de su población en estado silvestre (Dávila-Camacho *et al.*, 2019). Este trabajo es el primer acercamiento en cuanto al estudio sobre el tipo de alimentación que esta especie requiere para su desarrollo, ya que no se conoce dato alguno sobre qué tipo de alimento es el adecuado para su

producción. Los datos obtenidos permitieron realizar las primeras pruebas alimenticias con la especie endémica.

MARCO TEÓRICO

En el año 2018 la acuicultura alcanzó un récord histórico de 114.5 millones de toneladas de peso vivo, de las cuales 82.1 millones de toneladas fueron peces (FAO, 2020), fueron 2.1 millones de toneladas más que en el año 2016, donde la producción acuícola logró un total de 80 millones de toneladas de peces para el consumo humano, generando 231 600 millones de dólares (FAO, 2018). México tuvo una participación con 387 000 toneladas, destacando en primer lugar la tilapia con 152 974 toneladas, que equivalió a 2 555 millones de pesos, el segundo lugar fue ocupado por el camarón, del cual se produjeron 127 814 toneladas generando 10 769 millones de pesos, en tercer lugar encontramos al ostión con 47 877 toneladas arrojando una ganancia de 581 millones de pesos, mientras que el bagre ocupó el octavo lugar con 3 970 toneladas dando como ganancia una cantidad de 158 millones de pesos (Aguilar Sánchez 2017). Los estados que tuvieron más alto nivel en la producción acuícola de bagre durante el 2017 fueron San Luis Potosí con 675.80 toneladas, Jalisco con 750.37 toneladas y Zacatecas con 519.62 toneladas, mientras que Querétaro produjo 61.55 toneladas y Guanajuato tuvo una producción de 4.69 toneladas (CONAPESCA, 2017), esto permite que se vea un área de oportunidad para aumentar la producción acuícola de estas especies.

El cultivo de bagre inició cuando los Estados Unidos comenzaron a sembrar bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), los cuales fueron extraídos del Río Misisipi, para después introducirlos por todo el país (FAO, 2009). El desove fue logrado por primera vez en acuarios en 1890 y fue observado en estanques por primera vez en 1914 en un criadero gubernamental (Wiley & Sons, 1996). La eclosión de huevos de bagre bajo techo se logró por primera vez en 1929 (FAO, 2009) y fue hasta finales de 1950 cuando la acuicultura fue considerada como una práctica económica, sin embargo, el mayor éxito de su acuicultura y comercialización ha sido en América Latina (Welcome, 1998). El cultivo del bagre se desarrolló rápidamente durante

1960 y 1970 en la medida que se desarrollaron mejoras en el manejo de estanques, identificación y control de enfermedades y alimentos preparados, que los productores posteriormente adoptaron. La industria comercial se desarrolló en el sur de los Estados Unidos de América, dentro del ámbito geográfico original de la especie. Al menos 90 por ciento de los peces cultivados son producidos en la región del Valle del Río Mississippi (Wiley & Sons, 1996)

En México los estudios sobre cultivo de bagre se remontan al año de 1972 donde en el Campus Monterrey del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, realizaron trabajos de investigación en el Municipio de Apodaca, Nuevo León y en 1973 se realizó el cultivo de bagre de canal en una granja privada del Rosario, Sinaloa. Posteriormente la primera introducción de bagre de canal a México ocurrió en los años de 1976 y 1981 con 800 pares de reproductores provenientes de Estados Unidos para su cría en Tamaulipas con fines comerciales. Asimismo, en 1976 se introdujo bagre en la presa “La Boquilla” Chihuahua y posteriormente se distribuyó en la mayoría de los estados de la república mexicana, principalmente en lugares con climas tropicales y subtropicales con altitudes de 500 a 1500 msnm, gracias a su gran potencial comercial, crecimiento rápido y elevada resistencia a condiciones ambientales adversas. Los estados donde principalmente se produce esta especie en México son: Tamaulipas, Michoacán, Jalisco, Guerrero, Chihuahua, San Luis Potosí y Sinaloa y se cultiva en tanques flotantes en presas o en estanques rústicos (Nugroho, 2013).

Dado que en la sierra gorda de Querétaro se tiene interés en la producción acuícola de bagre y para no introducir especies exóticas como *Ictalurus punctatus* que puedan presentar riesgos a la biodiversidad de ecosistemas, es necesaria una investigación más a detalle del bagre nativo (*Ictalurus mexicanus*) mediante la cual se pueda obtener información acerca de su preferencia alimentaria y poder llevarlo a cautiverio ya que solo se sabe que el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*), es una especie con potencial acuícola, no se cuenta con información acerca de su alimentación, lo único que se conoce es su ubicación y que es aprovechada para el consumo local (Contreras-MacBeath *et al.*, 2014; Iñiguez-López & Díaz-Pardo,

2005), por lo cual se realizó este estudio con la finalidad de conocer un poco más sobre la alimentación de esta especie, ya que en especies de interés cultivable es importante conocer los requerimientos nutricionales para introducirlo a cautiverio (Uribe & Luna-figueroa, 2003).

Reserva de la Biosfera Sierra Gorda

La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda está ubicada en el norte del estado de Querétaro entre los paralelos 20° 50` y 21° 45` de latitud norte y los meridianos 98° 50` y 100° 10` de longitud oeste, con una extensión de 383,567 ha lo que representa el 32.02% del territorio total del estado, según lo establece el decreto de creación de la reserva (publicado en el diario oficial de la federación el 19 de mayo de 1997) (Semarnat, 2010). La reserva se encuentra principalmente alimentada por el río Santa María, el cual nace en el estado de San Luis Potosí, pasa por el estado de Querétaro, donde recibe a los ríos Ayutla y Jalpan y por el estado de Guanajuato donde es alimentado por varios arroyos de la región como el Manzanares y el Bagres (Ruiz Corzo & Pedraza Ruiz, 2007). Las especies existentes en el río Santa María han sido estudiadas con enfoque en la conservación y biodiversidad, ya que estos sistemas han sido afectados por actividades humanas como la pesca descontrolada, la introducción de especies exóticas y la contaminación del río con materiales orgánicos e inorgánicos, observando una disminución en la diversidad de especies (FAO, 2018; Gutiérrez-yurrita, 2011).

En la microcuenca de Jalpan de Serra, ubicada dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, se presenta una situación ambiental por la introducción de 3 especies invasoras; Lobina negra (*Micropterus salmoides*), Carpa común (*Cyprinus carpio*), y Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Aunque el principal foco de introducción es la presa de Jalpan, también se ha registrado presencia de estos organismos en el cauce principal del río. Esta situación modifica la fauna acuática nativa alterando la red trófica y modificando los ciclos de vida. Así mismo los pescadores locales han apropiado el uso de estas especies exóticas como forma de vida (Sánchez, 2018) .

Por otro lado, en las microcuencas de Ayutla y conca, también ubicadas dentro de la reserva de la biosfera existen 9 especies de peces identificadas, de las cuales 4 son de alto valor comercial; boquin (*Ictiobus Labiosus*), Trucha de río (*Angonostumus monticola*), bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) y la mojarra (*Oreochromis.spp*), esta última es introducida. Estas microcuencas cuentan con áreas potenciales para el desarrollo de la acuicultura con un total de 384.208 hectáreas, de las cuales en la acuicultura actual no se aprovecha ni 1 hectárea completa (Iñiguez-López & Díaz-Pardo, 2005), lo que nos hace ver posibles oportunidades para el desarrollo de la acuicultura con especies nativas de alto valor comercial.

Bagre

Los bagres son peces de la familia de los *Ictaluridos* del orden *Siluriformes*, que viven principalmente en agua dulce, también es conocido como pez gato debido a las barbillas que se extienden a cada lado de la mandíbula superior e inferior, semejantes a los bigotes de un gato (CONAPESCA, 2006). Existe una gran diversidad en cuanto a especies de bagres, los cuales ocupan el segundo o tercer lugar entre los órdenes de vertebrados. En la base de datos del Catálogo de peces (Eschmeyer, 1998 et seq.) son reportadas 2 855 especies de bagres, aunque son contadas las especies que se han estudiado en México, incluyendo las enlistadas por la FAO en el año 2006 (Tabla 1).

Tabla 1 Especies de Bagre que se han estudiado (CONAPESCA 2006).

Tipo de bagre	Imagen
<i>Ictalurus melas</i>	
<i>Ictalurus ochoterenai</i> (Bagre de Chapala)	
<i>Ictalurus punctatus</i> (Bagre de canal)	

<i>Ictalurus balsanus</i> (Bagre del Balsas)	
<i>Ictalurus dugesii</i> (Bagre del Lerma, bagre negro)	
<i>Ictalurus furcatus</i> (Bagre azul)	

Estos peces habitan desde el sur de Canadá (cuencas de la bahía de Hudson y del San Lorenzo) hacia el sur, entre las montañas Rocallosas y la costa del Atlántico, hasta el norte de Guatemala y Belice (río Belize). Habitan también en la vertiente del Pacífico de México, al parecer de manera discontinua, del río Yaqui hacia el sur hasta la cuenca del río Balsas (Miller, 1992). Todos tienen la piel desnuda, ocho barbillones (2 nasales, 2 maxilares, 4 mentonianos) y una espina al inicio de las aletas dorsal y pectoral (la espina dorsal es rudimentaria en el género *Prietella* Carranza). Se conocen tres géneros ciegos, uno de ellos (*Prietella*) endémico de México. Hay siete géneros incluidos (*Ameiurus Rafinesque*) y unas 50 especies. Muchas de éstas son crepusculares y algunas nocturnas; son comunes en sus historias de vida, la anidación en cavidades y el cuidado parental. Las especies de mayor tamaño son importantes en la pesca, incluso la deportiva, y algunas especies se han introducido en aguas templadas de buena parte del mundo (Miller, 1992).

Bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*)

Ictalurus mexicanus, también clasificado como *Amirus mexicanus*, especie endémica y con potencial acuícola, sin embargo de los pocos estudios realizados, solo se ha documentado que el bagre del verde es un pez teleosteo, el cual pertenece al orden de los *Siluriformes* de la familia *Ictaluridae* y al género *Ictalurus*, el cual se encuentra en la Vertiente del Atlántico, en la cuenca del río Gallinas (cuenca del río Pánuco), sobre la cascada de Tamul, S.L.P., de 105 m. generalmente se le observa en aguas quietas o en movimiento (corriente moderada a veloz), sobre fondos de roca o arena, sin vegetación acuática; los adultos prefieren

probablemente áreas más tranquilas y profundas. Aunque existe poca información de su biología, la talla máxima conocida es de 23.8 cm, la mayoría de los especímenes en museos tienen una longitud de menos de 100 mm (Miller, 1992; Miller *et al.*, 2009), los estudios realizados solo han reportado que este pez se encuentra como especie amenazada dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y catalogada como vulnerable por el Comité de Especies en Peligro de Extinción de la Sociedad Americana de Pesca y la lista roja de especies amenazadas de la IUCN (Arroyave, 2019; Jelks *et al.*, 2008; Semarnat, 2010).

Cultivo de bagre

El cultivo de bagre comienza con la siembra de alevines, criados en estanques de tierra, lagunas, jaulas flotantes y tanques circulares de acuerdo con lo que se menciona en algunos estudios realizados en México (Lara-Rivera *et al.*, 2015). Cuando los alevines alcanzan un tamaño determinado, son sembrados en estanques para su posterior engorda. La técnica de siembra está relacionada con la proporción de individuos y el número de hectáreas. El proceso de crecimiento se lleva a cabo en un lapso aproximado de dos años. Sin embargo, existe una desventaja de este sistema el cual genera gran cantidad de producto en un tiempo determinado, el mercado se satura, provocando disminución en los precios y la disponibilidad es limitada el resto del año (FAO, 2009).

En las explotaciones de bagre en sistemas de tierra se debe de llevar un control riguroso de la calidad del agua y las densidades de siembra. En épocas como el verano el oxígeno disuelto en el agua puede disminuir drásticamente causando problemas sanitarios, estrés y muerte por lo que es recomendable mantener más de 3,0 mg por litro (FAO, 2009).

También existen sistemas de tanques o canales de flujo abierto, donde se ha implementado la recirculación del agua, pero son pocos los casos de éxito. Este tipo de producción requiere de un suministro adecuado de agua que va en un rango de 26-30 ° C. Esta alternativa representa un pequeño porcentaje en la producción

anual. Una ventaja es que demanda menos extensión de terreno, pero la cantidad de agua rebasa la de otros sistemas (Regional *et al.*, 1990).

Otro sistema de producción en jaulas, las cuales son instaladas en cuerpos de agua como ríos, lagos o presas, donde una vez suspendidas flotan gracias a unos tambores pequeños de combustible, herméticamente sellados; también puede efectuarse por medio de bloques de poliestireno. Para jaulas de 1 m³ es suficiente tambores de cuatro litros (Regional *et al.*, 1990).

Alimentación del bagre

Se sabe que no todos los bagres tienen la misma alimentación, algunas especies, en especial las más pequeñas son herbívoros, los cuales se alimentan de algas y otros organismos, aunque se sabe que la mayoría de los bagres son omnívoros. Estos peces se alimentan de plantas acuáticas, vegetación en descomposición, gambas, caracoles, moluscos, gusanos, cangrejos, insectos acuáticos, huevos de peces, carroña, sanguijuelas, otros peces como las morenas y anguilas, ranas e incluso serpientes, otros tienen dietas especiales como es el caso de los *loricaridos* que comen madera (Nelson, *et al.*, 1999), así como también existen bagres parásitos que se alimentan de la sangre de otros peces (De Pinna, 1992; Spotte, 2002). En estudios previos realizados por Gabriel Fernando Cardoza Martínez y colaboradores, se encontró que algunas especies de peces están especializadas en un solo tipo de alimento, mientras que otras tienen la capacidad de alimentarse de varios recursos a la vez, por lo que son consideradas como especies generalistas (Poot–Salazar, 2005). El género *Ictalurus* incluye especies piscívoras–omnívoras como *I. punctatus*, que se alimenta principalmente en los fondos de cuerpos de agua. Su dieta incluye en mayor medida insectos bentónicos, cangrejos, moluscos, crustáceos y otros peces, aunque algunos estudios han demostrado que organismos de *I. punctatus* con longitudes totales mayores a 50 cm se alimentan exclusivamente de peces, mientras que organismos con longitudes menores recurren a un amplio espectro de alimento de manera oportunista (Fernando *et al.*, 2011).

De acuerdo con estudios realizados en la familia *Pimelodidae* que se encuentran dentro del orden de los *siluriformes* se observa que estos peces tienen una dieta muy variada, por lo que no todos los bagres tienen la misma alimentación, encontrándose desde detritívoros, omnívoros y carnívoros (Gutiérrez-Espinosa *et al.*, 2019). La identificación del hábito alimenticio en bagres se ha estudiado en especies como el *T. punctulatus*, donde Adrián Vera Arabe y colaboradores lo estudiaron, determinándolo mediante el contenido estomacal de individuos colectados durante dos estaciones del año: seca y húmeda, en 3 sectores de la cuenca media del río Pisco, encontrándose que *T. punctulatus* consume principalmente organismos de las familias *Chironomidae*, *Hydropsychidae* y *Leptohyphidae* durante la temporada seca; mientras que en la temporada húmeda, consume individuos de las familias *Chironomidae* y *Elmidae*, determinándose que existe variación en los hábitos alimentarios por sector de cuenca y, entre las temporadas seca y húmeda (Vera Arabe *et al.*, 2013). En otro estudio con el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), Cardoza Martínez y colaboradores analizaron el contenido de estómagos de esta especie, que fueron recolectados con el fin de determinar su espectro trófico. Los datos obtenidos se analizaron por métodos cualitativos y cuantitativos y se encontró que los órdenes más frecuentes fueron *Perciformes* y *Atheriniformes* que pertenecen a peces de forraje, así como algas verdes del orden charales. Además, fueron encontrados otros siete órdenes de invertebrados: *Schizodonta*, *Odonata*, *Himenoptera*, *Orthoptera*, *Hemiptera*, *Homoptera* y *Scorpionida*, además de dos órdenes de plantas: *Poales* y *Fabales*. El orden *Perciforme* constituyó casi la mitad del total del peso del contenido estomacal, seguido por los órdenes *Atheriniforme* y *Charales*. Además, se encontró que en las estaciones de verano e invierno se observó un número mayor de estómagos vacíos, mientras que el mayor número de estómagos llenos fue encontrado en primavera, concluyendo que en invierno estos peces consumen menos alimento, dentro del cual se encuentra mayor preferencia por las algas, mientras que en las estaciones restantes prefieren alimentarse mayormente de peces (Fernando *et al.*, 2011). Recientemente en el 2019 otro grupo de investigadores realizó un estudio con organismos de *Ictalurus meridionalis*, bagres que son de alto valor comercial para

el río Grijalva. En este estudio se analizó el contenido estomacal de 146 ejemplares, donde se determinaron 9 grupos presa, el mayor porcentaje de Frecuencia de Ocurrencia (FO) de los componentes alimenticios correspondió al grupo presa restos de insectos (24.40%), seguido cercanamente por restos de peces (22.02%). Respecto al Índice de Valor de Importancia relativa (IVIr) el mayor porcentaje lo presentaron los restos de peces (IVIr 26.29%), seguido de restos vegetales (IVIr 22.43%). Así mismo se estimó el Índice Intestinal (II) para expresar el hábito alimenticio de la especie, se obtuvo que en general *Ictalurus meridionalis* es un pez omnívoro el cual exhibe una tendencia al aumento del nivel trófico con el aumento de tamaño corporal, en tallas menores a 25 cm tiene una dieta herbívora, pero con un alto consumo de insectos y a tallas mayores a 40 exhibe una dieta omnívora con tendencia piscívora (Carlos Trejo-González *et al.*, 2019).

En este trabajo se buscó conocer la preferencia de alimentación del bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*), pero debido a que está en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010 donde se clasifica como vulnerable, el comité de ética no autorizó la determinación de contenido estomacal, por lo que se propuso realizar la prueba de aceptación de alimentos, utilizando diferentes formulaciones comerciales.

Tipos de alimentación de los peces

Los peces carnívoros son los que obtienen la mayor parte de sus nutrientes de la carne de otros peces o insectos acuáticos, a estos peces también puede llamárseles como depredadores porque en su alimentación presentan preferencia por organismos vivos que van desde pequeños organismos planctónicos hasta insectos, crustáceos, moluscos, peces, reptiles anfibios y pequeños mamíferos. Es importante mencionar que las especies carnívoras demandan un alto porcentaje de proteína de excelente calidad en la dieta, esto puede limitar el desarrollo del cultivo de especies de atractivo comercial como por ejemplo algunas piscívoras: tucunare (*Cichia ocellaris*), el pirarucu (*Arapaima gigas*) y algunos bagres (MERCHÁN, 2014).

Aproximadamente el 5% de todas las especies de peces son herbívoros, las algas filamentosas y de césped, *Bacillariophyta*, *Dinophyceae*, *Cyanobacteria*, la meiofauna asociada y los detritus son recursos alimenticios para el pastoreo de peces herbívoros. Aunque la mayor parte de la dieta se compone principalmente de césped, algas filamentosas y macrófitas, los peces también pueden ingerir una pequeña cantidad de materiales animales sin embargo la mayoría de los peces herbívoros prefieren las algas carnosas sobre las coralinas calcáreas y las algas incrustantes (Tolentino-Pablico *et al.*, 2008).

Algunas otras especies de peces en su hábitat natural prefieren la alimentación omnívora, con tendencia a los frutos y semillas, por ejemplo, las cachamas blanca y negra (*Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*), el Yamu (*Brycon sp.*), las palometas (*Mylosoma sp.*) y algunas sardinas (*Triportheus spp.*). Específicamente en hábitat natural de las Cachamas tienen una preferencia a alimentarse de frutos, semillas y hojas, abundantes durante las épocas de las inundaciones, mientras que, en la época de aguas bajas, se alimentan de caracoles, cangrejos, insectos, cadáveres de animales diversos y de plancton. Estas especies en condiciones de cultivo reciben y convierten muy bien los alimentos concentrados secos que se le suministran (MERCHÁN, 2014).

Digestibilidad

La digestibilidad es la fracción de alimento consumido que no aparece en las heces y por lo tanto se absorbe en el tracto gastrointestinal y es la base para hacer una correcta metodología para la evaluación de alimentos. Además, sirve para comprobar la calidad de la dieta y demás componentes, la disponibilidad de los nutrientes que las constituyen, la importancia que tienen estos en la salud de los animales, su desempeño y las características de las heces, igualmente es útil en cálculos de los requerimientos nutricionales. Debido a esto se han desarrollado diferentes métodos para evaluar una dieta o un ingrediente en particular (Osorio-Carmona *et al.*, 2012). Existen diferentes metodologías para calcular la digestibilidad aparente, la cual puede ser in vivo o in vitro, dentro de estas metodologías está el método gravimétrico, en el cual la digestibilidad aparente se

determina midiendo directamente la cantidad de alimento consumido en relación con la cantidad de heces producidas. La digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS), la digestibilidad aparente de la proteína cruda (DAPC) y la digestibilidad aparente de la energía (DAE) son calculadas en los alimentos y dietas prueba usando la siguiente ecuación.

$$DA_{A \text{ en alimento}} (\%) = \frac{A_{\text{alimento ingerido}}(g) - A_{\text{heces}}(g)}{A_{\text{alimento ingerido}}(g)} \times 100$$

Dónde: A es el analito, ya sea materia seca, proteína cruda o energía.

Aunque con este método no es posible determinar la digestibilidad de todos los alimentos, ya que algunos tienen poca estabilidad en el agua, tal como los usados para determinar la digestibilidad de algunos ingredientes nuevos, la recuperación incompleta del alimento y las heces afectarán la estimación de la digestibilidad. Esto es muy importante, y más si los organismos tienden a fragmentar los pellets durante su alimentación. Sin embargo, cuando se determina la digestibilidad de alimentos previamente preparados, tales como alimentos comerciales, puede ser necesario usar en estos alimentos la técnica gravimétrica, ya que estos raramente contienen marcadores inertes para digestibilidad (Fox & Lawrence, 2008).

Tasa de ingestión y tasa de producción de heces.

La cantidad de energía que aporta un alimento es el resultado final de la absorción de nutrientes que la producen cuando estos son oxidados y metabolizados, todo compuesto orgánico produce calor por combustión y son potenciales fuentes de energía. La tasa de ingestión está directamente relacionada con la cantidad de energía consumida por un organismo, ya que esta última es el resultado de la cantidad de alimento que se consumió y de acuerdo a las preferencias del organismo, aparte de su contenido energético, influyen otras características como aglutinación, textura y dureza (Rosas *et al.* 2003)

Para calcular el valor bruto de energía del alimento se puede hacer a partir de su composición química, utilizando los valores promedio de calor por combustión de 17.2 kJ/g para carbohidratos, 23.6 kJ/g para proteínas y 39.5 kJ/g para lípidos

(Bradfield & Llewellyn 1982), sin embargo, es posible que los compuestos inertes del alimento, modifiquen esta estimación. La absorción, digestión y utilización de los carbohidratos, lípidos y proteínas se ven afectados por la pérdida de nutrientes que no son utilizados y digeridos (Cho & Bureau 1999), por lo tanto, la medición del calor de energía debería medirse por ensayos biológicos y métodos químicos. En la práctica es necesaria la cuantificación cuidadosa del alimento consumido por el organismo, teniendo el debido cuidado para no perder muestra, considerando la pérdida por lixiviación que ocurre en el agua (Peña Herrejon., 2014)

METODOLOGÍA

OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar la preferencia alimentaria del bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) en un sistema acuícola mediante la utilización de 3 formulaciones alimenticias, con diferentes proporciones de origen animal y vegetal, además de la utilización del alimento comercial que comúnmente se utiliza en el cultivo de bagre de canal.

Objetivos particulares:

- Determinar la digestibilidad aparente de tres alimentos comerciales para peces carnívoros, omnívoros y alimento para bagre de canal, en un sistema acuícola con el bagre del verde.
- Determinar los parámetros de crecimiento de *Ictalurus mexicanus* en un sistema acuícola.

HIPÓTESIS

El Bagre de Rio Verde (*Ictalurus mexicanus*) tendrá una preferencia alimentaria similar al bagre de canal por su similitud morfológica, por lo tanto, tendrá una mayor

digestibilidad aparente con el alimento utilizado en el cultivo de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*).

a) Selección de bagres para llevar a cabo la prueba de aceptación de alimentos comerciales.

Para la aceptación alimenticia del bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) en un sistema de cultivo acuícola, se mantuvo a los peces bajo condiciones ambientales similares a las que se encuentran comúnmente en su hábitat natural. Las peceras en el sistema acuícola se mantuvieron a una temperatura promedio de $28 \pm 1.2^\circ \text{C}$, un pH de entre 6.5 y 7 y un contenido de nitrógeno amoniacal menor a 0.02 mg/l, valores dentro de los rangos recomendados para la producción de bagre.

Se tomaron 16 ejemplares de los ya existentes en el módulo acuícola del campus Concá, los cuales ya estaban adaptados y aclimatados, se colocaron en peceras de 15 L (Figura 1) manteniéndolos con aireación continua y una temperatura de 28°C . Ya que estuvieron en las peceras experimentales se les dio un tiempo de 24 horas para que se adapten, manteniendo ayuno. Después de la climatización el agua de cada pecera se cambió totalmente tomando muestras para determinar el contenido de NH_4 , mediante técnicas espectrofotométricas con el espectrofotómetro Lamotte Smartspectro (Figura 2) utilizando el método Ammonia Nitrogen HR de Lamotte.

Figura 1. Bagre en pecera de 15 litros



Figura 2. Espectrofotómetro Lamotte Smartspectro



b) Determinar los parámetros de crecimiento de *Ictalurus mexicanus* en un sistema de cultivo acuícola.

El desempeño del crecimiento de los organismos se realizó en un sistema de recirculación con regulación de condiciones ambientales dividiendo 16 organismos en tanques individuales (Figura 3). Todos los tanques estuvieron conectados al mismo sistema de filtración.

Figura 3. Sistema de experimentación



El experimento tuvo una duración de 40 días. Durante este periodo diariamente se registró la supervivencia y semanalmente se midió el peso húmedo de todos los individuos mediante una balanza con precisión de 0.01 g (Figura 4), ajustando la ración de alimento para la semana (Figura 5). Semanalmente se realizó la biometría de los individuos en el laboratorio utilizando un vernier digital con una precisión de 0.01 mm, el registro de mortalidad se realizó diariamente. Los organismos se dividieron en 4 tratamientos, (4 peces por tratamiento) alimentándose con las formulaciones descritas en la tabla 2 a una razón diaria del 4 % de la biomasa total de cada tanque repartida en 2 raciones al día. Los peces se mantuvieron en aclimatación a las condiciones de cultivo durante una semana previa al experimento.

Figura 4. medición de peso de bagres



Figura 5. ajuste de ración de alimento



Desempeño del crecimiento

Se determinó el desempeño del crecimiento según lo propuesto en trabajos previos (PeñaHerrejón et al., 2016; García Trejo et al., 2016):

Analizando la producción total de biomasa (P_t) en términos de densidad relativa (prel), considerando que:

$$(g) = \sum P_i n_{i=l} \quad (1)$$

$$\text{Donde } P_i \text{ es el peso del pez en el sistema } (g) = P_t / V \quad (2)$$

Donde V es el volumen.

La ganancia total en peso de los organismos (GTP) en términos de la tasa promedio de crecimiento diario (TPCD) mediante:

$$(g) = M_f - M_i \quad (3)$$

Donde M_f es la masa final y M_i la inicial

$$(g \text{ día}^{-1}) = GTP / D \quad (4)$$

Donde D son los días de cultivo.

La tasa específica de crecimiento (TEC) se estimó como:

$$(kg\ día^{-1}) = 100(\ln M_f - \ln M_i) / D \quad (5)$$

Donde M_f es el peso final, M_i el inicial, \ln el logaritmo natural y D los días de cultivo. La mortalidad se registrará diariamente y se calculará como la diferencia entre el número de peces en el stock original y los peces al momento de la medición.

La eficiencia de conversión del alimento (ECA) se consideró como:

$$ECA = F / (GTP) \quad (6)$$

Donde F es el peso seco del alimento.

c) Determinación de la aceptación de alimentos comerciales por *Ictalurus mexicanus*

Se alimentaron por la mañana con el 10% del peso húmedo del organismo con cuatro formulaciones alimenticias (Tabla 2), las cuales consistieron en alimento para peces carnívoros (T1), para peces tropicales (T2), para peces herbívoros (T3) y el cuarto alimento fue el que comúnmente se utiliza en el cultivo de bagre de canal (T4), (4 organismos por alimento). Pasando 24 horas de la alimentación se realizó la recolección de las heces fecales, cuidando de no mezclar con el alimento no consumido. El alimento no consumido también se recolectó mediante sifoneo filtrando el agua con papel filtro watman 100 μ m pre pesado (Figura 6) y recuperar el alimento no consumido. A una muestra de agua se le determino el alimento disuelto (Figura 7) para calcular la totalidad de alimento en el agua. De igual forma se realizaron las determinaciones de NH_4 .

Tabla2. Tabla de propiedades de los alimentos para cada tratamiento

TRATAMIENTO	ALIMENTO	PROPORCION ORIGEN ANIMAL	PROPORCION ORIGEN VEGETAL
T1	Carnívoros	9	1

T2	Omnívoros	7	3
T3	Herbívoros	3	7
T4	Alimento comercial para bagre	Principales ingredientes: maíz, sorgo trigo, pasta de oleaginosas y harina de pescado	

Figura 6. Filtración y secado de alimento y heces



Figura 7. Muestra de agua con alimento disuelto



Tasa de ingestión

El alimento no consumido recolectado en los filtros fue secado en estufa a 60 °C por 48 horas o hasta obtener un peso constante, siempre cuidando de no perder muestra. Se obtuvo el peso seco del alimento no consumido al restar el peso del alimento en el filtro a el alimento adicionado originalmente, más el alimento disuelto y de esta forma determinar la cantidad de alimento diario requerido y la tasa de ingestión al considerar la energía que aporta el alimento.

Tasa de producción de heces

Se determinó la tasa de producción de heces recolectando directamente los residuos posteriores al periodo experimental, teniendo especial cuidado de no mezclar con el alimento. Las heces fueron secadas en estufa a 60 °C hasta obtener un peso constante.

Alimento retenido

Se determinaron los mg de alimento retenido por cada g del peso del pez al sacar la diferencia entre el alimento consumido respecto al total de producción de heces.

d) Análisis estadístico

Para comparar las diferentes características se utilizó una ANOVA, si se encuentra diferencia estadística significativa se realizará una prueba de Tukey. La comparación del incremento de talla y peso se realizó con una prueba de T para muestras dependientes. Grupos que no presenten normalidad se determinarán mediante una prueba de Shapiro-Wilk y se analizarán usando una prueba de Kruskal Wallis. Todas las pruebas estadísticas serán calculadas utilizando el software Statgraphics Routine Centurion. El valor de alfa se establecerá en 0.05. La información se presentará como medias y errores estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

a) Parámetros de crecimiento de *Ictalurus mexicanus* en un sistema de cultivo acuícola.

Los parámetros de ganancia de peso obtenidos durante el periodo de experimentación (Figura 8) corroboran que no hay una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) durante el periodo experimental entre los 4 tratamientos utilizados para alimentar a los peces. Aunque no hay una diferencia estadísticamente significativa se puede observar que, durante la última semana de experimentación, los peces del tratamiento 1, 2, y 4 empezaron a subir más de peso que los peces del tratamiento 3.

Es normal que en los peces de T3 el aumento de peso sea más lento debido a que la mayor proporción de alimento proviene de origen vegetal y nos podemos dar cuenta que no está aprovechando al máximo el alimento por la cantidad de heces producidas (figura 10) y en estudios con peces del género *Ictalurus*, genero al cual

pertenece el bagre en estudio, los han catalogado como omnívoros con tendencia carnívora (Fernando *et al.*, 2011).

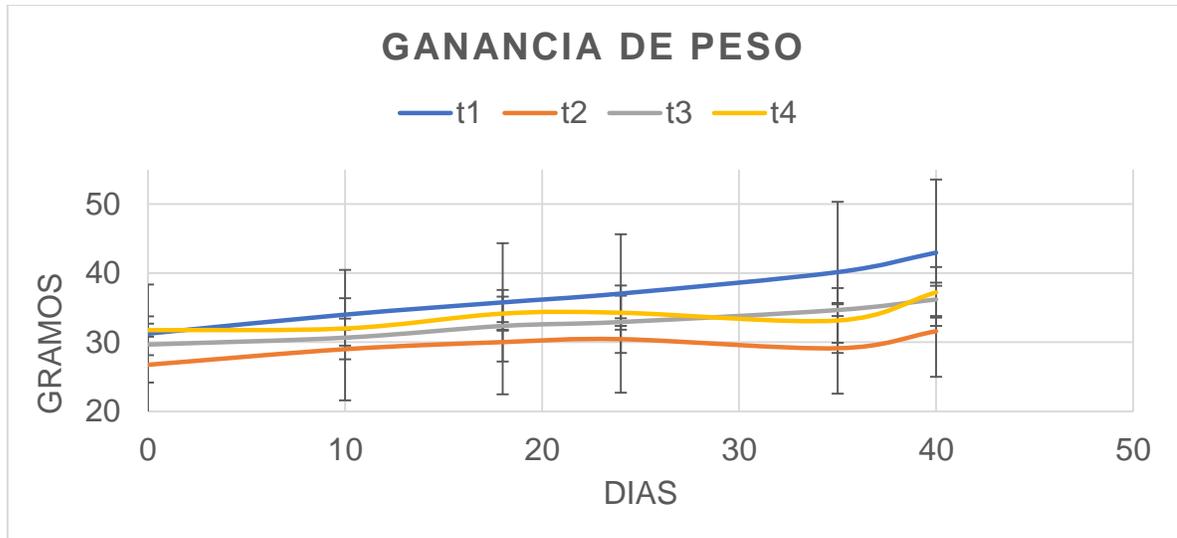


Figura 8. ganancia de peso en *Ictalurus mexicanus* durante el periodo de experimentación. T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.

Los datos son el promedio de 4 organismos con sus respectivas desviaciones estándar

Los parámetros de productividad obtenidos al término del periodo experimental (Tabla 3) corroboran que el índice de supervivencia en los tratamientos T2 y T3 fue del 75% mientras que en los tratamientos T1 Y T4 la supervivencia fue del 100%, lo cual se atribuye a fallas mecánicas debido a problemas con la corriente eléctrica.

Cabe mencionar que los resultados de supervivencia se encuentran dentro de lo esperado ya que al ser una especie la cual se encontraba en proceso de adaptación al alimento, las bajas en los organismos son normales, y otros estudios con bagre de canal *Ictalurus punctatus*, especie con similitud morfológica al bagre del verde se han reportado datos de supervivencia de 67 % al 94 % y del 75 % al 97 % (Fantini-Hoag *et al.*, 2022)

También se puede observar (Tabla 3), que estadísticamente no hay una diferencia significativa en cuanto a la longitud de los peces, atribuyéndose al corto periodo de experimentación ya que solo se buscó la aceptación de los alimentos. En T3 incluso se puede observar que el valor promedio de la longitud final es menor que la longitud inicial, factor afectado por un organismo que murió durante el periodo de experimentación el cual era de un tamaño mayor que el resto de los organismos. Aunque estadísticamente no hay una diferencia significativa ($p > 0.05$), los mejores resultados en ganancia de peso, corresponden a los peces de T1, ganando 11.72 ± 3.60 g donde fueron alimentados con una formulación donde 9 de 10 partes provienen de origen animal mientras que la parte restante proviene de origen vegetal, en cuanto a la ganancia de peso más baja correspondió a los peces de T3 con 4.02 ± 3.01 g donde se utilizó el alimento para peces herbívoros.

Debido a que se está trabajando con una especie con la cual no hay antecedentes de estudio alguno es importante que para estudios posteriores se considere la elaboración de una dieta más específica para la obtención de mejores resultados.

Tabla 3. Rendimiento de crecimiento de *Ictalurus mexicanus* con 4 formulaciones alimenticias diferentes.

	T1	T2	T3	T4
Días de experimentación	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0	40 ± 0
Peces por tratamiento (n)	4 ± 0	4 ± 0	4 ± 0	4 ± 0
Supervivencia %	100%	75%	75%	100%
Peso inicial (g)	31.25 ± 7.08 ^a	26.75 ± 6.99 _a	32.25 ± 5.31 _a	31.75 ± 0.95 ^a
Peso final (g)	42.97 ± 10.58 ^a	32.15 ± 5.49 _a	36.27 ± 1.98 _a	37.22 ± 3.66 ^a
Longitud inicial (cm)	15.25 ± 0.61 ^a	14.57 ± 0.76 _a	15.3 ± 1.02 ^a	15.42 ± 0.45 ^a
Longitud final (cm)	15.62 ± 0.99 ^a	14.7 ± 0.66 ^a	14.87 ± 0.23 _a	15.77 ± 0.28 ^a
Ganancia total (g)	11.72 ± 3.60 ^a	5.04 ± 3.35 ^a	4.02 ± 3.10 ^a	5.47 ± 3.01 ^a

Los datos son el promedio de 4 organismos con sus respectivas desviaciones estándar

Ganancia diaria (g)	0.29 ± 0.08 ^a	0.18 ± 0.07 ^a	0.15 ± 0.07 ^a	0.13 ± 0.07 ^a
Tasa específica de crecimiento (%/día)	0.74 ± 0.08 ^a	0.67 ± 0.21 ^a	0.47 ± 0.22 ^a	0.37 ± 0.19 ^a
Eficiencia de conversión de alimento (g/g)	3.46 ± 0.47 ^a	4.09 ± 1.53 ^a	6.38 ± 3.38 ^a	10.55 ± 10.18 ^a

Asimismo, no existe diferencia significativa ($p > 0.05$), en la tasa específica de crecimiento, sin embargo, los mejores resultados se observan en T1 donde arrojo un valor de 0.74 ± 0.08 g, comparado con el valor más bajo que corresponde a T4 con un valor de 0.37 ± 0.19 g. No existe un estudio que indique la tasa específica de crecimiento para el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*), sin embargo en otras investigaciones donde evaluaron 9 diferentes dietas en el bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) especie que tiene similitud al bagre del verde, se han reportado datos que se acercan a los encontrados en este estudio con un valor mínimo de 2.31 ± 0.17 (Abasubong et al., 2021), es normal que el valor de la literatura sea mal alto debido a que el bagre de canal lleva años de estudio y selección, por lo tanto los valores en el bagre del verde se encuentran dentro de lo esperado. Se necesitarían años de selección en la especie *Ictalurus mexicanus* para poder obtener resultados similares a los observados en bagre de canal.

En cuanto a la eficiencia de conversión de alimento se puede observar que de igual forma tampoco existe una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) (Tabla 3) aunque si se observa una mejor eficiencia en los peces de T1, con un valor de 3.46 ± 0.47^a en comparación con el T4 que arroja un valor de 10.55 ± 10.18^a y a pesar de esto la tendencia indica que mientras más partes de origen animal tenga el alimento, mejor podría ser la eficiencia de conversión alimenticia. Otros autores reportan valores menores de eficiencia de conversión de alimento en bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), a los 30 días reportaron un valor de 2.29 ± 0.18 , a los 60 días de 1.34 ± 0.03 y a los 90 días 1.73 ± 0.06 (Abasubong et al., 2021) mientras que en alevines ronda entre 1.0 a 1.2 y conforme van creciendo la eficiencia va

disminuyendo hasta 1.8 cuando son bagres de alrededor de 1.5 libras (Robinson & Li, 2015).

Claramente es notoria la diferencia en la especie en estudio, la cual arroja valores más altos lo cual indica que para la obtención de mejores resultados en próximas investigaciones con la especie, es necesaria la elaboración de una dieta ajustada a este tipo de organismos.

En este estudio se observa que conforme va pasando el tiempo, la eficiencia de conversión de conversión de alimento va mejorando por lo que se recomienda realizar un estudio por un periodo mínimo de 90 días que es el tiempo promedio para este tipo de investigaciones y con las mismas formulaciones alimenticias, compararlo con el bague de canal y con organismos ya adaptados a la alimentación comercial.

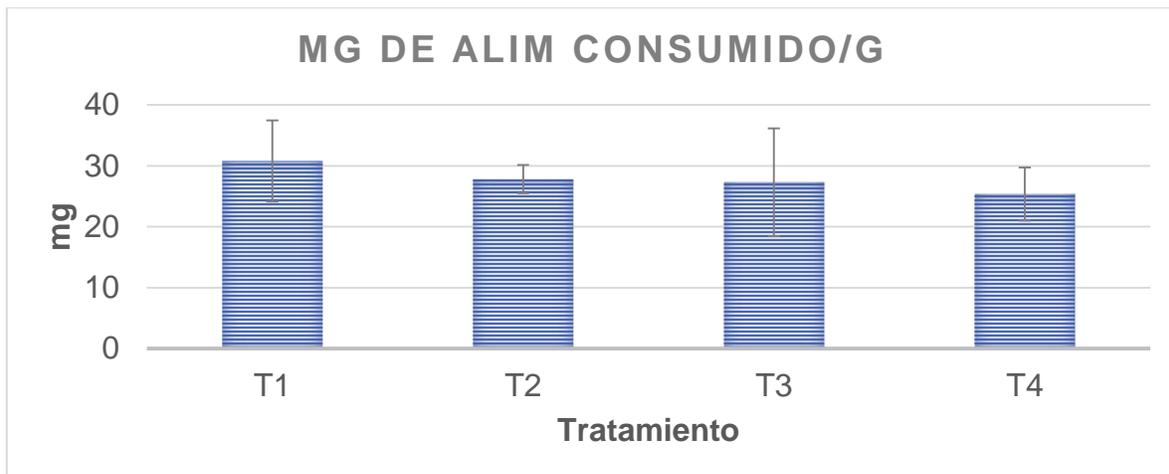
Adicionalmente se realizó un análisis estadístico con la finalidad de conocer si hay una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) en el aumento de peso de los organismos de cada tratamiento y de este modo saber que alimento es el que están aprovechando más los peces, dando como resultado una diferencia significativa en los peces del T1 y T4, lo cual indica que en dichos tratamientos los organismos están aprovechando mejor el alimento, mientras que en los peces del tratamiento T3 y T2 no hubo diferencia significativa, por lo tanto los peces de estos 2 tratamientos no aprovechan suficientemente el alimento.

b) Aceptación de alimentos comerciales por *Ictalurus mexicanus*

Se entiende como digestibilidad a la cantidad de heces producidas respecto a la cantidad de alimento consumido, lo que indica que esa diferencia es la cantidad de alimento que fue aprovechada por el organismo durante un tiempo determinado (Fox & Lawrence, 2008).

El alimento consumido no presentó diferencia significativa ($p > 0.05$) en cuanto a los mg de alimento consumido por cada g del peso del pez, como se observa en la

Figura 9. Se puede ver que en T1 por cada gramo se consumieron 30.79 ± 6.65 mg, en T2 el valor fue de 27.82 ± 2.33 mg, en T3 27.30 ± 8.83 mg y por último T4 con un valor de 25.37 ± 4.37 mg. Por otra parte, tampoco hay diferencia significativa ($p > 0.05$) en cuanto a la cantidad de heces producidas (Figura 10) por cada gramo del peso del pez, aunque si se observa una mayor producción de heces en los peces del T3 con valores de 3.93 ± 2.73 mg, seguido de T1 con valor de 2.86 ± 1.64 mg, luego esta T2 con 1.76 ± 0.62 mg y por último T4 con valor de 1.55 ± 1.08 mg. lo que hace deducir que mientras más partes del alimento provengan de origen animal (T1), será más la cantidad de alimento que consuma el pez mientras que los alimentos de origen vegetal (T3) propician una mayor producción de heces. En un alimento adecuado para cultivo acuícola se debería de buscar la mayor digestibilidad para evitar el desperdicio y el exceso de producción de heces, por lo que el alimento T1 muestra mayor potencial, a pesar de no presentar diferencia estadística significativa.



*Figura 9. Grafica de mg de alimento consumido por cada gramo del peso del pez
T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3:
Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.
Los datos son el promedio de 4 organismos con sus respectivas desviaciones estándar*

En la Figura 11 se puede observar que no hay una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en cuanto a los mg de alimento retenido por cada gramo del peso del pez sin embargo de igual forma es posible observar que en T1 hubo mayor

cantidad de alimento retenido, vemos que por cada gramo se retuvieron 27.92 ± 5.26 , seguido por T2 que arroja un valor de 26.05 ± 2.26 mg, luego esta T4 con valor de 23.82 ± 3.35 mg y por último tenemos a T3 con 23.37 ± 8.82 mg.

De acuerdo a los valores, se considera que el organismo acepta el alimento comercial, aunque esto no garantiza que se digieran todos los nutrientes, por lo tanto, hace falta la realización de estudios con dietas más específicas ya que es posible deducir que la cantidad de alimento retenido depende de la proporción de alimento que provenga de origen animal. De igual forma en otras investigaciones con bagre de canal se ha observado que la cantidad de alimento retenido está relacionada con el tipo de alimento que ingieren los peces (Kitagima & Fracalossi, 2011).

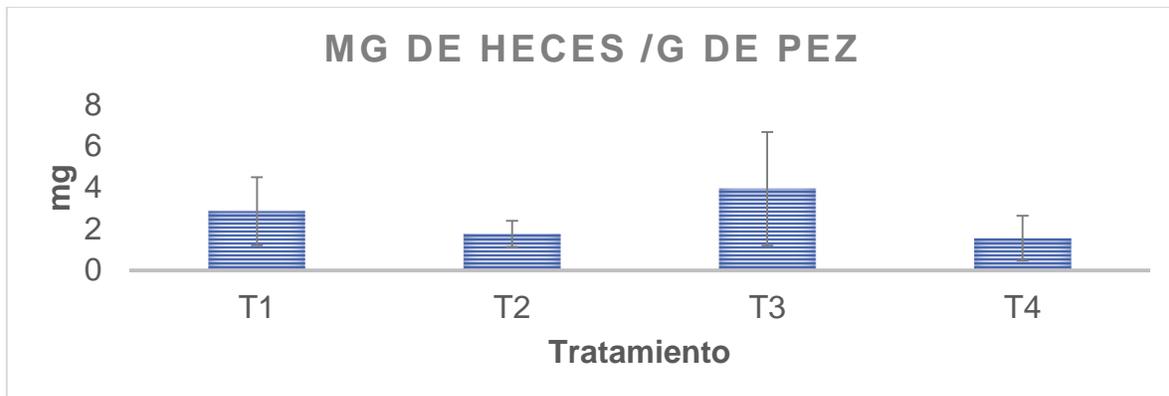
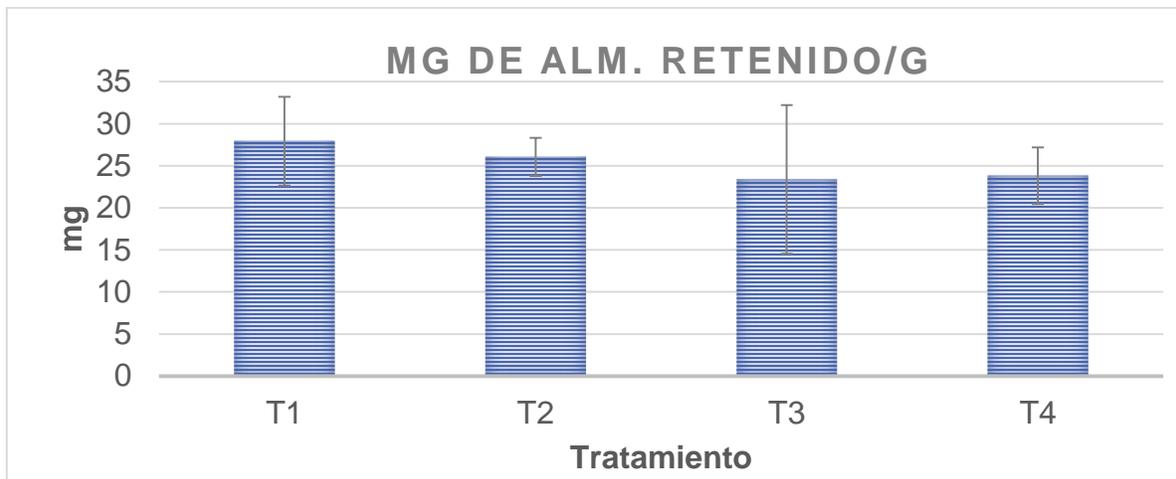


Figura 10. Grafica de mg de heces producidas por cada gramo del peso del pez T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3: Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre. Los datos son el promedio de 4 organismos con sus respectivas desviaciones estándar



*Figura 11. Grafica de mg de alimento retenido por cada gramo del peso del pez
T1: Alimento para peces carnívoros, T2: Alimento para peces tropicales, T3:
Alimento para peces herbívoros y T4: Alimento usado en la producción de bagre.
Los datos son el promedio de 4 organismos con sus respectivas desviaciones estándar.*

Observaciones del manejo de cultivo

Está claro que el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) tiene un crecimiento más lento que el bagre de canal, sin embargo durante el periodo de experimentación que fue de 40 días, fue posible deducir que el bagre del verde se presta más al manejo que el bagre de canal ya que tiene menos espinas, es más dócil y tiene un tamaño similar por lo que sería de mucha ayuda la realización de más estudios con la especie nativa para ir seleccionando los mejores organismos hasta que sea posible competir con las especies que más se cultivan a nivel nacional e internacional.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en cuanto a los parámetros de crecimiento de *Ictalurus mexicanus*, durante el periodo experimental, muestran que en ninguno de los puntos evaluados existió una diferencia significativa, así que el pez puede alimentarse con cualquiera de los alimentos evaluados dentro de un sistema acuícola. Por lo tanto, se concluye que el bagre del verde acepta cualquier alimento que esté disponible, sin embargo, el bagre del verde puede obtener mejores resultados en cuanto a ganancia de peso con los tratamientos T1 y T4. En cuanto a la supervivencia obtenida vimos que en T2 Y T3 sobrevivió el 75%, por lo que se puede decir que la especie se puede adaptar fácilmente al cautiverio. En cuanto a la eficiencia de conversión de alimento vemos que, aunque no hay diferencia significativa, el bagre del verde está aprovechando mejor el alimento que contiene más partes de origen animal. Asimismo, la tasa específica de crecimiento es similar para cada tratamiento, sin presentar diferencia significativa, sin embargo, también se observa que entre más partes de origen animal tenga el alimento, es mayor el crecimiento de los organismos. En ninguno de los parámetros analizados hubo diferencia estadística significativa por lo cual la hipótesis se rechaza, por lo tanto, se puede decir que el bagre del verde (*Ictalurus mexicanus*) acepta cualquier alimento disponible

BIBLIOGRAFÍA

- Abasubong, K. P., Cheng, H. hui, Li, Z. Q., Wang, C. C., Huang, Y. Y., Liu, W. bin, Zhang, D. dong, Zhu, X. H., & Jiang, G. Z. (2021). Effects of replacing fish meal with plant proteins at different dietary protein levels on growth and feed intake regulation of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture Research*, 52(10), 4911–4922. <https://doi.org/10.1111/are.15325>
- Aguilar Sánchez, M. A. 2017. La Acuicultura en México, retos y oportunidades. Página Situación actual de la acuicultura en México.
- Arabe, A. V., Passuni, E. O., Castañeda, L., & Quinteros, Z. (2013). *HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL BAGRE “ LIFE ” Trichomycterus punctulatus (VALENCIENNES , 1846) (ACTINOPTERYGII , SILURIFORMES) EN EL RÍO PISCO , PERÚ FEEDING HABITS OF THE CATFISH Trichomycterus punctulatus (VALENCIENNES , 1846) (ACTINOPTERYGII , SILURIF. 12(2).*
- Arroyave, J. (2019). *Ictalurus mexicanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T10769A498476*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T10769A498476.en>
- Baez Montes, O., Vargas Colmenero, E., Estrada Sillas, Y. F., & Orozco Uribe, L. C. (2012). La Biodiversidad Le Pone Sazón a Guanajuato. *La Biodiversidad En Guanajuato: Estudio de Estado, I*, 316–322.
- Bradfield A.E. & Llewellyn M.L. (1982) *Animal Energetics*. Blackie & Son Ltd., Glasgow.
- Carlos Trejo-González, Gustavo Rivera-Velázquez, José Manuel Aguilar-Ballinas, & Miguel Ángel Peralta-Meixueiro. (2019). Trejo et al 2019 Dieta de *Ictalurus meridionalis*. *LACANDONIA*, 13, 53–62. <https://hdl.handle.net/20.500.12753/1899>
- Ceballos, G. 1993. Especies en Peligro de Extinción. *Ciencias*. No. Especial 7: 5-12.

- Cho C.Y. & Bureau D.P. (1999) Bioenergética en la formulacion de dietas y estandares de alimentación para la acuicultura del salmon; principios, métodos y aplicaciones. In: Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposio Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos (eds. by Cruz-Suárez LE, Ricque-Marie D & Mendoza-Alfaro R), pp. 31-64. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L. México, Monterrey, N.L. México.
- CONABIO, & IEEG. (2015). *Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad del Estado de Guanajuato* (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)/Instituto de Ecología dEL Estado de Guanajuato IEE (ed.)). CONABIO/IEE.
- CONAPESCA. (2016). *El Bagre , producto acuícola en crecimiento*. <https://www.gob.mx/conapesca/articulos/el-bagre-producto-acuicola-en-crecimiento>
- CONAPESCA. (2006) *Programa maestro estatal bagre Michoacan*. <https://cadenasproductivas.conapesca.gob.mx>
- CONAPESCA. (2017). *Producción pesquera por estado*.
- Contreras-MacBeath, T., Gaspar-Dillanes, M. T., Huidobro-Campos, L., & Mejía-Mojica, H. (2014). Peces invasores en el centro de México. *Especies Acuáticas Invasoras En México*, 413–424. <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras/pdf/acuaticas-invasoras-cap25.pdf>
- Dávila-Camacho, C. A., Galaviz-Villa, I., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. del R., Quiroga-Brahms, C., & Montoya-Mendoza, J. (2019). Cultivation of native fish in Mexico: cases of success. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 816–829. <https://doi.org/10.1111/raq.12259>
- De Pinna, M.C.C. 1992. A new subfamily of Trichomycteridae (Teleostei, Siluriformes), lower loricarioidrelationships and a discussion on the impact of additional taxa for phylogenetic analysis. *Zool. J.Linn. Soc.*, 106 (3):175- 229.

Eschmeyer, WE (ed.) 1998. Catálogo de peces. Academia de Ciencias de California, San Francisco

FAO. 2004. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2002. Roma.

FAO. (2009). fao.org. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_channelcatfish.htm

FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018- Meeting the sustainable development goals.*

FAO. (2020). *VERSIÓN RESUMIDA.*

Fantini-Hoag, L., Hanson, T., Kubitza, F., Povh, J. A., Corrêa Filho, R. A. C., & Chappell, J. (2022). Growth performance and economic analysis of hybrid Catfish (Channel Catfish *Ictalurus punctatus* ♀ × Blue Catfish, *I. furcatus* ♂) and Channel Catfish (*I. punctatus*) produced in floating In-Pond Raceway System. *Aquaculture Reports*, 23(August 2021). <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101065>

Fernando, G., Martínez, C., Luis, J., Rodríguez, E., Rojo, F. A., Leticia, C., & Tovar, M. (2011). *Espectro trófico del bagre Ictalurus punctatus (Siluriformes : Ictaluridae), en la presa Lázaro Cárdenas , Indé , Durango , México Trophic spectrum of the catfish Ictalurus punctatus (Siluriformes : Ictaluridae), in the Lázaro. 21(2), 210–216.*

Fox, J. M., & Lawrence, A. L. (2008). Revisión de la metodología utilizada para determinar la digestibilidad aparente de nutrientes en camarones penidos marinos. In *Manual de Metodologías de Digestibilidad in vivo e in vitro para ingredientes y dietas para camarón.*

García Trejo, J. F., G. A. Peña-Herrejon, G. M. Soto Zarazua, A. Mercado Luna, O. Alatorre Jacome, y E. Rico Garcia. 2016. Effect of stocking density on growth performance and oxygen consumption of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

under greenhouse conditions. *Latin American Journal of Aquatic Research* 44(1):177–183.

Gesundheit, P., & Macías Garcia, C. (2018). The role of introduced species in the decline of a highly endemic fish fauna in Central Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(6), 1384–1395. <https://doi.org/10.1002/aqc.2927>

Gutiérrez-Yurrita, P. J., & Morales Ortiz, J. A. (2004). Síntesis Y Perspectivas Del Estatus Ecológico De Los. *Homenaje Al Doctor Andrés Reséndez Molia. Un Ictiólogo Mexicano.*, 2004, 217–234.

Gutiérrez-yurrita, P. J. (2011). How to restore riverbanks in natural ecosystems with many people using ecological services at the same time? *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, 23, 15–20.

Gutiérrez-Espinosa, M. C., Velasco-Garzón, J. S., & León-Morales, C. A. (2019). Review: Nutritional needs of south american pimelodidae fish (teleostei: Siluriformes). *Revista de Biología Tropical*, 67(1), 146–163. <https://doi.org/10.15517/RBT.V67I1.33627>

Huang, Y. S., y I. C. Liao. 2000. Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. *Cahiers options Méditerranéennes* 47:97–107. CIHEAM, Zaragoza.

Iñiguez-López, J., & Díaz-Pardo, E. (2005). *Diagnóstico y Potencial Pesquero en las Microcuencas Ayutla y Conca.*

Jelks, H. L., Walsh, S. J., Burkhead, N. M., Contreras-Balderas, S., Diaz-Pardo, E., Hendrickson, D. A., Lyons, J., Mandrak, N. E., McCormick, F., Nelson, J. S., Platania, S. P., Porter, B. A., Renaud, C. B., Schmitter-Soto, J. J., Taylor, E. B., & Warren, M. L. (2008). Conservation Status of Imperiled North American Freshwater and Diadromous Fishes. *Fisheries*, 33(8), 372–407. <https://doi.org/10.1577/1548-8446-33.8.372>

- Kitagima, R. E., & Fracalossi, D. M. (2011). Digestibility of Alternative Protein-Rich Feedstuffs for Channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(3), 306–312. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2011.00468.x>
- Lara-Rivera, A. L., Parra-Bracamonte, G. M., Sifuentes-Rincón, A. M., Gojón-Báez, H. H., Rodríguez-González, H., & Montelongo-Alfaro, I. O. (2015b). El bagre de canal (*Ictalurus punctatus* Rafinesque, 1818): Estado actual y problemática en México. In *Latin American Journal of Aquatic Research* (Vol. 43, Issue 3, pp. 424–434). <https://doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-4>
- MERCHÁN, S. C. S. (2014). NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN EN PECES NATIVOS. *UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA “UNAD,” ECAPMA*, 144.
- Miller. (1992). *Capítulo Seis peces dulceacuícolas de México*.
- Miller, R. R., Minckley, W. L., Norris, S. M., & Schmitter Soto, J. J. (2009). *Peces dulceacuícolas de México*.
- Nelson, J.A., M.E. Whitmer, E.A. Johnson, D. Wubah, and D.J. Stewart. 1999. Wood-eating catfishes of the genus *Panaque* (Eigenmann & Eigenmann): gut microflora and enzyme activities. *J. Fish Biol.*, 54: 1069- 1082.
- NRC. (1993). *Nutrients requirements of fish*. Washington. D.C.: National Research Council.
- Norma Oficial Mexicana, NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies de riesgo. SEMARNAT. 86 pp.
- Nugroho, M. B. (2013). Bagre. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Osorio-carmona, E., Giraldo-carmona, J., & Narváez-solarte, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina Methodologies to determinate the digestibility of foods used in feeding dogs. *Vet Zootec*, 6(1), 87–

97.[http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6\(1\)_9.pdf](http://200.21.104.25/vetzootec/downloads/MVZ6(1)_9.pdf)

Peña-Herrejon, G. A., J. Sanchez-Velazquez, A. Cruz-Hernandez, H. Aguirre-Becerra, y F. GarciaTrejo. 2017. Breeding system for *Astyanax mexicanus*. Páginas 1–4 2017 XIII International Engineering Congress (CONIIN). IEEE.

Peña-Herrejón, G. A., Soto-Zarazua, G. M., García-Trejo, J. F., & Rico-García, E. (2013). Comparación de los parámetros de crecimiento entre la tilapia *Oreochromis niloticus* y la mojarra nativa *Herichthys cyanoguttatus*. *7º Coloquio de Posgrado. Avances de Jóvenes Investigadores DIPFI—UAQ 2013.*, 9–16.

Platas, D., & Vilaboa, J. (2014). La Acuicultura Mexicana: Potencialidad, Retos Y Áreas De Oportunidad. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 18(35), 1065–1071.

Poot–Salazar, A. V., W. G. Canto–Meza & M. E. Vega–Candejas. 2005. Hábitos alimenticios de *Floridichthys polyommus* Hubbs, 1936 (Pisces: Cyprinodontidae) en dos sistemas lagunares costeros. *Hidrobiológica* 15 (2 Especial): 183–194.

Regional, O., America, P., & El, L. Y. (1990). RLAC/90/16 - PES – 20 MANUAL PARA EL CULTIVO DEL BAGRE SUDAMERICANO (*Rhamdia sapo*) PES-20. *America Latina*, 1–58.

Robinson, E. H., & Li, M. H. (2015). *for Pond-Raised Catfish*. 1364.

Rosas, C., A. Sánchez, M. E. Chimal, y R. Brito. 2003. Manual de métodos para la evaluación del balance energético de crustáceos. Página Jornadas Iberoamericanas de nutrición en acuicultura. Avances de la nutrición de camarones peneidos: hacia la optimización de alimentos y estrategias de alimentación para una camaronicultura Sustentable. Centro de Formación de la Cooperación Española en Cartagena de Indias, Colombia, Colombia.

Ross, L. G., Martinez Palacios, C. A., & Morales, E. J. (2008). Developing native fish species for aquaculture: The interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*, 39(7), 675–683.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01920.x>

Ruiz Corzo, M. I., & Pedraza Ruiz, R. (2007). Servicios ambientales en la reserva de la biosfera Sierra Gorda: Pago e integración de productos ecosistémicos. In G. Halffter, S. Guevara, & A. Melic (Eds.), *Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica* (pp. 109–113). m3m: Monografías Tercer Milenio. <http://sea-entomologia.org/PDF/PDFSM3MVOL6/Pdf12109114012RuizCorzo.pdf>

Sánchez, E. M. (2018). 1 | *Página*. 1–120.

Sánchez, K. (2012). *Comparación Química Y Funcional De Tres Dietas Comerciales Y Una Experimental, a Través De La Tasa De*.

Semarnat. (2010). *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*.

SEMARNAP. (1999). Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra Gorda. Mexico, DF: INE.

Southworth, B. E., Stone, N., & Engle, C. R. (2006). Production Characteristics, Water Quality, and Costs of Producing Channel Catfish *Ictalurus punctatus* at Different Stocking Densities in Single-batch Production. *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(1), 21–31. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2006.00003.x>

Spotte, S. 2002. Candiru: Life and legend of the bloodsucking catfishes. Creative Arts Books, Berkeley.

Tolentino-Pablico, G., Bailly, N., Froese, R., & Elloran, C. (2008). Seaweeds preferred by herbivorous fishes. *Journal of Applied Phycology*, 20(5), 933–938. <https://doi.org/10.1007/s10811-007-9290-4>

Torres, W. V. (2004). *Principios de nutrición aplicada al cultivo de peces* (U. de los llanos- 2004 (ed.); Editorial).

Uribe, E. A., & Luna-figueroa, J. (2003). *Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas Ictalurus*

balsanus (Pisces : Ictaluridae) en condiciones de cautiverio Introducción El bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* es una especie endémic. 39–47.

Welcome, R. (1998). International introductions of Inland aquatic. Roma , Italia: 294, 318 p.

Wiley, J., & Sons. (1996). History of Aquaculture in the United States. En P. J. O'Byrne, Species and System Selection for Sustainable Aquaculture (pág. 372). New York: PingSun Leung, Cheng-Sheng Lee.