

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS
INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

T E S I S

**Evaluación del crecimiento de
la mojarra del río Grande de
Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor
& Miller, 1980) con dos dietas
diferentes**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

Miguel Ángel Velázquez Farrera



Tuxtla Gutiérrez Chiapas

Octubre 2023

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

**Evaluación del crecimiento de
la mojarra del río Grande de
Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor
& Miller, 1980) con dos dietas
diferentes**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

Miguel Ángel Velázquez Farrera

Director

Dr. Gustavo Rivera Velázquez
Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Asesor

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro
Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Tuxtla Gutiérrez Chiapas

Octubre 2023





UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 20 de octubre de 2023

C. Miguel Ángel Velázquez Farrera

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Evaluación del crecimiento de la mojarra del río Grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor

& Miller, 1980) con dos dietas diferentes

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Wilfredo Antonio Matamoros Ortega

Dr. Emilio Ismael Romero Berny

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Firmas:

Wilfredo A. Matamoros

[Signature]

Ccp. Expediente

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme la vida y la fuerza para poder llegar a cumplir una de las metas más importantes de mi vida, y, sobre todo, poder compartirlo con mis seres queridos.

A mis padres, Miguel y Roció, a los cuales les debo todo, gracias por su ayuda y paciencia, con la que han sabido guiarme y demostrar que el amor que me tienen va más allá de cualquier cosa, siempre siendo mi ejemplo a seguir y la razón por la que quiero mejorar cada día. También a mis hermanos que son lo que más quiero y el motor que me ayuda a salir adelante, los amo con todo mi ser.

A mi director de tesis, el Dr. Gustavo Rivera Velázquez, por la oportunidad que me dio de trabajar con él, por depositar su confianza en mí, por el apoyo, conocimiento y tiempo compartido durante y después de la elaboración de este trabajo. Además, gracias por el apoyo con el equipo necesario para poder realizar este proyecto. Mi respeto y admiración, le estaré siempre agradecido por su apoyo y motivación.

A mi asesor de tesis, el Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro, por su paciencia, disponibilidad tiempo, su apoyo y dedicación en este trabajo, lo atesorare siempre,

Al Biol. José Manuel Aguilar Ballinas, por su apoyo incondicional y ser para mí un pilar fundamental durante la realización de este trabajo, siempre ayudándome y enseñándome. Gracias por el tiempo, las enseñanzas las risas, los regaños y su amistad, los llevare siempre conmigo.

A mis amigos, que durante la carrera fueron mi soporte para seguir adelante, siempre estando en las buenas, en las malas y en las peores. No sé qué hubiera hecho sin ustedes, los quiero a todos, que de manera directa o indirecta me han ayudado y estado ahí para mí, un pedacito de ustedes está en este trabajo, pero, en especial en mi corazón.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. FAMILIA CICHLIDAE	3
2.1.1. Características de los cíclidos	3
2.2. TAXONOMÍA Y BIOLOGÍA DE LA ESPECIE	4
2.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS CÍCLIDOS.....	5
2.3.1. Carnívoros.....	7
2.3.2. Herbívoros.....	8
2.3.3. Omnívoros.....	8
2.3.4. Plantofagos o Filtradores.....	8
2.3.5. Detritívoros.....	9
2.4. CONDICIONES FÍSICO – QUÍMICAS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE CÍCLIDOS.....	9
2.4.1. Temperatura del agua	10
2.4.2. Oxígeno disuelto	10
2.4.3. Amoníaco	11
2.5. CRECIMIENTO EN PECES.....	12
2.5.1. Factor de condición y relación longitud peso.....	12
2.6. IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES NATIVAS PARA ACUICULTURA ...	15

III. ANTECEDENTES	17
3.1. <i>Vieja hartwegi</i>	17
3.2. CRECIMIENTO DE CÍCLIDOS	19
IV. OBJETIVOS	21
4.1. GENERAL	21
4.2. ESPECÍFICOS	21
V. HIPOTESIS	22
VI. ÁREA DE REFERENCIA	23
VII. MÉTODOS	24
7.1. COLECTA DE LOS REPRODUCTORES	24
7.1.2. Cuarentena y aclimatación de los reproductores.....	24
7.2. REPRODUCCIÓN Y CRIANZA LARVARIA	24
7.3. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE <i>Vieja hartwegi</i> CON DIFERENTES ALIMENTOS	26
VIII. RESULTADOS	30
8.1. PROCESO DE ACLIMATACIÓN Y FORMACIÓN DE PAREJAS DE <i>Vieja hartwegi</i>	30
8.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	30
8.3. DATOS REGISTRADOS AL INICIO DEL EXPERIMENTO	32
8.4. CRECIMIENTO	33
8.3.1. Peso	33
8.3.2. Ganancia en peso	36
8.3.3. Longitud	36
8.5. FACTOR DE CONDICIÓN	37
8.6. RELACIÓN LONGITUD-PESO	40
8.7. SOBREVIVENCIA	41

8.8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y DE COMPORTAMIENTO DE LOS ALEVINES	41
IX. DISCUSIÓN	43
9.1. PROCESO DE ACLIMATACIÓN Y FORMACIÓN DE PAREJAS DE <i>Vieja</i> <i>hartwegi</i>	43
9.2. CALIDAD DEL AGUA	44
9.3. CRECIMIENTO.....	47
9.4. RELACIÓN LONGITUD-PESO	49
9.5. SOBREVIVENCIA, COMPORTAMIENTO Y APARIENCIA DE LOS ALEVINES.....	49
X. CONCLUSIONES	52
XI. RECOMENDACIONES.....	53
XII. REFERENCIAS DOCUMENTALES	54

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios de los valores de la calidad del agua en los tratamientos...	31
Cuadro 2. Promedios de los valores de la calidad del agua en los tratamientos...	32
Cuadro 3. Promedios de los valores de crecimiento de alevines de <i>Vieja hartwegi</i> , alimentos con dos dietas distintas	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Mojarra del río grande de Chiapas (<i>Vieja hartwegi</i>).....	5
Figura 2.- Distribución de la Mojarra del río grande de Chiapas (<i>Vieja hartwegi</i>)	6
Figura 3.- Tina y nido para el desove de los huevos de <i>Vieja hartwegi</i>	25
Figura 4.- Alimento para larvas de peces	25
Figura 5.- Alimento para peces a base de gusanos del género <i>Tubifex</i> spp. marca Azoo	26
Figura 6. Promedios de los valores del oxígeno disuelto a lo largo del experimento	31
Figura 7. Incremento de la biomasa de los alevines de <i>Vieja hartwegi</i> en los dos tratamientos.....	33
Figura 8. Tasa específica de crecimiento en los 56 días de muestreo.....	34
Figura 9. Tasa de crecimiento absoluto en los 56 días de muestreo	35
Figura 10. Tasa de crecimiento Realtivo en los 56 días de muestreo.....	35
Figura 11. Ganancia en peso durante los 56 días del experimento de los alevines de <i>Vieja hartwegi</i>	36
Figura 12. Incremento en longitud total de los alevines de <i>Vieja hartwegi</i> en los dos tratamientos.....	37

Figura 13. Factor de condición de los dos tratamientos, durante los 56 días del experimento de los alevines de <i>Vieja hartwegi</i>	38
Figura 14. Regresión entre el oxígeno disuelto y el factor de condición de los alevines de <i>Vieja hartwegi</i>	39
Figura 15. Comparación entre las relaciones longitud-peso para los tratamientos T1 y T2 de <i>V. hartwegi</i> alimentados con dietas diferentes	40
Figura 16. Ejemplares de <i>Vieja hartwegi</i> con dietas diferentes	41

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el crecimiento de alevines de *Vieja hartwegi*, (Taylor & Miller, 1980) con dos diferentes tipos de dietas. Así mismo se evaluó el porcentaje de sobrevivencia, factor de condición y la relación longitud-peso. Experimentalmente, cada dieta tuvo un total de 3 réplicas, la primera dieta consistió en un alimento balanceado para mojarra tilapia marca Nutripec y la segunda dieta consistió en un alimento comercial a base de gusanos del género *Tubifex* marca Azoo. Durante el experimento se midieron parámetros fisicoquímicos, así como también se tomaron mediciones biométricas de la calidad del agua. Estos procedimientos se llevaron a cabo de forma semanal durante 56 días para determinar el crecimiento de la especie tomando las siguientes medidas: longitud total, longitud patrón y el peso. El tratamiento basado en Nutripec 48% de proteína presentó mayores valores de ganancia en peso, crecimiento en peso y longitud, así como también en tasas de crecimiento. La disminución del oxígeno disuelto registrado afectó el factor de condición de los ejemplares, así como su crecimiento en ambos tratamientos. El tipo de crecimiento registrado para alevines de *V. hartwegi* fue de tipo alométrico negativo en ambos tratamientos. El porcentaje de sobrevivencia se conservó en 100% durante todo el experimento.

Palabras clave: Alevines, cíclidos nativos, alimento balanceado, sobrevivencia.

ABSTRACT

In the present work, the growth *Vieja hartwegi* (Taylor & Miller, 1980) fingerlings from two different types of diets was evaluated. Likewise, the survival percentage, condition factor and the length-weight relationship were evaluated. Experimentally, each diet had a total of 3 replicates, the first diet consisted of a Nutripec brand balanced food for tilapia mojarra and the second diet consisted of a commercial food based on Azoo brand Tubifex worms. During the experiment, physicochemical parameters were measured, as well as biometric measurements of water quality. These procedures were carried out weekly for 56 days to determine the growth of the species taking the following measurements: total length, standard length and weight. The treatment based on Nutripec 48% protein presented higher values of weight gain, weight growth and length, as well as growth rates. Decrease in dissolved oxygen registered affected the condition factor of the specimens, as well as their growth in both treatments. The type of growth registered for *V. hartwegi* fingerlings was allometric negative type in both treatments. The survival percentage was maintained at 100% throughout the experiment.

Keywords: Fingerlings, native cichlids, balanced food, survival.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana lleva consigo la necesidad de incrementar la producción de alimento para cubrir sus necesidades (Socorro-Cruz, 2006). La pesca y la acuicultura continúan siendo fuentes significativas de alimentos, nutrición y sustento para una gran cantidad de personas en todo el mundo Food y Agriculture Organization (FAO, 2016). En la pesca, para conseguir cubrir la demanda de estos productos es necesario incrementar el esfuerzo pesquero y conseguir un mayor número de capturas (Socorro-Cruz, 2006). No obstante, estas prácticas que conllevan a la sobrepesca provocan alteraciones en las cadenas tróficas al modificar la composición de especies en las comunidades afectando la estructura, función, productividad y capacidad de recuperación de los ecosistemas marinos (Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.*, 2014) y de agua dulce (Friend *et al.*, 2009).

Debido a estas problemáticas en las pesquerías y de los altos precios de las especies más cultivadas (Pintos-Terán *et al.*, 2003), se ha optado por el aprovechamiento de especies exóticas. En los grandes embalses de Chiapas la principal especie que sostiene la industria acuícola es la tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Romero-Beltrán *et al.*, 2021). Por desgracia, la introducción de especies exóticas ha generado impactos severos sobre las poblaciones de peces nativos (Rojas-Carrillo y Mendoza-Alfaro, 2000), entre ellos está el desequilibrio ecológico entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura trófica, el desplazamiento de especies nativas, la disminución de la biodiversidad y reducción de la diversidad genética (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2014). Todo esto surge como consecuencia de la falta de estudios de las especies de peces a un nivel fisiológico que sean capaces de garantizar una producción constante, con un alto valor comercial y que tengan entre otras cualidades un crecimiento rápido (Ross *et al.*, 2008).

Es por eso que existe la necesidad urgente de diversificar la acuicultura (Teletchea y Fontaine, 2014) hacia nuevas especies que sean apreciadas por los consumidores (Sicuro y Luzzana, 2016), dando prioridad al aprovechamiento y desarrollo de las especies nativas, ya que estas pueden brindar ciertas ventajas sobre

las especies introducidas, como son la mejor adaptación de estos peces al clima y a la calidad del agua de la región en donde se cultivan (Atencio, 2001).

Por otro lado, el crecimiento en la producción de alimentos no solo se centra en las especies utilizadas para consumo, sino también, implica una demanda considerable de alimentos que aseguren un suministro adecuado y equilibrado de nutrientes para satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie a cultivar, donde la calidad de este alimento tiene un impacto directo en el crecimiento y en la salud de los organismos (Peters *et al.*, 2009).

El notorio desarrollo y progreso de la acuicultura demanda avances constantes en la formulación de dietas equilibradas y altamente eficaces para las especies cultivadas, considerando variables como la proporción entre la energía y la proteína, con el objetivo de alcanzar un crecimiento máximo y una menor mortalidad en el lote (Uzcátegui-Varela *et al.*, 2014). El estado de Chiapas posee una abundante riqueza hidrológica y una notable diversidad de especies de agua dulce. (Soria-Barreto, 2009). Estos recursos biológicos representan un potencial enorme para su manejo a través de la pesca y acuicultura (Velázquez-Velázquez *et al.*, 2013).

La acuicultura de especies autóctonas es una opción económicamente viable que puede impulsar el desarrollo de la acuicultura local al ofrecer productos de alta calidad de forma constante a lo largo de todo el año, sin los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas. Sin embargo, el conocimiento básico de la biología de las especies es importante para el entendimiento y desarrollo de otras investigaciones acerca del aprovechamiento ordenado del recurso. La mojarra del río grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor & Miller, 1980) tiene un potencial comercial ya que se consume localmente por su buena calidad y sabor (Anzueto-Calvo *et al.*, 2013). Por desgracia las actividades acuícolas con peces nativos se ven limitados por la poca información existente acerca de los aspectos biológicos de las especies, es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de *V. hartwegi*, para ello se estudió el crecimiento de los peces de la especie con dos dietas, buscando alternativas para satisfacer las necesidades alimentarias de los peces en cautiverio, los cuales a su vez son una alternativa de producción de alimento, mejora económicas y protección ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FAMILIA CICHLIDAE

La familia Cichlidae es un grupo diverso de peces tropicales, comprende más de 1 300 especies que se distribuyen en diversas regiones del mundo, incluyendo África, parte de Norteamérica, Centroamérica, Sudamérica, Madagascar, India y Sri Lanka; sin embargo, la mayor concentración de especies se encuentra en África, mientras que en el Neotrópico se incluyen más de 550 especies (López-Fernández, 2021). Estos organismos habitan sistemas dulceacuícolas y algunas especies se localizan en aguas salobres e incluso totalmente marina (Miller, 2005).

En México, la familia Cichlidae constituye el segundo grupo de peces dulceacuícolas más diverso; cuya distribución abarca desde el río Hondo hasta el río Bravo, en la vertiente del Golfo y desde el río Suchiate hasta el río Yaqui, en el Pacífico (Miller *et al.*, 2005); sin embargo, la mayor diversidad de especies de esta familia se encuentra en el sureste de México, en la cuenca del río Grijalva-Usumacinta (Miller *et al.*, 2005). Este sistema hidrológico cubre gran parte del estado de Chiapas y le otorga al estado un total de 36 especies distribuidos en 22 géneros de cíclidos nativos y endémicos, siendo una de las familias con mayor número de especies en Chiapas (Gómez-Martínez, 2022).

2.1.1. Características de los cíclidos

La mayoría de los cíclidos tienen un cuerpo alto, generalmente comprimido. Sin embargo, el cuerpo puede tener forma de disco y tener aletas extremadamente altas, parecidas a velas, como en *Pterophyllum* (peces ángel), o aletas bajas, como en *Symphysodon* (peces disco). Presentan una sola fosa nasal a cada lado de la cara; línea lateral interrumpida (Nelson, 2016) terminando generalmente a la altura del final de la base de la aleta dorsal y continuándose hasta la base de la caudal (en algunos casos se continúa en la caudal) (Vila, 1982). Generalmente presentan de 20 a 50 escamas en las líneas laterales pero el número puede exceder las 100; generalmente de 7 a 25 espinas y de 5 a 30 radios blandos en la aleta dorsal (Nelson, 2016), usualmente, en cíclidos americanos podemos encontrar cuatro o más espinas anales

y en especies africanas solamente tres espinas anales (Miller *et al.*, 2005). Su longitud máxima es de aproximadamente 80 cm (Nelson, 2016). Con una boca terminal o subterminal, con dientes variados, ausentes en los palatinos y el vómer; premaxilas protractiles; maxila terminando bajo el preorbital; huesos faríngeos fundidos formando una placa triangular con una sutura en el medio. Además, presenta una vejiga gaseosa, cuatro arcos branquiales, sin pseudobranquias y membranas branquiales separadas, aunque a veces pueden estar unidas (Vila, 1982). Entre las diferencias específicas se encuentran la diversidad corporal y de las estructuras relacionadas con la captura del alimento, permitiendo el uso diferenciado del alimento y del hábitat, así como por especializaciones en el comportamiento sexual y cuidado parental (Lowe-McConnell, 1987).

2.2. TAXONOMÍA Y BIOLOGÍA DE LA ESPECIE

De acuerdo con McMahan *et al.*, (2015) la mojarra del río Grande de Chiapas (Figura 1) se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciformes

Familia: Cichlidae

Género: *Vieja*

Especie: *Vieja hartwegi* (Taylor & Miller, 1980)



Figura 1.- Mojarra del río grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*) (Vicente-Rivera, 2018)

Es una especie perteneciente a la familia Cichlidae de cuerpo y pedúnculo caudal moderadamente deprimidos. Aleta caudal redondeada o ligeramente emarginada, cuenta con una aleta dorsal con 17 espinas y 12 radios, y una aleta anal con 6 espinas y 9 radios; en el primer arco branquial tiene de 8 a 12 branquiespinas totales (Gómez-Martínez, 2022). La boca es pequeña y presenta dientes cónicos o ligeramente aplanados en la serie externa de la mandíbula superior se encuentran entre ocho y once dientes en cada lado, aumentando su tamaño hacia la parte anterior (Rodiles-Hernández y González-Díaz, 2006). La mandíbula inferior posee tres o cuatro dientes anteriores de la serie externa, los cuales son alargados, subyugales y puntiagudos, claramente distinguibles de los dientes laterales más pequeños (Miller *et al.*, 2005; Rodiles-Hernández y González-Díaz, 2006).

El color del cuerpo puede variar de gris plateado a gris oliva, gris oliva a amarillento, oliva a amarillento, además de puntos iridiscentes en la cabeza (en los adultos, manchas rojas cubren toda la cabeza). Los puntos rojos en el centro de las escamas cubren todo el cuerpo y continúan en las aletas dorsal, anal y caudal. (Gómez-Martínez, 2022). De acuerdo a la descripción de Rodiles-Hernández y González-Días (2006) los juveniles muestran una línea recta longitudinal casi completa que se origina por encima de la axila de la aleta pectoral y se extiende hasta una barra vertical, mientras que los adultos tienen una mancha redondeada centrada en la base de la aleta caudal, por su parte muchos adultos exhiben una serie de cinco manchas

oscuras en los lados o barras parciales dispuestas a lo largo de la línea longitudinal, asimismo, el vientre, incluyendo la parte inferior de la cabeza, tiene un color oscuro, mientras que el resto de la cabeza, nuca y flancos por encima de las manchas laterales son más claros, además de esto, los radios de las aletas verticales pueden estar manchados o con tonos oscuros.

Se distribuye en la vertiente Atlántica del estado de Chiapas, México (Schmitter-Soto, 2006) (Figura 2), endémica de la cuenca del río Grijalva, encontrándose en ríos, arroyos y embalses en la parte baja, media y superior de la cuenca, siendo registrada en los embalses de Peñitas, El Zapote, Frio, La Venta, Grande, Santo Domingo, Tachinua y Yayahuita según lo descrito por Gómez-Martínez (2022) (Figura 2). Habita en ambientes de aguas claras a ligeramente oscuras, con temperaturas que oscilan entre los 23 y 29°C, con variaciones en la velocidad de la corriente que pueden ser rápidas, lentas o nulas, con sustrato rocoso, arenoso o lodoso y generalmente poca o nula vegetación acuática. Es una especie omnívora y su alimentación se basa en plantas acuáticas, invertebrados como insectos, detritus y pequeños peces (Schmitter-Soto, 2006).

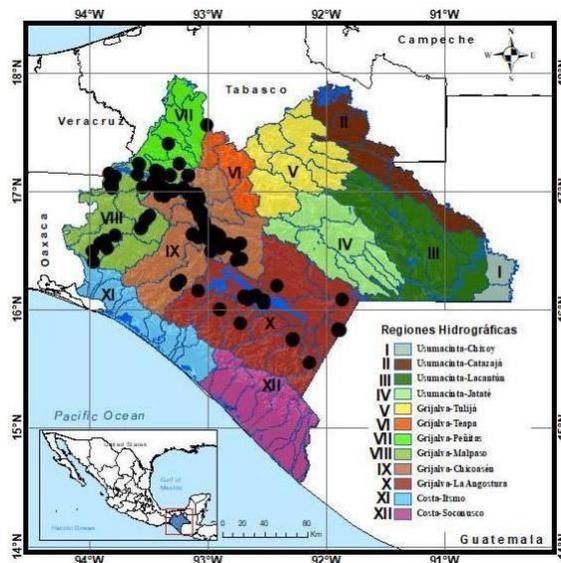


Figura 2.- Distribución de *Vieja hartwegi* (Gómez-Martínez, 2020)

2.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS DE LOS CÍCLIDOS

Los peces, como sucede con todos los organismos, requieren de una nutrición adecuada para poder crecer y sobrevivir (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Cuando se habla de hábitos alimenticios, se hace referencia a la forma en que un pez se alimenta, es decir, su comportamiento en la búsqueda y consumo de alimentos (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001).

Es necesario hacer distinción entre hábitos alimenticios y alimento, ya que este último tiene que ver con el material que habitual u ocasionalmente estos comen y el primero con el comportamiento para tomar el alimento (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). En términos de sus preferencias alimenticias, tanto en su entorno natural como en condiciones de cultivo, los peces pueden clasificarse como omnívoros u oportunistas, sin embargo, dentro de esta categoría se puede ver como algunas especies son más eficientes o presentan una mayor preferencia para la utilización de ciertos alimentos naturales (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001).

El conocimiento de estas preferencias para cada especie en particular es fundamental para el desarrollo de estudios nutricionales y de alimentación, de esto depende una adecuada formulación y fabricación de raciones y el planeamiento de estrategias de alimentación para los diferentes sistemas de cultivo, de una forma práctica las diferentes especies de peces pueden ser clasificadas, de acuerdo con sus preferencias alimenticias (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001), en los siguientes grupos:

2.3.1. Carnívoros

Estos individuos también conocidos como predadores, se caracterizan por su tendencia a alimentarse de organismos vivos que varían desde organismos planctónicos hasta insectos, crustáceos, moluscos, peces, reptiles, anfibios y mamíferos de menor tamaño (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Estas especies por ser carnívoras requieren un alto porcentaje de proteína de excelente calidad en la dieta, como por ejemplo cíclidos como: *Cichla ocellaris* (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001), *Petenia splendida* y *Cichlasoma salvini* (Soria-Barreto, 2009).

2.3.2. Herbívoros

Pocos peces presentan preferencia por alimentos de origen vegetal que se caracterizan por ser ricos en fibra y muy bajos en proteína y energía (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). La tilapia herbívora *Coptodon rendalli* y la mojarra *Cinzelichthys pearsei* son típicos ejemplos de especies herbívoras que se alimentan de plantas (Soria-Barreto, 2009; Rondón-Martínez, 2015). Tienen un aceptable rendimiento en cultivo porque ocupan un nicho ecológico muy especializado en sistemas de policultivo y también porque pueden ser utilizadas como controladoras de malezas acuáticas (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001).

2.3.3. Omnívoros

Existen otras especies tropicales que en condiciones naturales tienen preferencia alimenticia omnívora con tendencia a los frutos y semillas (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Particularmente *Vieja argentea* especie omnívora, cuya alimentación en vida silvestre se compone de alimento de origen vegetal como restos vegetales y semillas; invertebrados acuáticos como restos de insectos, gasterópodos, bivalvos y moluscos, detritus, huevos de peces, huesos de peces, escamas y materia orgánica (Soria-Barreto, 2009). La mojarra plateada (*Oreochromis niloticus*) es considerada omnívora, porque además de alimentarse de fitoplancton pueden consumir algas verdes azules y alimentos concentrados (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001).

2.3.4. Plantofagos o Filtradores

Estos peces se alimentan de fitoplancton (organismos vegetales como algas unicelulares) y de zooplancton (protozoarios, rotíferos, cladóceros, peces, microcrustáceos copépodos y formas larvales de diferentes organismos) (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Casi todas las especies de peces experimentan una fase en la que se alimentan de plantón, principalmente al inicio de su desarrollo, durante su etapa de postlarva y alevín, antes de adoptar su dieta definitiva (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Las tilapias son ejemplos de peces que mantienen su hábito plantófago, durante toda su vida. La mojarra roja por ser un híbrido de varias especies del género

Oreochromis es considerada también un pez omnívoro y filtrador (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001).

2.3.5. Detritívoros

El detritus está compuesto por hongos, levaduras y también organismos bentónicos, tales como larvas y huevos de insectos, de moluscos, crustáceos y otros organismos (Rodríguez-Gómez *et al.*, 2001). Algunos peces de agua dulce, como *Vieja ufermanni*, son especies omnívoras con una preferencia por los detritos en su alimentación, incluyendo restos vegetales, algas filamentosas, fragmentos y huesos de peces. (Soria-Barrento, 2009).

2.4. CONDICIONES FÍSICO – QUÍMICAS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE CÍCLIDOS

El óptimo crecimiento de los organismos acuáticos está fuertemente vinculado con la calidad del agua en el entorno de cultivo, la cual abarca todas las variables físicas, químicas y biológicas que afectan la producción de especies acuáticas.

Las prácticas de manejo de cultivos de peces tienen el objetivo de mantener las condiciones químicas y biológicas (concentraciones de nutrimentos en el agua, una floración de algas, la densidad de siembra, etc.) adecuadas en el medio (Meyer, 2004).

Un cambio repentino de la temperatura o de la concentración de oxígeno disuelto en el agua puede resultar en una mortalidad masiva de los animales, cambios menos drásticos pueden afectar la capacidad de los organismos de resistir los patógenos presentes en el agua del cultivo o incluso puede producir problemas crónicos como un ritmo lento de crecimiento (Meyer, 2004).

Con el fin de obtener una producción exitosa, es fundamental mantener las condiciones ambientales del agua dentro de los rangos de tolerancia apropiados para la especie que se está cultivando (Meyer, 2004). El análisis periódico del agua, permite acumular datos importantes que describen las condiciones actuales, y que pueden indicar los futuros cambios en la calidad del agua del cultivo (Meyer, 2004).

Las propiedades del agua de mayor interés en la acuicultura se relacionan con los cambios en la temperatura del agua, el pH, la concentración de oxígeno disuelto

en el agua, la concentración de amoníaco (amonio no ionizado), la salinidad del agua, entre otros parámetros importantes en el manejo de los cultivos (Meyer, 2004).

2.4.1. Temperatura del agua

Los peces son considerados como organismos heterotérmicos o poiquilotérmicos (de sangre fría) ya que no pueden mantener una temperatura elevada y constante en sus cuerpos (Meyer, 2004). Así, la temperatura corporal es una reflexión de la temperatura del agua donde viven e influye en gran parte en su tasa metabólica y ritmo de crecimiento (Meyer, 2004). Los peces que habitan en aguas tropicales o cálidas alcanzan un óptimo desarrollo en temperaturas que oscilan entre 25-32° C (Meyer, 2004). Por debajo de los 23° C, su crecimiento se ve ralentizado debido a una disminución en su tasa metabólica, mientras que, por encima de los 32° C, experimentan un metabolismo acelerado (Meyer, 2004). Aunque un aumento en la temperatura del agua puede resultar en un crecimiento rápido, las aguas cálidas tienden a tener una capacidad reducida para mantener oxígeno en solución (Meyer, 2004).

2.4.2. Oxígeno disuelto

Los peces obtienen el oxígeno molecular (O₂) del agua a través de sus branquias, y la cantidad de oxígeno disuelto en el agua de un estanque es considerada como el factor más crítico en la acuicultura, según Meyer (2004). El nivel de oxígeno disuelto en el agua es un indicador clave del estado general del cultivo acuícola (Meyer, 2004).

Saavedra-Martínez (2006) menciona que la mojarra tilapia (*Oreochromis niloticus*) soporta bajas concentraciones, aproximadamente 1 mg/l, e incluso en períodos cortos valores menores, siendo los más convenientes valores mayores de 2 o 3 mg/l, particularmente en ausencia de luz.

Es importante tener en cuenta que, a medida que la temperatura del agua aumenta, su capacidad para retener gases disueltos disminuye gradualmente. Esto puede resultar en problemas más frecuentes de concentraciones de oxígeno insuficientes durante la temporada más cálida del año, cuando la temperatura del agua se eleva, según lo señalado por Meyer (2004).

Además de la temperatura, la presión atmosférica influye en la solubilidad del oxígeno en el agua; disminuye mientras baja la presión atmosférica, es decir, a alturas mayores sobre el nivel de mar el agua mantiene menores cantidades de gas en solución (Meyer, 2004). El oxígeno se mantiene en solución en el agua debido a la presión atmosférica y la presión parcial de oxígeno como componente del aire (Meyer, 2004). Finalmente, la capacidad del agua para retener gases disueltos también se ve reducida por el aumento en la salinidad, ya que las moléculas de sal ocupan espacio en el agua. Como resultado, el agua salada del océano tiene una capacidad más baja para retener gases disueltos en comparación con el agua dulce, como se menciona en el estudio de Meyer (2004).

2.4.3. Amoníaco

El amoníaco o amonio no ionizado (NH_3) es el resultado principal del metabolismo de las proteínas en peces, crustáceos y otros organismos acuáticos (Meyer, 2004).

También las bacterias excretan NH_3 como producto de la descomposición de la materia orgánica en medios acuosos, proviniendo específicamente del proceso catabólico de desaminación de los aminoácidos (Aas) siendo una sustancia química muy tóxica a la vida animal (Meyer, 2004).

El amoníaco en el agua aumenta el consumo de oxígeno por los tejidos de peces, daña a las membranas delicadas de sus branquias y disminuye la capacidad de la sangre a transportar oxígeno. La exposición prolongada y sub-letal a amoníaco en el agua, aumentará la susceptibilidad de los peces y camarones a una variedad de enfermedades. El ciclo biogeoquímico para nitrógeno en sistemas acuáticos es muy similar para N en los suelos agrícolas (Meyer, 2004).

Las proporciones de amoníaco dependen del pH y de la temperatura del agua, cuando estos factores aumentan, también lo hace la proporción de amoníaco libre, que es tóxico para los peces (Camargo y Alonso, 2007). Entre los efectos adversos del amoníaco podemos destacar la inhibición del crecimiento, disminución de la fecundidad, disminución de las defensas frente a las enfermedades, irritación del sistema nervioso, con espasmos, pérdida de color en las aletas y destrucción branquial (Aguilar-Añazco, 2014).

2.5. CRECIMIENTO EN PECES

El crecimiento es considerado como el proceso de incremento gradual o el desarrollo progresivo con el tiempo en tamaño y peso del organismo. Es un proceso complejo que puede medirse por el cambio en longitud o peso de un pez individual o un grupo de peces entre dos tiempos de muestreo (Gómez-Márquez, 1994). Los factores clave que influyen en el crecimiento de los peces son la cantidad de alimento disponible, la cantidad de peces que utilizan la misma fuente de alimento, la temperatura, el oxígeno y otros factores de calidad del agua además del tamaño, la edad y la madurez sexual de los peces.

El crecimiento de organismos vivos requiere del uso de modelos estadísticos que permitan representarlos con pocos parámetros, de tal modo que se obtenga un buen ajuste y que los parámetros muestren las características del crecimiento (Trinidad, 2014).

Las funciones de crecimiento son ecuaciones matemáticas que se utilizan para expresar el aumento de las dimensiones corporales a lo largo del tiempo (Hopkins, 1992). Los acuicultores generalmente informan el crecimiento utilizando tasas de crecimiento absolutas (aumento de peso por tiempo), relativas (porcentaje de aumento en el peso corporal) y específicas (porcentaje de aumento en la dimensión corporal por tiempo), calculadas solo sobre la base de los datos de siembra y cosecha (Hopkins, 1992).

Debido a su simplicidad matemática, estas funciones solo pueden describir el proceso de crecimiento observado durante un estudio en curso, lo cual es muy simplificado. No pueden extenderse con precisión más allá de los datos empíricos y, por lo tanto, no pueden hacer ninguna predicción sobre un mayor desarrollo del crecimiento. Sin embargo, debido a su simple aparato, la comparabilidad de los resultados y la interpretación biológica, estas funciones se han convertido en las funciones más utilizadas en las publicaciones sobre acuicultura (Lugert *et al.*, 2014).

2.5.1. Factor de condición y relación longitud peso

Cada animal en su vida exhibe crecimiento tanto en longitud como en peso y la relación entre estos dos tiene una importancia básica y aplicada. La relación talla-peso es uno

de los métodos estándar que arrojan información biológica auténtica ya que establece la relación matemática entre ambas variables, y ayuda a evaluar las variaciones del peso esperado para los grupos de longitud conocidos, lo cual (Kuriakose *et al.*, 2017) es particularmente útil para calcular la biomasa de una muestra de peces a partir de la frecuencia de tallas de esa muestra (Kuriakose *et al.*, 2017).

La relación entre la longitud y el peso es necesaria para establecer la ecuación de rendimiento y, a veces, puede ser útil como carácter para diferenciar "pequeñas unidades taxonómicas" (Kuriakose *et al.*, 2017). La relación talla-peso también proporciona medios para averiguar el "factor de condición" y los cambios estacionales en el factor de condición son útiles para determinar los cambios biológicos en los peces (Ighwela *et al.*, 2011; Kuriakose *et al.*, 2017).

La relación entre el peso (W) y la longitud (L) en peces tiene la forma:

$$W = \alpha L^b$$

En esta ecuación, los parámetros a y b , generalmente denominados parámetros de peso-talla, se estiman con los datos de peso y talla disponibles. Cada especie de pez tendrá una relación longitud-peso específica o parámetros específicos de longitud-peso (Kuriakose *et al.*, 2017). También puede diferir entre sexos y entre poblaciones o pertenecientes a diferentes regiones geográficas (Petrakis y Stergiou, 1995). El parámetro a es un coeficiente de escala para el peso por talla de las especies de peces. Por otro lado, parámetro b es un parámetro de forma para la forma del cuerpo de las especies de peces (Kuriakose *et al.*, 2017).

En teoría, se podría esperar que el exponente b tuviera un valor aproximado de $b = 3$ porque el volumen de un objeto tridimensional es aproximadamente proporcional al cubo de la longitud de un sólido de forma regular, es decir, existe una relación cúbica entre el peso y la longitud de un pez (Kuriakose *et al.*, 2017). Para un pez ideal que mantiene la misma forma $b=3$. La mayoría de las especies de peces cambian de forma a medida que crecen, por lo que difícilmente se esperaría una relación cúbica entre la longitud y el peso (Kuriakose *et al.*, 2017).

En la práctica, los peces que tienen cuerpos delgados y alargados tenderán a tener valores de b inferiores a 3, mientras que los peces que tienen cuerpos más gruesos tenderán a tener valores de b superiores a 3. Por lo tanto, esto también ayuda

a determinar si el crecimiento somático es isométrico o alométrico (Riedel *et al.*, 2007; Kuriakose *et al.*, 2017).

Los valores de b menores, iguales y mayores que 3 indican isometría. Cuando $b > 3$, los especímenes grandes aumentan en altura o ancho más rápido que en largo, ya sea como resultado de un cambio en la forma del cuerpo con el tamaño, o porque los especímenes grandes en la muestra están en mejores condiciones que los pequeños, por el contrario, cuando $b < 3$, los especímenes grandes han cambiado la forma del cuerpo, es decir, se han alargado más (Riedel *et al.*, 2007; Kuriakose *et al.*, 2017).

Por su parte, el factor de condición de Fulton se usa ampliamente en pesquerías y estudios generales de biología de peces. Este factor se calcula a partir de la relación entre el peso de un pez y su longitud, con la intención de describir la "condición" de ese individuo (Getso *et al.*, 2017), la fórmula es de la forma:

$$K = \frac{p}{L^3} (100)$$

Donde K = factor de condición de Fulton, P = el peso del pez, y L es la longitud (generalmente la longitud total).

El factor de condición es un índice que refleja la interacción entre factores bióticos y abióticos en las condiciones fisiológicas de los peces. Por lo tanto, el factor de condición puede variar entre las especies de peces en diferentes lugares (Blackwell *et al.*, 2000).

En ciencia pesquera, el factor de condición (K) es utilizado para comparar la "condición", es decir, la gordura o bienestar de los peces (Seher y Suleyman, 2012). Está basado en la hipótesis de que los peces más pesados y de una longitud particular están en un mejor estado fisiológico o condición. También es un índice útil para monitorear intensidad de alimentación, edad y tasas de crecimiento en peces (Ujjania *et al.*, 2012).

2.6. IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES NATIVAS PARA LA ACUICULTURA

Las técnicas actuales de producción de alimentos en la acuicultura son buenas solo desde el punto de vista financiero, pero siempre dejan de lado los aspectos ambientales (García-Trejo *et al.*, 2014). La relación entre la acuicultura y el medio ambiente es compleja específicamente en el tema de la biodiversidad, sin embargo, los estudios sobre peces generalmente se enfocan en especies que actualmente tienen valor comercial, lo que hace que se ignoren las especies que carecen de ese valor de mercado (García-Trejo *et al.*, 2014).

La necesidad de desarrollar tecnologías de cultivo específicas para las especies nativas está motivada por la expectativa de diversificación de las opciones acuaculturales (Rojas-Carrillo y Mendoza-Alfaro, 2000). Algunos intentos de cultivar especies nativas se han dado principalmente en zonas o comunidades rurales, donde además de potenciar la conservación de especies se aporta proteína a la dieta de la comunidad (García-Trejo *et al.*, 2014).

Las ventajas de desarrollar la acuicultura con especies nativas van desde la mejor adaptación a los climas locales, lo que les brinda mejores posibilidades de sobrevivir a condiciones climáticas adversas como las tormentas y sequías, así como la calidad del agua de la región hasta el hábito de consumo de la población o demanda local (Atencio, 2001), ya que se consideran delicias locales y obtienen precios más altos para los acuicultores, además, estas especies también están mejor adaptadas para resistir las enfermedades y los parásitos locales (Saint-Pau, 2017).

Esta propuesta como una estrategia de desarrollo de la actividad pesquera en México se basa en la premisa de que aunque existan otros productos pesqueros, las especies nativas tienen un alto valor económico y de demanda así como un alto valor alimenticio por lo que pueden contribuir para el suministro de proteínas, por lo que es importante desarrollar técnicas de producción y propagación así como de exploración de los aspectos económicos de operaciones masivas para su cultivo (Ferat-Brito y López Díaz, 1991).

Uno de los casos de estudio más interesantes en México es el cultivo de peces nativos con el objetivo de repoblar algunas áreas donde se ha disminuido sus poblaciones (Martínez-Palacios *et al.*, 2022). El más documentado es el del cíclido nativo centroamericano (*Mayaheros urophthalmus*), de la que se han realizado muchos estudios para sustentar su cultivo (Ross *et al.*, 2008).

III. ANTECEDENTES

3.1. *Vieja hartwegi*

Los estudios centrados en *Vieja hartwegi* son limitados, Lozano-Vilano y Contreras-Balderas (1987) en su lista zoogeográfica y ecológica de la ictiofauna continental de Chiapas dividen a la provincia ictiográfica centroamericana la Usumacinta en siete subprovincias, mencionando que *Cichlasoma hartwegi* actualmente *V. hartwegi* es una especie endémica alojada en la subprovincia III siendo esta el Valle Central de Chiapas.

Posteriormente, Schmitter-Soto (2006) llevó a cabo una evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos incluidos en la NOM059-2001 en donde se encontraba incluida *V. hartwegi* en la categoría de sujeta a protección especial [Pr], realizando una propuesta para la reclasificación de esta especie hacia la categoría de amenazada [A], siendo los criterios que tomó en cuenta la distribución relativamente limitada de la especie, que es de menos el 1% del total del país, estando presente sólo en la cuenca del río Grijalva, de la cual ocupa alrededor del 20%, el estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón, encontrándose fragmentado por presas y enfrentándose a presiones por pesca, contaminación por aguas residuales y deforestaciones, además de especies exóticas, por último, el criterio de vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón ya que consideró que la especie es medianamente vulnerable por razones biológicas intrínsecas, pues su coloración más intensa en tiempos reproductivos implica la necesidad de mantener una buena transparencia del agua, dado que el cortejo probablemente se base en la comunicación visual.

Por otro lado, Velázquez-Velázquez *et al.*, (2015) realizaron muestreos en varios sitios distribuidos a lo largo de la cuenca del río Grijalva en Chiapas, logrando estimar las relaciones de talla-peso para 32 especies pertenecientes a 11 familias de peces del río Grijalva, encontrándose entre ellas *V. hartwegi* obteniendo valores de la constante de crecimiento para esta especie de $b = 3.022$, siendo estos datos publicados por primera vez en una base de datos.

Además de esto Rivera-Velázquez *et al.*, (2015) realizaron un estudio en conjunto con la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Zoque (SCPPZ) en la presa Malpaso (oficialmente presa Hidroeléctrica Netzahualcóyotl), para obtener un conocimiento de los peces de la pesquería que se desarrolla en el embalse, presentando el valor de importancia relativo a todas las especies acopiadas y encontrando que *V. hartwegi* ocupa el cuarto lugar de importancia en la pesquería con un índice de Valor de Importancia Relativa (IVIR) del 11.2% durante el tiempo de muestreo.

Otros trabajos están enfocados en la descripción y la determinación taxonómica de esta la especie, como el trabajo de Říčan *et al.*, (2016) quienes elaboraron una filogenia molecular de la familia de los cíclidos centroamericanos, donde *V. hartwegi*, se encuentra ubicada dentro de un grupo conformado por seis especies estrechamente relacionadas: *Vieja bifasciata*, *V. breidohri*, *V. fenestrata*, *V. zonata* y *V.guttulata*, posteriormente, Gómez-González *et al.*, (2018) quienes realizan una redescipción utilizando caracteres de coloración, merísticos, morfométricos, y osteológicos, evidenciando una alta variabilidad morfológica, además con el apoyo de datos moleculares confirman que esta especie es extremadamente polimórfica debido a las preferencias de hábitat y los hábitos alimentarios, asimismo el trabajo más actual enfocado en la descripción de *V. hartwegi* es presentado por Gómez-Martínez *et al.*, (2022) realizando una nueva clave de identificación para cada una de las especies de cíclidos en Chiapas, encontrándose entre ellas *V. hartwegi*, tomando en cuenta patrones merísticos, morfométricos y de coloración, además, presentan mapas de distribución actualizados de esta especie mencionando que anteriormente se tenían registros de *V. hartwegi* en la cuenca alta y media del Grijalva, sin embargo, en la actualidad se ha registrado su ocurrencia también en la cuenca baja del Grijalva

Por último, González-Díaz *et al.*, (2022) analizaron la variación morfológica de los huesos de las mandíbulas oral y faríngea inferior de *V. bifasciata*, *V. breidohri*, y *V. hartwegi* para determinar si estas estructuras ayudan a delimitar a las especies y evaluar posibles implicaciones funcionales, comparando el número de dientes faríngeos en la mandíbula faríngea inferior, la forma de la premaxila y la mandíbula faríngea inferior, mostrando ser útil para delimitar estas especies. Aunque la variación

morfológica entre *V. breidohri* y *V. hartwegi* fue poca, la forma de la mandíbula faríngea inferior difiere en el morfoespacio, concluyendo que esta baja divergencia morfológica entre *V. breidohri* y *V. hartwegi* podrían ser debido a las relaciones filogenéticas entre ambas especies.

3.2. CRECIMIENTO DE CÍCLIDOS

No hay trabajos enfocados al crecimiento de *V. hartwegi*, podemos encontrar trabajos centrados en el crecimiento de otros peces con dietas diferentes al alimento comercial, como el realizado por Soriano-Salazar y Hernández-Ocampo (2002) quienes hicieron una comparación del efecto de un alimento vivo con *Daphnia pulex* y dos alimentos comerciales en el crecimiento del pez ángel *Pterophyllum scalare* obteniendo los valores de la tasa específica de crecimiento; crecimiento absoluto y relativo en ambos tratamientos, encontrando un crecimiento mayor en los organismos alimentados con *D. pulex*, además de esto también se observó una coloración pálida y aletas atrofiadas durante el crecimiento de los ejemplares alimentados con alimentos comerciales. Posteriormente Luna-Figueroa y Figueroa-Torres (2003) realizaron un trabajo similar evaluando en juveniles de *Amphilophus istlanum* el efecto del alimento vivo y comercial sobre las tasas de crecimiento absoluto, relativo y específico encontrando diferencias significativas entre ambos, sugiriendo que el efecto del alimento vivo durante las primeras semanas de desarrollo facilita el manejo de la especie en cautiverio, acelera significativamente el crecimiento e incrementa la tasa de sobrevivencia.

Por otro lado, Villarreal *et al.*, (2011) determinaron el efecto de seis dietas con diferente contenido de proteína de origen vegetal sobre el crecimiento de alevines de *Mayaheros urophthalmus*, encontrando que la tasa de crecimiento específica en las dietas con más de 30 % de proteína comparable a las obtenidas por otros autores utilizando proteínas de origen animal. Esto ha ayudado a reconocer el potencial de las especies nativas en la acuicultura pudiendo desarrollar trabajos como el manual de cultivo de mojarra nativa de Álvarez-Gonzales *et al.*, (2013), centrándose en las especies de Tenguayaca (*Petenia splendida*) y Castarrica (*Mayaheros urophthalmus*) mencionando que si bien, las especies nativas no tienen un crecimiento rápido como

la mojarra tilapia, su cultivo puede ser una alternativa de diversificación para los productores.

Al-Thobaiti *et al.*, (2018) realizaron una comparación del nivel apropiado de reemplazo de harina de pescado con fuentes vegetales alternativas en el alimento de *Oreochromis niloticus* para evaluar el rendimiento del crecimiento, realizando alimentos isoproteicos a partir de diferentes ingredientes (harina de gluten de maíz, harina de gluten de trigo, harina de soya y mezcla de bagazo de kenna), concluyendo que la harina de pescado se puede reemplazar hasta en un 20% con otras fuentes de proteínas vegetales sin ningún impacto negativo en la salud de los peces.

Por último, en cuanto a la evaluación del crecimiento Aguilar-Ballinas *et al.*, (2018) estudiaron la edad y el crecimiento de las especies de cíclidos nativos de la presa Malpaso, Chiapas, México. Obteniendo la relación longitud-peso y reportando para *Vieja bifasciatus*, un crecimiento de tipo alométrico negativo, este resultado implica que la forma del cuerpo no mantiene proporcionalidad entre el peso y la longitud, para *P. splendida* se reportó un crecimiento alométrico positivo, en el caso de *Cincelichthys pearsei* este presentó una fuerte correlación longitud-peso siendo su crecimiento de tipo isométrico, por último, no se pudo trabajar con *V. hartwegi* porque no se tenían suficientes ejemplares para el estudio.

IV. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Evaluar el crecimiento de la mojarra del río Grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*) con alimento balanceado para tilapia Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.* en cautiverio.

5.2. ESPECÍFICOS.

Comparar la ganancia en peso de *V. hartwegi* con alimento balanceado para tilapia marca Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.*

Estimar la relación longitud-peso de *V. hartwegi* con alimento balanceado para tilapia marca Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.*

Estimar los parámetros de crecimiento (crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, tasa específica de crecimiento) de *V. hartwegi* con alimento balanceado para tilapia marca Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.*

Comparar el Factor de Condición (FC) de *V. hartwegi* con alimento balanceado para tilapia marca Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.*

Estimar el porcentaje de sobrevivencia de *V. hartwegi* con alimento balanceado para tilapia marca Purina y con alimento a base de *Tubifex spp.*

V. HIPÓTESIS

Los gusanos del género *Tubifex* son usados como alimento habitual para muchos peces, ya que provee de valores nutricionales muy elevados ricos en nutrientes grasos y proteínas. Es por ello que en la dieta de la mojarra del río Grande de Chiapas (*Vieja hartwegi*, Taylor & Miller, 1980) se espera encontrar diferencias significativas en la evaluación del crecimiento del pez con una dieta a base de gusanos liofilizados del género *Tubifex* respecto a peces criados con al alimento balanceado para tilapia.

VI. ÁREA DE REFERENCIA

Los reproductores de *V. hartwegi* fueron capturados dentro de la presa Hidroeléctrica Netzahualcóyotl (17° 11' 00" N, 93° 37' 00" W), en el municipio de Mezcalapa, Chiapas, México (Rivera-Velázquez *et al.*, 2014) y posteriormente trasladados a las instalaciones del laboratorio de acuicultura y evaluación pesquera (LAyEP) en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (2015) la Presa Netzahualcóyotl, se encuentra ubicada en el cauce del río Grijalva, comprendida en la depresión central del estado de Chiapas, a unos 40 kilómetros al este del punto donde convergen los límites de los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas, encontrándose a una altitud de 125 metros sobre el nivel del mar y su clima corresponde a cálido-húmedo, con una precipitación anual de 2 300 milímetros centrados en nueve meses del año; registrándose las precipitaciones máximas en los meses de septiembre y octubre en que se han llegado a observar lluvias de más de 150 milímetros y tiene temperatura media anual es de 26º centígrados con máxima de 42º C.

La composición de la vegetación y fauna se ve reducida debido a que la presa y las áreas adyacentes presentan un alto grado de áreas perturbadas e impactadas por la permanente presencia de actividades productivas (CONAPESCA, 2015).

VII. MÉTODOS

7.1. COLECTA DE LOS REPRODUCTORES

La captura se realizó con redes tipo atarrayas de 4 m de diámetro y 25 mm de luz de malla, siendo un total de 15 ejemplares, los cuales fueron trasladados en un contenedor de 1 m³ con una oxigenación constante mediante una bomba sumergible (Law Industry modelo WP-5000) a las instalaciones del laboratorio de acuicultura y evaluación pesquera (LAEyEP) en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (16°46'33"N 93°07'21"O).

7.1.2. Cuarentena y aclimatación de los reproductores

Estos fueron colocados dentro de 3 tinas de plástico con una capacidad de 2 000 litros en donde permanecieron durante dos semanas en un período de cuarentena y aclimatación provistas de aireación constante y temperatura de 28.66 ± 0.97 °C.

7.2. REPRODUCCIÓN Y CRIANZA LARVARIA

Se registraron los parámetros biométricos como lo son la longitud total, longitud patrón y peso de los ejemplares de *V. hartwegi* y se efectuó la determinación del sexo de los ejemplares observando la papila genital.

Los peces ya sexados se colocaron en tres grupos a una relación de una hembra: dos machos en 3 tinas de 200 L provistas de aireación constante y temperatura de 28.5 ± 0.34 °C, cada una de las tinas contó con un nido que consistió en una baldosa de barro cocido para el desove de los huevos (Figura 3). Durante ambas etapas, la alimentación se efectuó *at libitum*, con alimento balanceado con 40% de proteína cruda para tilapia de 3.5 mm.



Figura 3. Tina y nido para el desove de los huevos de *Vieja hartwegi*

Todos los días, los nidos fueron revisados para el desove. Una vez localizado el desove, este fue monitoreado hasta que dio finalizada la eclosión de los huevos. Completada la eclosión, las larvas fueron recolectadas y colocadas en una pecera de 80 L con un sistema de oxigenación y temperatura controlada, en un promedio de $28 \pm 0.6^\circ \text{C}$. con fotoperíodo de 12:12 h y un pH de 7.5 ± 0.2 , posteriormente se determinó el número de larvas obtenidas de la eclosión.

Durante las primeras dos semanas después de la eclosión, las larvas fueron alimentadas *at libitum*, con un alimento balanceado marca Azoo con 42% de proteína cruda, 2.6% de grasa cruda, 4% fibra cruda, 3% Calcio y 1% Fósforo para peces recién nacidos (Figura 4) cinco veces al día (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 h).



Figura 4.- Alimento para larvas de peces marca Azoo

Después de las dos semanas se realizó un cambio en la dieta que consistió en alimento balanceado para tilapia marca Purina de 0.35 mm, el mismo número de veces al día y mantenidas bajo las mismas condiciones hasta dar inicio a la etapa juvenil.

7.3. EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Vieja hartwegi* CON DIFERENTES ALIMENTOS

Se distribuyeron al azar 180 alevines de *V. hartwegi* de aproximadamente 0.05 g, a una densidad de uno por litro (Modificado de Jiménez-Martínez *et al.*, 2009) en seis taras con capacidad para 30 Litros. Cada dieta tuvo un total de 3 repeticiones, la primera dieta consistió en un alimento balanceado para mojarra tilapia marca Nutripec de 1 mm (50% de proteína y 15% de grasa) y la segunda dieta consistió en un alimento a base de gusanos del género *Tubifex* liofilizados y deshidratados marca Azoo (Proteína Cruda (min.) 52%, Grasa Cruda (min.)12%) (Figura 5).

La evaluación del crecimiento *V. hartwegi* con ambas dietas se extendió por ocho semanas. Durante todo el periodo experimental la alimentación de los alevines para ambas dietas fue *at libitum* cinco veces al día (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 h).



Figura 5.- Alimento para peces a base de gusanos del género *Tubifex* marca Azoo

La prevención de la descomposición del agua se hizo mediante recambios diarios (sifoneo) del 10% y cada siete días del 40 al 50% (Trujillo *et al.*, 2017), eliminando también las excretas y el alimento en el fondo, posteriormente se realizó la reposición parcial del agua perdida por el sifoneo y se repuso con agua almacenada con las mismas características de temperatura y pH.

Durante el estudio se registraron diariamente los parámetros fisicoquímicos oxígeno disuelto, pH, temperatura, salinidad, conductividad eléctrica y el total de

sólidos disuelto con un potenciómetro YSI Professional plus (Pro Plus) 5 veces al día (08:00, 10:00, 12:00, 14:00 y 16:00 h).

Además, se monitorearon semanalmente los valores de nitritos, nitratos, amoníaco y fosfato utilizando un fotómetro de banco multiparamétrico HI 83200. Esto para verificar que los valores fisicoquímicos del agua estén en niveles óptimos y evitar situaciones que afectaran el crecimiento y desarrollo de los alevines.

En cada uno de los tratamientos se registró el peso húmedo promedio de los alevines cada siete días, utilizando una balanza digital Ohaus Scout Balanza con ± 0.01 g de precisión, también se realizó la medición de la longitud total y longitud patrón tomando fotografías a cada repetición de ambas dietas, después fueron analizadas mediante el software de análisis de imágenes ImageJ (Schneider *et al.*, 2012).

Con los valores obtenidos durante el experimento se calculó la ganancia de peso (GP) se calculó de acuerdo con Moreno *et al.*, (2000).

$$GP = W_2 - W_1$$

donde:

GP = Ganancia de peso en gramos.

W2 = Peso en gramos al finalizar el periodo.

W1 = Peso en gramos al iniciar el periodo.

Se determinó el Crecimiento Absoluto (CA) y Relativo (CR), por tratamiento, de acuerdo con las siguientes fórmulas (Kaneshima-Gonzalez *et al.*, 2022):

$$CA = P_{i+1} - P_i$$

$$CR = 100 \times (\text{peso final} - \text{peso inicial}) / (\text{peso inicial})$$

Donde:

Pi: Peso inicial de peces

Pi+1: Peso final de peces

ΔT : Número de días de tratamiento

Así mismo, se determinó la Tasa específica de crecimiento, Tasa de crecimiento absoluto, y relativo. De acuerdo a lo propuesto por Wootton (1991).

Tasa específica de crecimiento

$$(\% \text{ día}^{-1}) = \left(\frac{\log \text{ peso final} - \log \text{ peso inicial}}{\text{tiempo}} \right) \times 100$$

donde:

Log =logaritmo natural

Tasa de Crecimiento Absoluto= CA/ Δ T

Tasa de Crecimiento Relativo= [(Pi+1 - Pi) / Pi* Δ T] *100

Donde:

Pi: Peso inicial de peces

Pi+1: Peso final de peces

Δ T: Número de días de tratamiento

El Factor de condición de Fulton (K) (Vazzoler, 1982).

$$K = \frac{p}{L^3} (100)$$

donde:

K = Factor de condición.

P = Peso.

L = Longitud.

Los datos se procesaron de manera general estableciendo la relación entre la longitud y el peso a través de la función alométrica (Ricker, 1975).

$$W = \alpha L^t \beta$$

Donde:

W= peso total en g

Lt= longitud total en cm α =

constante de regresión

β = coeficiente de regresión.

Considerando que el coeficiente de regresión β proporciona información acerca del tipo de crecimiento que exhibe la especie; si $\beta = 3$ crecimiento isométrico y cuando $\beta \neq 3$ crecimiento alométrico (Ricker, 1975).

El porcentaje de sobrevivencia se calculó de acuerdo a Luna-Figueroa *et al.*, (2010).

$$\text{Sobrevivencia}(\%) = \frac{\text{Número final de peces}}{\text{Número inicial de peces}} (100)$$

Al final del experimento se determinaron los valores del crecimiento relativo y específico, las tasas de crecimiento, ganancia en peso, factor de condición y tasa de supervivencia promediando los valores de estas de cada tara.

Para contrastar el efecto de los alimentos proporcionados a los organismos sobre el crecimiento se aplicaron análisis de prueba t de Student y Mann-Whitney para detectar las diferencias entre los tratamientos. En todas las pruebas estadísticas se trabajó con una probabilidad de 0.05.

VIII. RESULTADOS

8.1 PROCESO DE ACLIMATACIÓN Y FORMACIÓN DE PAREJAS DE *Vieja hartwegi*

Se lograron adaptar los ejemplares de *V. hartwegi*, pudiendo aceptar el alimento balanceado a los pocos días de la aclimatación.

Durante la formación de las parejas se presentaron diversos comportamientos agresivos entre los machos y hembras, dando como resultado una única postura durante todo el periodo de reproducción, de esta única postura se obtuvieron 936 larvas aproximadamente.

8.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

En el Cuadro 1, se muestran valores promedios de los parámetros fisicoquímicos del agua a lo largo del experimento, registrando en la mayoría de estos valores muy similares en las tinas de ambos tratamientos.

La temperatura del agua registró valores muy similares en ambos tratamientos, no observándose disminuciones o aumentos abruptos de la temperatura durante el período experimental.

De igual forma en el caso del oxígeno disuelto se registraron valores promedio similares entre los tratamientos 3.878 ± 0.875 mg/l y 3.962 ± 0.991 mg/l. Sin embargo, durante la semana cuatro y cinco los valores de oxígeno disuelto no pudieron ser medidos por la ausencia del Ysi Professional plus (Pro Plus), a pesar de eso, se observó una disminución gradual en el oxígeno disuelto durante el experimento siendo mayor en las semanas siete y ocho (Figura 6) en donde se registró el valor mínimo de oxígeno disuelto de 2.14 mg/l.

Asimismo, el promedio del pH del agua de los tratamientos fue de 8.063 ± 0.726 y 8.002 ± 0.209 y una salinidad de 0.358 ups ± 0.415 manteniéndose constantes durante todo el periodo experimental (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios de los valores de la calidad del agua en los diferentes tratamientos \pm desviación estándar

Parámetros	T1	T2
Temperatura	28.692 \pm 1.973	28.555 \pm 2.444
Oxígeno disuelto (OD)	3.878 \pm 0.875	3.962 \pm 0.991
Conductividad (C)	656.505 \pm 22.531	670.165 \pm 26.944
Total de solidos disueltos (TDS)	397.652 \pm 16.444	406.943 \pm 20.643
Salinidad	0.358 \pm 0.415	0.365 \pm 0.572
Potencial de hidrógeno (pH)	8.063 \pm 0.726	8.002 \pm 0.209

T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

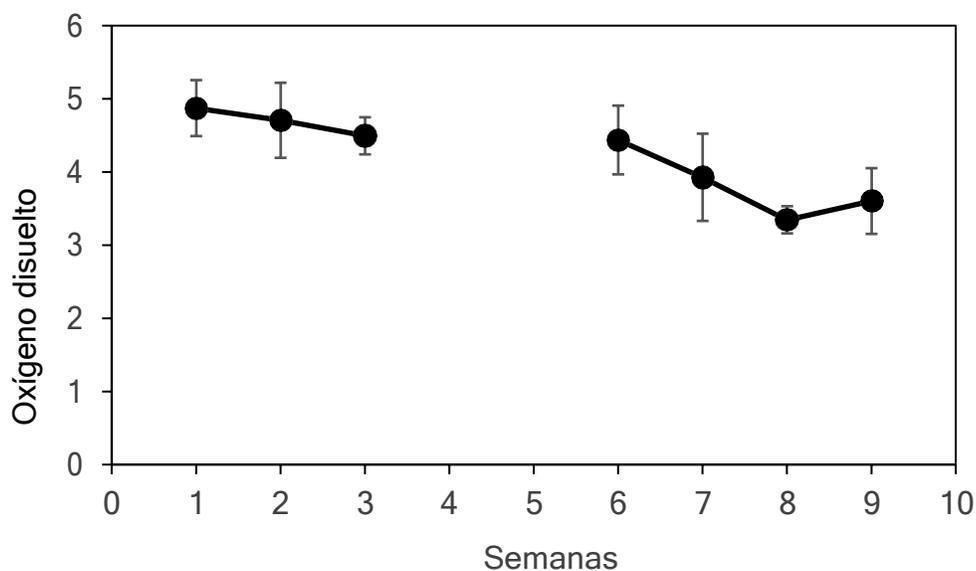


Figura 6. Promedios de los valores semanales del oxígeno disuelto a lo largo del experimento de ambos tratamientos

En cuanto a los valores promedio de nitrato y nitrito presentes en el agua, los valores más altos estuvieron en los tratamientos con alimento balanceado, caso contrario al amonio el cual presenta un valor promedio mayor en el tratamiento con alimento a base de *Tubifex spp*, por último, los valores de promedio de fosfato fueron muy similares en ambos tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios de los valores de la calidad del agua en los diferentes tratamientos \pm desviación estándar

	T1	T2
Nitrato	14.983 \pm 4.281	25.883 \pm 7.584
Nitrito	1.691 \pm 0.969	2.21 \pm 1.252
Amonio	0.333 \pm 0.313	0.258 \pm 0.202
Fosfato	2.425 \pm 1.441	2.475 \pm 1.600

T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

8.3. DATOS REGISTRADOS AL INICIO DEL EXPERIMENTO

En el cuadro 3, se encuentran los datos registrados al inicio del experimento. Se aplicó el análisis T student a la población inicial de los alevines de *V. hartwegi* en el estudio y no se observaron diferencias significativas en el peso ($P=0.189$) entre los tratamientos, encontrando los pesos promedios por tratamiento.

Cuadro 3. Datos promedios de los valores de crecimiento de alevines de *Vieja hartwegi* \pm desviación estándar registrados al inicio del experimento.

	Tratamientos		
	T1	T2	<i>P</i>
PI(g)	1.53 \pm 0.15	1.7 \pm 0.1	0.189*
LTI (cm)	1.23 \pm 0.12	1.219 \pm 0.12	0.878*

T1) Peces seleccionados para el tratamiento con *Tubifex spp*, T2) Peces seleccionados para el tratamiento con alimento balanceado. PI: Peso inicial promedio de las tres repeticiones, LTI: Longitud inicial promedio de las tres repeticiones.

P = Valor de la prueba t-student, valores con el superíndice, no presentan diferencia significativa ($p>0.05$).

De igual forma, se aplicó el análisis T-student a la población inicial de los alevines de *V. hartwegi* y no se observaron diferencias significativas en la longitud total ($P=0.8788$) entre los tratamientos.

8.4. CRECIMIENTO

8.3.1. Peso

En el día 7 del experimento, el tratamiento a base de *Tubifex spp.* se registraron valores de peso $2.86 \text{ g} \pm 0.30 \text{ DS}$, por otro lado, en el tratamiento con alimento balanceado se registró valores de peso de $3.96 \text{ g} \pm 0.20$, estos valores en el crecimiento en peso de los alevines ya presentaban diferencias estadísticas significativas ($P=0.006765$), siendo el tratamiento con alimento balanceado los que presenta mayores valores de peso (Figura 7).

Al finalizar el experimento se presentaron diferencias en los alevines de los tratamientos ($P=4.370\text{-E}05$), siendo mayor el tratamiento con alimento balanceado (T2), mostrando un crecimiento favorable que se manifestó en una biomasa final promedio de los ejemplares siendo de $31.43 \pm 1.11 \text{ g}$, seguido de los alevines del tratamiento con alimento a base de *Tubifex spp.* (T1) mostrando una biomasa final promedio menor con respecto al tratamiento T2 siendo de $13.36 \pm 1.19 \text{ g}$.

En la figura 7 se muestra la tendencia del incremento de la biomasa promedio en cada tratamiento durante toda la duración del experimento.

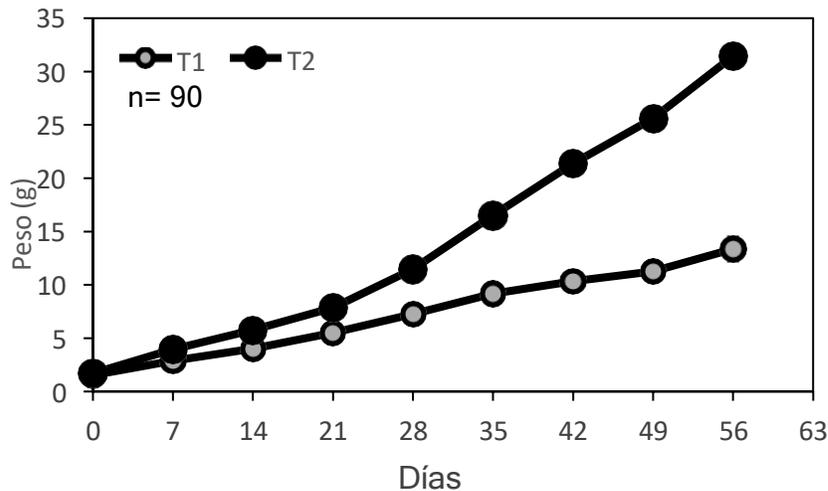


Figura 7. Incremento de la biomasa promedio de los dos tratamientos, durante los 56 días del experimento de los alevines de *Vieja hartwegi*. T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp.*, T2) Peces alimentados con alimento balanceado

El crecimiento absoluto promedio (CA) en todo el experimento fue mayor en los peces alimentados con alimento balanceado con un valor 0.992 ± 0.039 g seguida del tratamiento con alimento a base del género *Tubifex* que fue de 0.394 ± 0.039 g.

De igual forma, el crecimiento relativo (CR) en todo el experimento fue mayor en los peces alimentados con alimento balanceado con un valor $1\ 838.86 \pm 206.87$ % seguida del tratamiento con alimento a base del género *Tubifex* que fue de 785.01 ± 124.77 %.

En cuanto a las tasas de crecimiento los tratamientos presentaron una diferencia significativa entre los valores de la tasa específica de crecimiento (TEC) ($P=0.006$) siendo mayor la tasa específica de crecimiento (Figura 8) de los peces alimentados con alimento balanceado (T2) con un valor promedio de 2.29 ± 0.085 % día, con respecto a los peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* (T1) con un valor de promedio de 1.68 ± 0.105 % día.

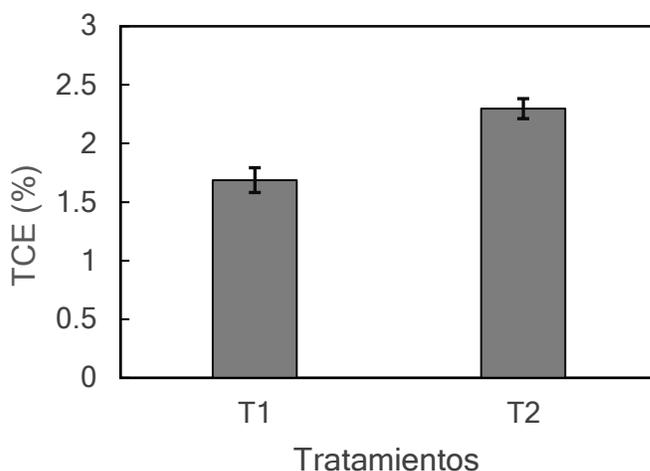


Figura 8. Tasa específica de crecimiento en los 56 días de muestreo T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp*, T2) Peces alimentados con alimento balanceado.

En el caso de la tasa de crecimiento absoluta (TCA), tomando en cuenta el peso inicial y el peso final promedio de todo el experimento de los organismos cultivados de T1 y T2, este último alcanzó un valor promedio de TAC mayor (Figura 9) siendo de 0.0177 ± 0.00071 g/ día, con respecto a los 0.0070 ± 0.00071 g /día de TCA obtenidos

del tratamiento T1, de igual forma los valores de TCA desde el inicio al final del experimento presentaron diferencias estadísticas significativas ($P=5.3045e-5$) entre los tratamientos de T1 y T2.

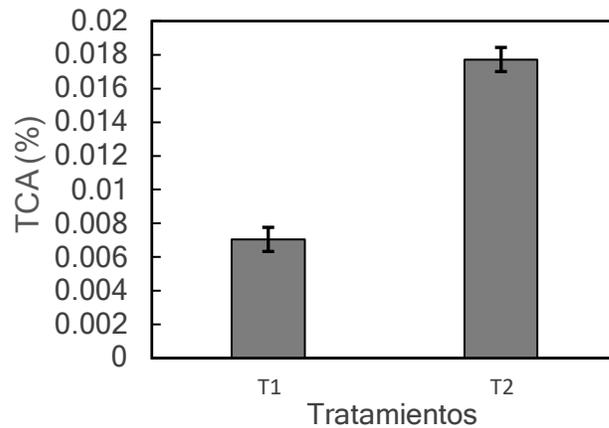


Figura 9. Tasa de crecimiento absoluto en los 56 días de muestreo T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp*, T2) Peces alimentados con alimento balanceado

Por último, la tasa de crecimiento relativo (TCR) en todo el experimento fue mayor en los peces alimentados con alimento balanceado con un valor $32.8 \pm 3.69\%/día$ seguida del tratamiento con alimento a base del género *Tubifex* que fue de $14.01 \pm 2.22 \%/día$.

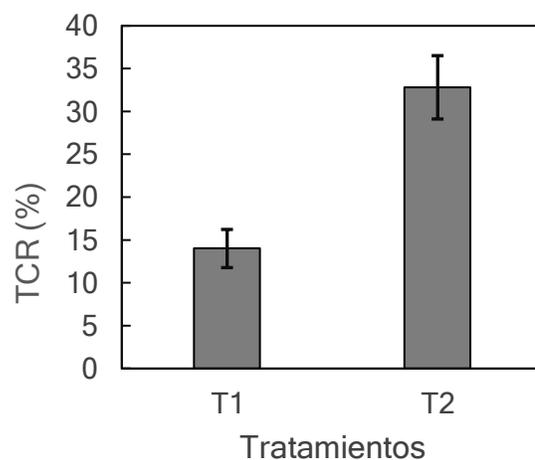


Figura 10. Tasa de crecimiento Relativo en los 56 días de muestreo T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp*, T2) Peces alimentados con alimento balanceado

8.3.2. Ganancia en peso

La ganancia en peso el día siete del experimento mostró una tendencia a ser mayor en el tratamiento con alimento balanceado.

La ganancia hasta el día 56 mostró mayores valores en el tratamiento con alimento balanceado (Figura 8). El análisis estadístico a los datos de ganancia en peso muestra una diferencia significativa entre los tratamientos al final del experimento ($P=0.002$).

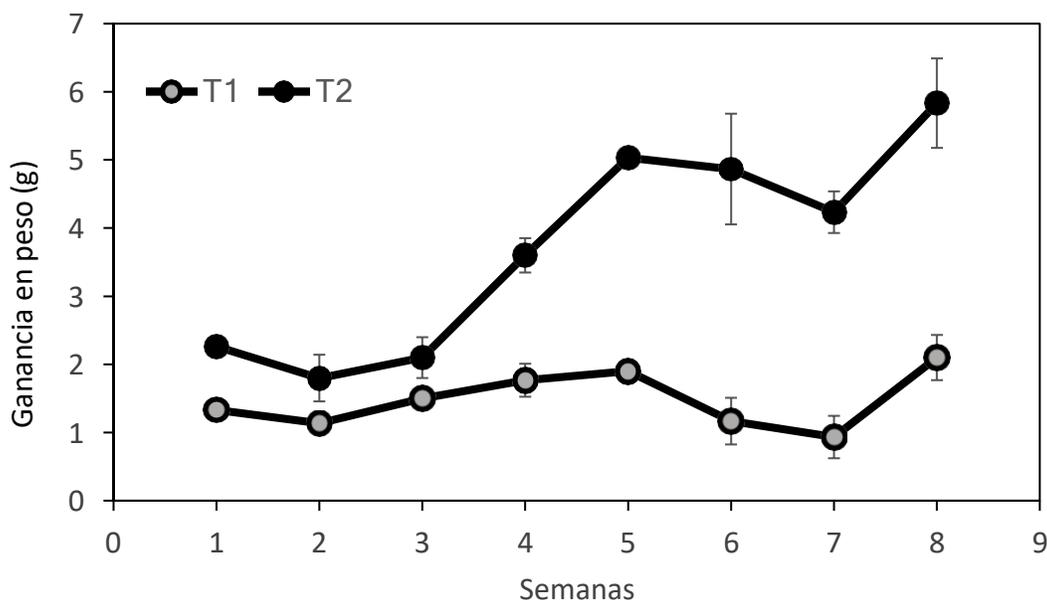


Figura 11. Ganancia en peso durante los 56 días del experimento de los alevines de *Vieja hartwegi*. T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp.* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

8.3.3. Longitud

Los datos de longitud registrados el día siete no presentaron distribución normal y se aplicó una prueba Mann-Whitney para datos no paramétricos. A diferencia del peso, en el día siete no se presentaron diferencias estadísticas significativas en la longitud ($P=0.9215$) entre los dos tratamientos

Al finalizar el experimento se presentaron diferencias en los alevines de los tratamientos ($P=0.000109$), siendo mayor el tratamiento con alimento balanceado (T2),

mostrando un crecimiento favorable que se manifestó en una longitud promedio final de los ejemplares, siendo de 3.776 ± 0.0397 cm, seguido de los alevines del tratamiento con alimento a base de *Tubifex spp.* (T1) mostrando un peso promedio final menor con respecto al tratamiento T2, siendo de 2.988 ± 0.080 cm.

En la Figura 9 se muestra la tendencia del crecimiento en longitud total en cada tratamiento. Se observa una tendencia en aumentar la longitud total con el tiempo de cultivo.

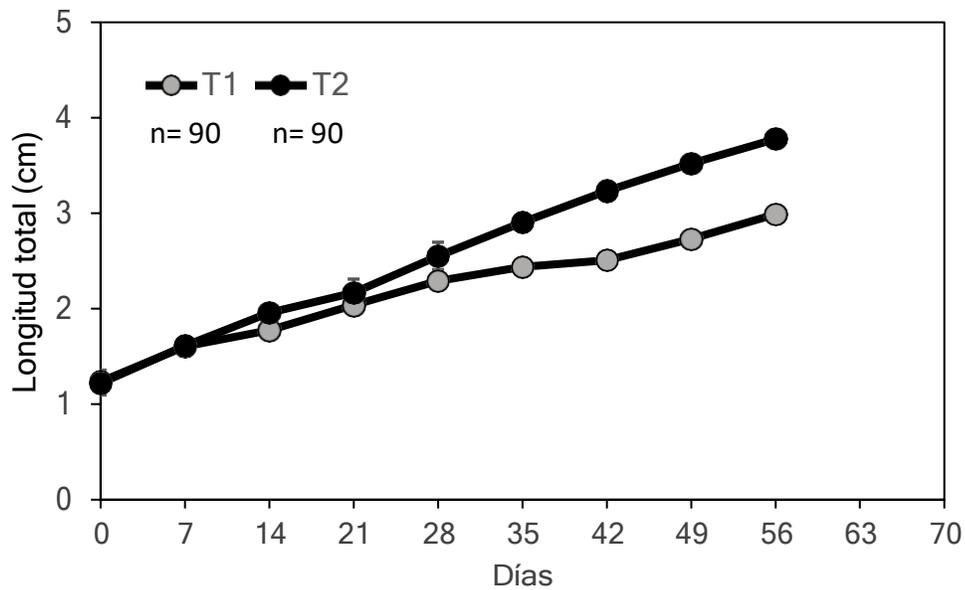


Figura 12. Incremento en longitud total de los dos tratamientos, durante los 56 días del experimento de los alevines de *Vieja hartwegi*. T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

8.5. FACTOR DE CONDICIÓN

Con respecto al factor de condición se observó que en general la condición de los alevines de *V. hartwegi* disminuyó a partir de la segunda semana para ambos tratamientos y continuó disminuyendo hasta el final del experimento (Figura 6).

Los valores del factor de condición de ambos tratamientos no mostraron diferencias significativas entre ellos ($p=0.154$).

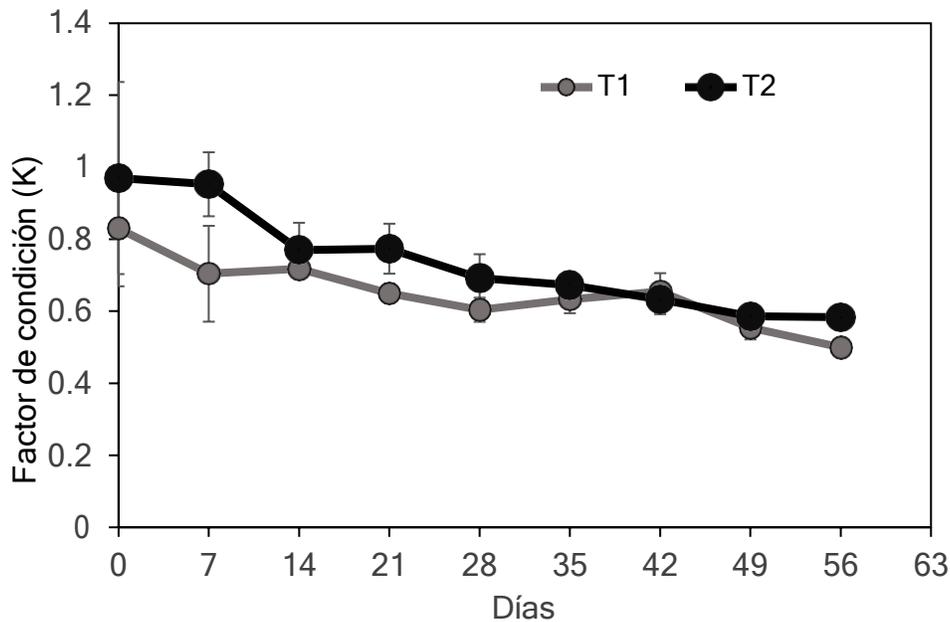


Figura 13. Valores del Factor de condición de los dos tratamientos, durante los 56 días del experimento de los alevines de *Vieja hartwegi*. T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

A pesar de que el análisis de los datos muestra que no existen diferencias significativas, los valores del factor de condición registrados durante el experimento fueron siempre superiores en el tratamiento con alimento balanceado presentando valores 0.96 como valor máximo y 0.58 como valor mínimo para el tratamiento con respecto al alimento del género *Tubifex* que presentaron valores 0.83 y 0.49 respectivamente para tratamiento con alimento balanceado.

Al analizar los datos fisicoquímicos del agua se encontró una disminución en los valores del oxígeno disuelto de igual forma, se encontró una disminución de los valores del factor de condición durante todo el experimento, por lo que se realizó una correlación entre los valores del oxígeno disuelto y el factor de condición de ambos tratamientos, encontrándose un coeficiente de determinación para el tratamiento de peces alimentados a base de gusanos del género *tubifex* de $R^2= 0.7807$ y $R^2=0.789$ para el tratamiento que eran alimentados con alimento balanceado marca Nutripec.

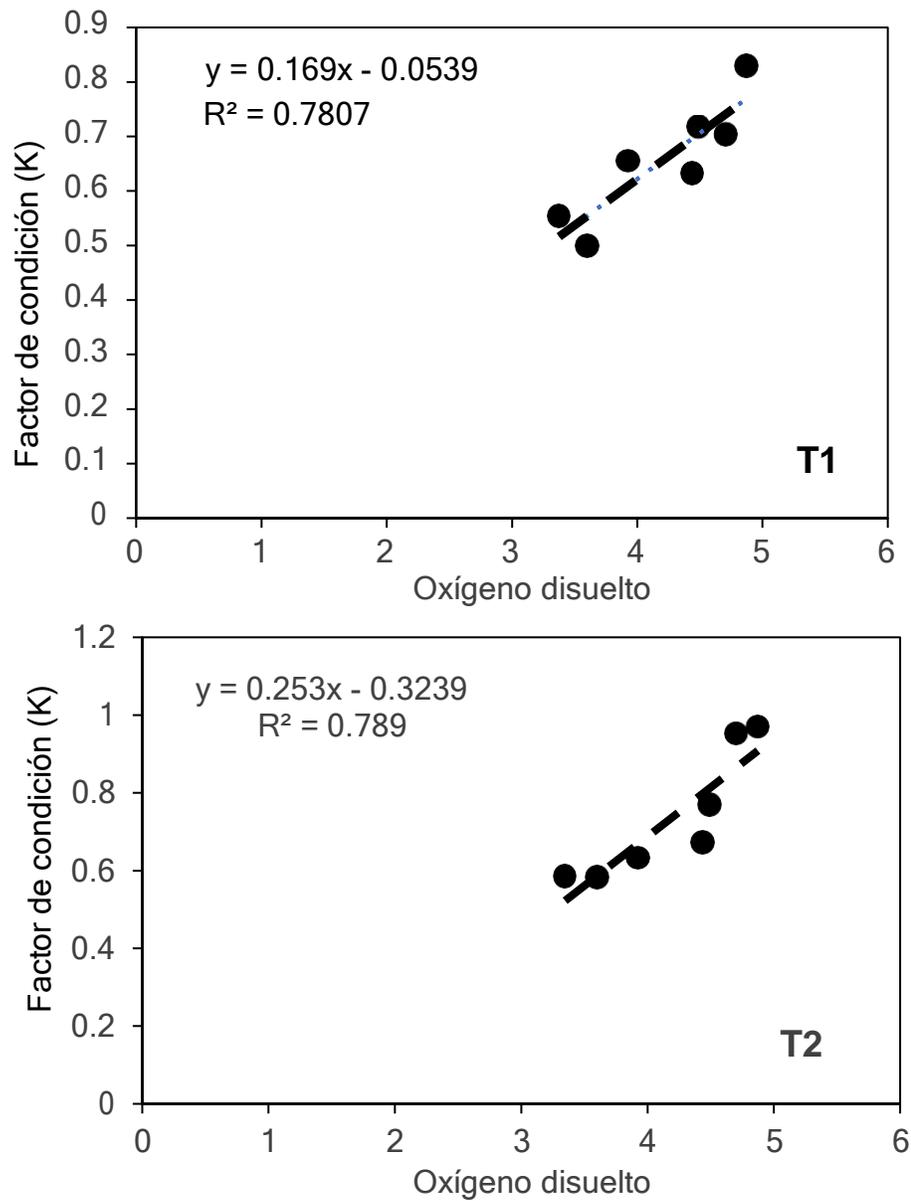


Figura 14. Regresión entre el oxígeno disuelto y el factor de condición durante los 56 días del experimento de los alevines de *Vieja hartwegi*. T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

8.6. RELACIÓN LONGITUD-PESO

Se obtuvieron los siguientes valores de las constantes de regresión potencial entre la longitud total y el peso para la población del tratamiento 1 alimentado a base de *Tubifex spp.*: $a=0.9294$ y $b=2.501$; el coeficiente de determinación fue $R^2= 0.9829$ (Figura 12). Por lo tanto, la ecuación de la relación longitud-peso para la población quedó de la siguiente forma:

$$P=0.9294L^{2.501}$$

En cuanto al tratamiento 2 alimentado a base de alimento balanceado para tilapia, se obtuvieron los siguientes valores de las constantes de regresión potencial entre la longitud total y el peso para la población $a= 1.110$ y $b=2.508$; el coeficiente de determinación fue $R^2= 0.991$ (Figura 12). Por lo tanto, la ecuación de la relación longitud-peso para la población quedó de la siguiente forma:

$$P= 1.110L^{2.508}$$

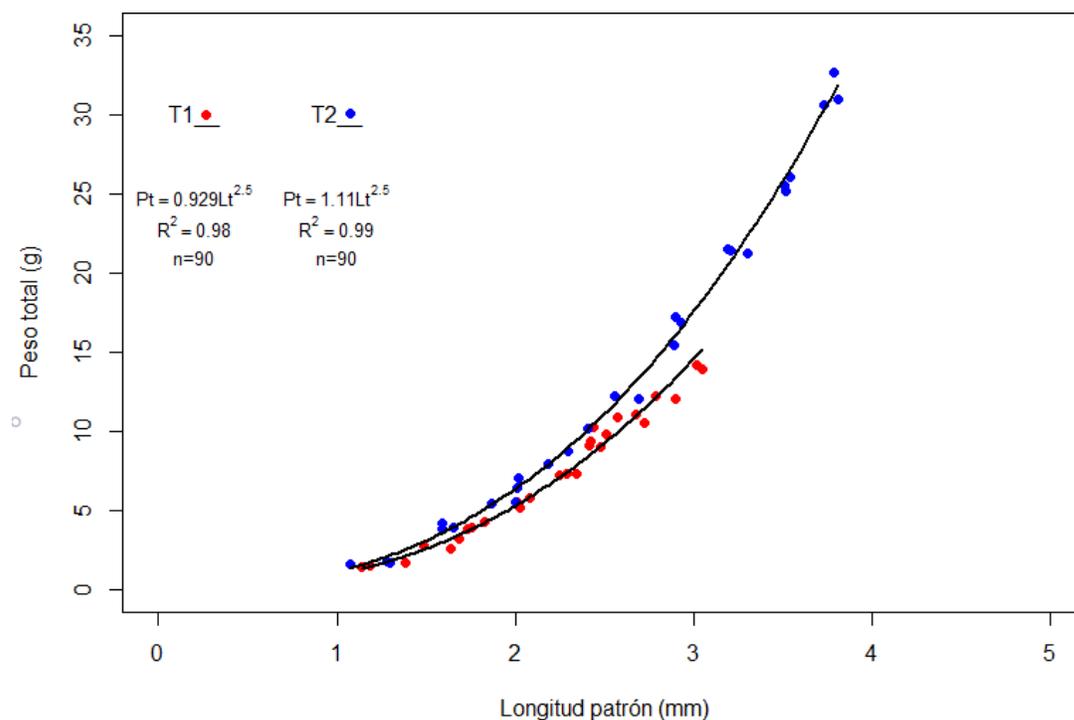


Figura 15. Comparación entre las relaciones longitud-peso para los tratamientos T1 y T2 de *V. hartwegi* alimentados con dietas diferentes

8.7. SOBREVIVENCIA

Se registró el 100% de sobrevivencia de los alevines de *V. hartwegi* en ambos tratamientos, manteniendo las mismas densidades de peces durante todo el tiempo experimental.

8.8. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y DE COMPORTAMIENTO DE LOS ALEVINES

El tratamiento con alimento balanceado, mostró un efecto favorable en las características morfológicas de los peces ya que se observó una coloración plateada metálica más brillante en los peces, además, haciendo notorio durante todo el experimento la línea recta longitudinal casi completa, que se origina arriba de la axila de la aleta pectoral y se extiende hasta la aleta caudal que presenta la especie, mientras que los peces con alimento a base de gusanos del género *Tubifex* presentaron coloraciones variables siendo algunos más oscuros o por el contrario presentando una coloración más pálida, además, en algunos ejemplares la línea recta longitudinal que presenta la especie apenas es visible o en su defecto solo se logran apreciar puntos oscuros irregulares como se observa en la Figura 16.

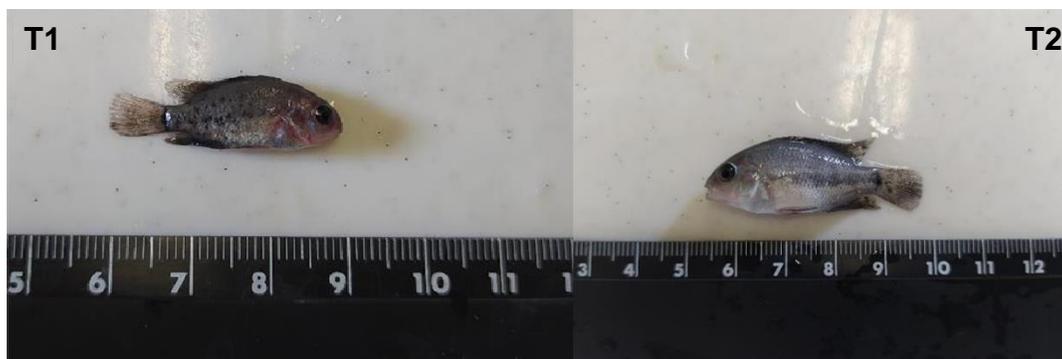


Figura 16. Ejemplares de *Vieja hartwegi* con dietas diferentes T1) Peces alimentados con alimento a base de *Tubifex spp* T2) Peces alimentados con alimento balanceado

En cuanto a la conducta de los peces durante el experimento, el tratamiento con alimento balanceado presentó un comportamiento más activo, ya que al suministrar el alimento se observó una mayor voracidad en los juveniles de alimento más rápida,

subiendo a la superficie más rápido, además, en las dos últimas semanas presentaron conductas territoriales, como el despliegamiento de las aletas impares seguidas de cortas persecuciones entre ejemplares que hacían que se desplazaran en paralelo y terminar en uno abalanzándose sobre otro, sin embargo se tomó como una característica cualitativa y no fue posible evaluarlo.

Caso contrario a los peces del tratamiento con alimento a base de gusanos del género *Tubifex*, teniendo una conducta más pasiva, ya que varios ejemplares se mantenían en el mismo sitio por periodos de tiempo prolongados, además, se observó una menor voracidad en los juveniles al suministrar el alimento, y tardaban más tiempo en subir a la superficie para alimentarse; sin embargo, en ningún momento se presentaron conductas territoriales o agresivas durante el experimento.

IX. DISCUSIÓN

9.1. PROCESO DE ACLIMATACIÓN Y FORMACIÓN DE PAREJAS DE *Vieja hartwegi*

Durante el periodo de aclimatación los ejemplares gradualmente comenzaron a aceptar el alimento comercial, presentándose más activos, en especial durante la alimentación, a diferencia de los primeros días, dado que estos permanecían en el fondo de la tina sin mucho movimiento, esta ingesta gradual del alimento comercial se debe a este no formaba parte de su dieta natural, conforme pasaron las semanas aceptando el alimento los individuos desarrollaban nuevos hábitos y comportamientos alimenticios distintos a los de su hábitat natural (Canales *et al.*, 2019) esta aceptación al alimento comercial por parte de *V. hartwegi* reflejan la adaptabilidad al cautiverio que puede presentar esta especie, de acuerdo a los trabajos realizados por Castro-López y García-Vargas (2011) y Hernández-Hernández *et al.*, (2020) en *Vieja melanura* y *V. maculicauda* que también presentan características de adaptabilidad a medios controlados debido a la aceptación de alimento comercial. También se observó una mayor respuesta de los ejemplares de *V. hartwegi* a los estímulos externos en los últimos días de cautiverio, siendo que algunos se inclinaban hacia arriba a medida que el personal del laboratorio se acercaba a la tina, de igual manera este comportamiento se presentó durante la alimentación.

Por su parte, en la formación de las parejas se observaron agresiones de contacto físico entre machos y hembras precedidas por despliegues de amenaza como persecuciones, especialmente durante el establecimiento de los territorios, siendo la hembra más grande la que defendía su territorio cercano en un extremo de la tina. Posteriormente una vez formadas las parejas la región ventral de la cabeza por debajo de la boca presentaba una coloración variable entre rojiza y oscura. Estos comportamientos coinciden con los descritos de algunas especies en la familia Cichlidae como es el caso de *Vieja maculicauda* que de acuerdo a Castro-López y García-Vargas (2011) presentó agresividad en forma de persecución cinco días posterior a su adaptación en cautiverio, también *Cichlasoma dimerus* una especie de

cíclido Neotropical que de acuerdo a Alonso (2011) se ha observado que forma una jerarquía de dominancia a través de interacciones agresiva durante la formación de parejas, además, los individuos reproductivos presentaron la región ventral oscurecida y los despliegues de cortejo fueron similares a las persecuciones clasificándolos como un comportamiento de amenaza, de igual forma se han reportado comportamientos similares en *Amatitlania nigrofasciata* durante la época reproductiva de acuerdo a Gordillo-Jiménez (2017).

9.2. CALIDAD DEL AGUA

La temperatura es el factor que determina el ritmo del crecimiento de los peces, ya que los procesos bioquímicos en la fisiología de los animales se aceleran con un aumento de ésta (Vásquez-Salazar *et al.*, 2014).

La temperatura (Cuadro 1) durante el experimento fue adecuada para el cultivo de cíclidos nativos de acuerdo a Álvarez-Gonzales *et al.*, (2013), siendo de 28 a 30°C, durante el desarrollo de este trabajo, los valores registrados se encuentran dentro del intervalo de temperatura en el que *V. hartwegi* habita en estado silvestre de acuerdo a lo reportado en la bibliografía conforme a Rodiles-Hernández, y González-Díaz (2006) contribuyendo a esto a la ausencia de mortalidad durante todo el periodo experimental.

Por otro lado, en el caso del oxígeno disuelto, los valores promedio de las primeras semana (Figura 6) mostraron valores apenas cercanos a los adecuados para la acuicultura de acuerdo a Sandoval-Yoval y Barrera Morteo (2011) siendo valores superiores a 5 mg/L los óptimos para el cultivo de peces de aguas cálidas, Además, también se observó una disminución conforme avanzaban los días del experimento debido a que el suministro de oxígeno para las tinas fue siempre el mismo pero la cantidad de consumo de oxígeno iba aumentando conforme aumentaba el tamaño de los peces (Brett y Groves, 1979 citado por Calderer-Reig, 2001).

A medida que disminuye la concentración de oxígeno disuelto, las actividades de respiración y alimentación se pueden ver afectadas, como resultado de ello, el índice de crecimiento se reduce y se incrementan las posibilidades de enfermedades (Mallya, 2007), además los peces no son capaces de asimilar el alimento cuando el oxígeno disuelto es bajo (Tom, 1998) todo esto contribuyendo directamente con el

incremento del estrés en los peces (Mallya, 2007), esto se vio reflejado en los valores del factor de condición semanales en ambos tratamientos (Figura 7) los cuales también disminuyeron con el pasar de los días, al analizar ambas variables, mostraron una asociación alta entre los valores del oxígeno disuelto y el factor de condición de acuerdo a la correlación de Spearman (>0.7) lo que nos confirma que oxígeno disuelto es uno de los factores más importantes en la salud de los peces, y para el caso de *V. hartwegi* es un factor fundamental para garantizar un buen crecimiento y bienestar durante su desarrollo, siendo la especie muy susceptible a las disminuciones de este factor en su medio.

También hay que tener en cuenta que los requerimientos de los niveles de oxígeno disuelto dependen de las especies de peces, para el caso específico de *V. hartwegi* no se tiene estudios sobre los requerimientos para su crecimiento, a pesar de esto, como primer acercamiento se podría tomar en cuenta el factor de condición obtenido en las primeras semanas del experimento (Figura 6) los cuales son cercanos a uno y que en relación a los valores del oxígeno disuelto podrían darnos indicios de que *V. hartwegi* requiere valores superiores a 5 mg/l para tener resultados favorables en su crecimiento en cautiverio, sin embargo es importante puntualizar la necesidad de desarrollar estudios que involucren este parámetro en especies nativas con potencial en la acuicultura como lo es esta especie, estos valores de oxígeno disuelto también se tiene registrado para otras especies de cíclidos que han sido cultivadas como las mojarra del género *Oreochromis* las cuales se deben cultivar en un nivel óptimo de oxígeno disuelto de 5 mg/l Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA, 2018) también para *Petenia splendida* y *Mayaheros urophthalma* con valores de 5 mg/l de oxígeno disuelto mínimo para un buen crecimiento (INAPESCA, 2018).

Los niveles de salinidad y pH (Cuadro 3) se mantuvieron dentro de los rangos reportados para algunos cíclidos nativos criados en cautiverio como *Mayaheros urophthalmus* reportando mejor crecimiento y supervivencia salinidades entre rangos de 0 a 5 ppm de acuerdo a Jiménez-Martínez *et al.*, (2012), y a Martínez-Palacios y Ross (1994) quienes señalan que *Vieja synspilum* no tolera salinidades mayores de 5 ppm, además, en cuanto al pH se han reportado que *Vieja melanurus* se encuentra en vida silvestre en aguas con un rango 7.0-8.0 (Conkel, 1993), de igual forma *Petenia*

splendida se ha encontrado en vida silvestre en aguas con un rango de entre 8.1-8.5 (Méndez *et al.*, 2011) escasas fluctuaciones de los valores de salinidad presentes durante el estudio.

En cuanto a los niveles de nitrito, nitrato y amonio (Cuadro 2) estos fueron más altos a los registrados en diferentes trabajos de cultivo y reproducción de cíclidos en cautiverio como los registrados para el género *Oreochromis* con niveles de nitritos y amonio cercanos a 0.1 y 4.6 mg/l y otras especies de cíclidos como *Pterophyllum scalare* y *Cichla monoculus* con rangos de Nitrito <0.1-0.6 Nitrato 0.2 – 0.8 Amonio 0.1-1 mg/l (INAPESCA, 2012; Ríos-Isern, 2021). En el caso del nitrito y el amonio la presencia en los sistemas acuícolas puede resultar a causa de la excreción de los peces y la descomposición de los alimentos no consumidos (Poxton y Allhouse, 1982) debido a esto es posible que ocurran implicaciones de aumento de estas propiedades en sistemas de cultivo cerrados debido a sistemas que no cuentan con sistema de filtración o son insuficientes (Kroupova *et al.*, 2005) y los recambios de agua realizados en los sistemas cerrados no sean suficientes para eliminar estos compuestos residuales del agua. Aunado a esto Canales *et al.*, (2019) menciona que las variaciones en los niveles de amoniaco se le atribuyen a la carencia de sustrato de las tinajas, ya que las peceras con sustrato pueden poseer menores niveles de amoniaco debido a la capacidad filtradora que tienen.

Los niveles altos de estos nutrientes en el agua pueden provocar estrés en peces y de ser mayores pueden ser tóxicos para los peces, provocando lento crecimiento que se expresa en bajos rendimientos (Bautista-Covarrubias y Ruiz-Velazco-Arce, 2011) siendo los niveles de amonio, nitrato y nitrito otro factor involucrado en la disminución de valores en el factor de condición durante el experimento conforme a la Figura 13. Además de lo anterior, los valores del factor de condición no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, teniendo un comportamiento similar durante el experimento, esto puede deberse a que las condiciones y manejo en los tratamientos se mantuvieron muy similares, teniendo la misma densidad de población, temperatura, calidad del agua, siendo la alimentación el único factor diferente entre ambos, sin embargo este resultado puede deberse al

período de tiempo relativamente corto que tuvo el experimento, siendo menos probable que se vean diferencias significativas en el factor de condición.

9.3. CRECIMIENTO

En el trabajo experimental los valores de crecimiento nos permitieron determinar que los peces alimentados con el alimento comercial para Tilapia marcan Nutripec (T2) lograron claras ventajas sobre aquellos que fueron alimentados con el alimento del género *Tubifex* deshidratados marca Azoo (T1).

En cuanto a la ganancia en peso, esta nos permite apreciar la aceptación y aprovechamiento de este alimento, por parte de los alevinos. Díaz-Cerón, 2016 menciona que los alimentos artificiales cambian la relación que existe entre el animal y su medio ambiente, los cuales pueden deteriorar la calidad del agua, afectando la tasa de crecimiento en sus primeros estadios.

En los 56 días de cultivo los peces alimentados con la dieta T2 lograron una ganancia en peso (GP) promedio de 29.73 g, encontrando diferencias ($P=0.002$) significativa con los 11.83 g de ganancia promedio obtenido en el tratamiento T1. Los valores obtenidos de GP son menores en comparación a los valores de la ganancia en peso con los de otro Cíclidos usados en la acuicultura, Medina (2018) reportó los valores de ganancia en peso de la tilapia Pargo UNAM cultivadas durante tres meses y alimentadas con alimento Nutripec con 53% siendo estos de 60.78 g, de igual forma Bonilla (2018) obtuvo valores de 55.3 g en la ganancia en peso de alevinos de *Oreochromis sp* cultivados durante 90 días.

En cuanto a la diferencia de los valores de crecimiento entre tratamiento, los resultados obtenidos proporcionan evidencia para rechazar la hipótesis propuesta. Uno de los motivos de los valores del crecimiento obtenido para los alevinos de ambos tratamientos radica en el tipo de alimento suministrado y su calidad proteica (Díaz-Cerón, 2016). Tacon (2002) afirma que, en condiciones controladas, la ganancia en peso de los peces, se da en proporción a los aminoácidos esenciales suministrados, durante el experimento ambos tratamientos contenían una cantidad de proteína alta siendo la dieta a base de gusanos del género *tubifex* con la mayor cantidad de proteína (52%min) y su vez siendo la dieta que menor ganancia en peso obtuvo, esto puede

deberse a los hábitos alimenticios que *V. hartwegi* tiene, siendo una especie omnívora es posible que al suministrarle una dieta completamente carnívora esta no pudo aprovechar por completo los nutrientes que contenía la dieta a base de gusanos del género tubifex, caso contrario al del alimento balanceado obteniendo mejores resultados e indicando un mejor aprovechamiento de estos nutrientes, Baldisserotto y Gómez (2010) sustentan que la alimentación de las especies dependen de las diversas adaptaciones del sistema digestivo, conforme a la especialidad requerida para ingerir, digerir y absorber los diferentes tipos de nutrientes. A su vez Luna-Figueroa *et al.*, (2010) afirma que la baja digestibilidad y la calidad nutricional de los alimentos inertes son factores que pueden explicar el fracaso de las dietas que son suministradas en las especies de peces. Sólo agrega que la hipótesis que tenías no se cumplió, ya discutiste el motivo.

Por otro lado, al comparar los valores del crecimiento absoluto y la tasa de crecimiento absoluto obtenidos en el experimento con *V. hartwegi* (Grafica 9) con los registrados por otros autores para la mojarra tilapia encontramos que estos son menores, uno de estos es Delgado-Vida *et al.*, (2009) que reporta *Oreochromis niloticus* un crecimiento absoluto 4.54 g y una tasa de crecimiento absoluto de 0.81 g/día para un cultivo con un alimento balanceado de 30% de proteína durante ocho semanas.

Oreochromis niloticus tiene diversas ventajas, como el rápido crecimiento, tolerancia a los cambios ambientales, el cultivo en altas densidades entre otras que han sido el resultado de las mejoras genéticas que ha sufrido (Akalu, 2021) desde que comenzó a cultivarse, y que *V. hartwegi* al ser una especie silvestre que no tiene registros de usos en la acuicultura puede presentar algunas dificultades obtener resultados similares o incluso favorables, como se mencionó anteriormente esta especie no se encuentra adaptada a las dietas artificiales, lo cual supone un problema para aprovechar todos los nutrientes que estos ofrecen, así también, como la capacidad que tienen de soportar el cautiverio y las condiciones ambientales dentro de este, funcionando como limitantes para obtener un crecimiento óptimo en la especie.

Al comparar los valores de la Tasa Especifica de crecimiento obtenidos en el experimento con *V. hartwegi* (Grafica 10) con los reportados por otros autores para la mojarra tilapia encontramos que estos son menores de acuerdo a Villafuerte (2014) que para el cultivo de tilapia presenta el valor de la TCE de 2.68% en temperaturas de 25-28 °C en un tiempo de 115 días, sin embargo, son similares a los valores obtenidos en el tratamiento con alevines de *V. hartwegi* alimentados balanceado siendo de 2.27%, además son valores mayores que los presentados por Uscanga-Martínez (2012) teniendo valores de TEC de 1.63% para *Petenia splendida* en alevines alimentados con 50% de proteína durante 42 días de cultivo. Estas diferencias pueden explicarse por un conjunto de factores: especie, selección genética, tamaño, sexo, edad, requerimiento nutricional, peso inicial del pez y manejo durante la crianza (Jussila, 1997; Cruz-Suárez *et al.*, 2002).

9.4. RELACIÓN LONGITUD-PESO

Con base en los valores de la constante de crecimiento b reportadas en este trabajo, indica que *V. hartwegi* presenta un crecimiento de tipo alométrico negativo, es decir, que el pez llega a ser menos pesado para su longitud conforme incrementa en talla (Ochoa-Ubilla *et al.*, 2016).

Estos valores contrastan con los reportados por Velázquez-Velázquez *et al.*, (2015) los cuales obtuvieron valores de la constante de crecimiento para esta especie de $b= 3.022$, siendo muy cercano al valor teórico $b= 3$. Cabe destacar que los valores obtenidos para *V. hartwegi* son tomados con base en juveniles de esta especie y de acuerdo con Martin (1949) los peces exhiben cambios de forma durante las diferentes etapas de su vida por lo que el crecimiento puede ser diferente entre larvas, juveniles y adultos e incluso puede verse afectado por factores como el cautiverio, temperatura o inanición.

9.5. SOBREVIVENCIA, COMPORTAMIENTO Y APARIENCIA DE LOS ALEVINES

Durante los periodos de alimentación se presentaron las mayores interacciones entre ejemplares de *V. hartwegi* en todos los tratamientos. Presentándose enfrentamientos

recurrentes durante las últimas semanas y fueron comunes en los tratamientos donde se suministró el alimento balanceado marca Nutripec. Se observaron dos tipos de comportamientos que de acuerdo a Rossi-Rolim (2010) pueden ser descritas y nombrados en este estudio como comportamiento de enfrentamiento de amenaza y de enfrentamiento agonístico.

El enfrentamiento de amenaza se caracterizó como el mecanismo de defensa mediante el cual el pez eriza su la aleta dorsal para intimidar a otro individuo, y por otro lado el enfrentamiento agonístico se caracterizó como el comportamiento agresivo en al cual el pez ataca una o más veces a otro individuo con un mordisco o un encuentro violento contra el cuerpo del otro animal (Rossi-Rolim, 2010).

Desde un enfoque etológico los peces sujetos a estrés pueden presentar conductas anormales, como un aumento en la agresividad; sobre todo en peces territorialistas (Auró de Ocampo y Ocampo-Camberos,1999) como es el caso de algunos cíclidos como *V. maculicauda* y *Mayaheros urophthalmus* (Castro-López y García-Vargas, 2011; Villarreal *et al.*, 2011).

En condiciones de cultivo ocurren disputas por alimento entre diversos organismos, por lo general los más grandes, tienen mayor ventaja en la disputa por el recurso, sin embargo, para este experimento no sería el caso ya que el recurso de la alimentación se le proporcionaba a saciedad ya que según lo dicho por Auró de Ocampo y Ocampo-Camberos (1999), la competencia por alimento no se presenta cuando todos y cada uno de los organismos recibe su ración, haciendo que se evite la agresividad, sin embargo los peces en cautiverio están sujetos a largos periodos de estrés debido al manejo, los cambios en la calidad del agua y el hacinamiento, esto concuerda con los valores del factor de condición reportados que nos indica que los peces en las últimas semanas presentaron valores muy bajos indicando que el bienestar de estos ejemplares no era el mejor, aunque el ambiente artificial en cautiverio es menos riesgoso en términos de la presencia de depredadores y otros peligros físicos como rocas y contaminantes externos, esto puede tener efectos contraproducentes en algunas especies (Auró de Ocampo y Ocampo-Camberos, 1999).

En cuanto a la coloración pálida e irregular en los ejemplares de *V. hartwegi* alimentados con gusanos del género *Tubifex* Soriano-Salazar y Hernández Ocampo (2001) reportan resultados similares para *Pterophyllum scalare* alimentados con dos dietas de alimentos artificiales distintas y concuerdan con que las causas principales de estas afecciones en los peces se deben al poco aprovechamiento de las nutrientes provistas por estas dietas como se mencionó anteriormente.

Por último, se obtuvo una sobrevivencia del 100% en ambos tratamientos este porcentaje es muy similar a los reportados para el género *Oreochromis* por INAPESCA (2018) el cual es 75-80% en cultivos intensivos y 80-95% para cultivos semi intensivos, y son superiores a los reportados para *Petenia splendida* y *Mayaheros urophthalmus* los cuales están en un intervalo de 41 a 83 % (Villarreal *et al.*, 2011; Contreras-García, 2017; INAPESCA, 2018). Este valor podría indicarnos que *V. hartwegi* tiene cierta resistencia a condiciones que le ocasionen un estrés prolongado; sin embargo, es importante puntualizar que se necesitan investigaciones dirigidas a implementar las condiciones apropiadas para el manejo en cautiverio de la especie.

X. CONCLUSIONES

- El presente estudio sugiere que el mantenimiento y el crecimiento de *V. hartwegi* son posibles en condiciones de cautiverio, considerando un factor de gran importancia el alimento.
- Los mayores valores de ganancia en peso, crecimiento en peso y longitud y tasas de crecimiento, de *V. hartwegi* se obtuvieron con el tratamiento de alimento balanceado Nutripec 48% de proteína.
- Los valores del factor de condición oscilaron entre 0.83 como valor máximo y 0.49 como valor mínimo para el tratamiento con gusanos del género Tubifex y 0.96 y 0.58 respectivamente para tratamiento con alimento balanceado.
- Los alevines de *V. hartwegi* presentaron un crecimiento menor en comparación a otros cíclidos con potencial en la acuicultura debido a factores como la baja digestibilidad de los alimentos comerciales y la baja adaptabilidad a condiciones similares a las de un cultivo.
- El tipo de crecimiento reportado para alevines de *V. hartwegi* fue de tipo alométrico negativo.
- El porcentaje de sobrevivencia no se vio reducido en ninguno de los tratamientos conservándose el 100% de sobrevivencia durante todo el experimento.

XI. RECOMENDACIONES

- Es importante la realización de experimentos con otras dietas y fuentes de proteína distinta que nos permitan tener un panorama más amplio en cuanto al conocimiento del crecimiento de *V. hartwegi*.
- Extender el tiempo del experimento puede proporcionar más información acerca del comportamiento del crecimiento de esta especie y la reacción que puede tener con otras dietas en etapas de crecimiento más avanzadas.

XII. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Aguilar-Añazco, M. V. 2014. Efecto de la salinidad en la tasa de reducción de amonio aplicando zeolitas comerciales. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador. 120 pp.
- Aguilar-Ballinas, J. M., Rivera-Velázquez, G. y Peralta-Meixueiro, M. A. 2018. Edad y crecimiento de cíclidos (Piscis) nativos de la Presa Malpaso, Chiapas, México. *Lacandonia*. 1 (12): 65-72.
- Akalu, B. 2021. The Main Factors Affecting Growth Performance of *Oreochromis niloticus* L. (1758). *Aquaculture System. J Fisheries Livest Prod.* (9):1-9
- Alonso, F. 2011. Comportamiento y fisiología del control social de la reproducción en el pez cíclido *Cichlasoma dimerus* (Heckel, 1840). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Argentina. 56 pp.
- Al-Thobaiti, A., Al-Ghanim, K., Ahmed, Z., Suliman, M. E. y Mahboob, S. 2018. Impact of replacing fish meal by a mixture of different plant protein sources on the growth performance in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *Brazilian Journal of Biology*. 3 (78): 525-534
- Álvarez-Gonzales, C. A., Ramírez-Martínez, C. y Márquez-Couturier, G. 2013. Cultivo de mojarra nativas: Tenguayaca (*Petenia splendida*) y Castarrica (*Cichlosoma urophthalmus*). Editorial Universidad Autónoma de Nuevo León-Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, CONACYT, Gobierno del Estado de Tabasco. México. 85 pp.
- Anzueto-Calvo, M. J., Velázquez-Velázquez, E., Gómez-González, A. E., Quiñones, M. R. y Olson, B. J. 2013. Peces de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, Chiapas, México. Editorial Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. 148 pp.

- Atencio, G. V. 2001. Producción de alevinos de especies nativas. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 6 (1): 9-14.
- Auró de Ocampo, A. y Ocampo-Camberos, L. 1999. Diagnóstico del Estrés en Peces. *Veterinaria México*. 4 (30): 337-344
- Baldisserotto, B. y Gomez, L. 2010. Especies nativas para piscicultura no Brasil Universidad Federal de Santa María. Editorial: Editoraufsm. Brasil. 470 pp.
- Bautista-Covarrubias, J. C. y Ruiz-Velazco Arce, J. M. J. 2011. Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana. *Revista Fuente*. 8(3): 10-14
- Blackwell, B. G., Brown, M. L., y Willis, D. W. 2000. Relative Weight (Wr) Status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science*. 8 (1): 1-44.
- Calderer-Reig, A. 2001. Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y consumo de oxígeno de la dorada (*Sparus aurata L.*). Tesis de Doctorado. Departamento de Biología Animal. Universidad de Barcelona. Barcelona, España.
- Camargo, J. A. y Alonso, A. 2007. Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas*. 16 (2): 98-110.
- Canales, C., Alvarado, K., Carbajal, M., Martínez, R. y Marroquín-Tejeda, L. C. 2019. Adaptación al cautiverio de las especies; *Anableps dowei*, *Poecilia gillii*, *Amatlitania nigrofasciata*, Para el desarrollo de la acuariología en la zona sur de Honduras. *Revista Portal de la Ciencia*. 16: 52-63
- Careaga, M., Maldonado, M. y Carvajal-Vallejos, F. M. 2020. Inventario de la familia Cichlidae (Teleostei: Cichliformes) en Bolivia. *Hidrobiología Neotropical y Conservación Acuática*. 1 (2): 225-232.
- Castro-López, M. A. y García-Vargas, J. F. 2011. Adaptación y reproducción en cautiverio de peces nativos y/o endémicos con potencial Ornamental de la

- familia Cichlidae, Provenientes del lago de Izabal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de investigación. Centro de estudios del mar y acuicultura. Guatemala. 55 pp.
- Cerdenares-Ladrón de Guevara, G., Ramírez-Antonio, E., Ramos-Carrillo, S., González-Medina, G., Anislado-Tolentino, V., López-Herrera, D. y Karam-Martínez, S. 2014. Impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad biológica. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1 (1): 95-114.
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), 2015. Ordenamiento acuícola en el Estado de Chiapas: Plan de Ordenamiento y Capacidad de carga de la presa Nezahualcóyotl (Malpaso) Primera Etapa. SAGARPA. México. 152 pp.
- Conkel, D. 1993. Cichlids of North and Central America. T.F.H. Publications, Inc., USA. 192 pp.
- Contreras-García, M. J., Contreras -Sánchez, W. M., Mcdonal -Vera, A. y Hernández -Vidal, U. 2017. Efecto de la 17 α -Metiltestosterona en la masculinización de la mojarra nativa *Petenia splendida*. *Kuxulkab'*. 23 (45): 05-10.
- Cruz-Suárez, E., L. Ricque, D, Tapia-Salazar, M., Martín-Saldivar, L. F., Guajardo-Barbosa, C., Nieto-López, M. y Salinas-Miller. A. 2002. Historia y estatus actual de la digestibilidad y algunas características fisicoquímicas de los alimentos comerciales para camarón usados en México. En: Cruz Suárez L. E., Ricque, D., Tapia-Salazar, Gaxiola-Cortes, M. G. y Simoes, N. (Editores). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Cancún, Q. R. México. Pp. 1-22.
- Delgado-Vidal, F. K., Gallardo-Collí, A., Cuevas-Pérez, L. y García-Ulloa, M. 2009. Crecimiento compensatorio en tilapia *Oreochromis niloticus* posterior a su alimentación con harina de plátano. *Avances en investigación agropecuaria*. 13 (2): 55-70

- Díaz-Cerón, J. N. 2016. Evaluación de tres dietas alimenticias suministradas en la fase de alevino al pez ornamental amazónico escalar (*Pterophyllum scalare*, Schultze, 1823). Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Contables, Económicas Administrativa. Universidad de Manizales. Colombia. 80 pp.
- Ferat-Brito, E. y López-Díaz, E. 1991. Acuicultura de especies nativas: una estrategia para el desarrollo de la actividad pesquera en México. *La Ciencia y el Hombre*. 8: 33-43.
- Food y Agriculture Organization (FAO), 2016. The state of world fisheries and aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Roma, Italia. 190 pp.
- Friend, R., Arthur, A. y Keskinen, M. 2009. Songs of the doomed: The continuing neglect of capture fisheries in hydropower development in the Mekong. En: Molle, F., Foran, T. y Käkönen, M. (Editores). *Contested waterscapes in the Mekong region: Hydropower, livelihoods and governance* Earthscan. London. Pp. 307-331.
- García-Trejo, F., Hurtado-Gonzalez, S., Soto-Zarazua, G.M. y Gutiérrez-Yurrita, P.J. 2014. Development of Freshwater Native Species with Aquacultural Potential. En: Vergara, M. P. H., Perez-Rostro, C. I. (Editores). *Sustainable Aquaculture Techniques*, Editorial IntechOpen, London. Pp 67-86.
- Getso, B. U., Abdullahi, J. M. y Yola, I. A. 2017. Length-weight relationship and condition factor of *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* of Wudil River, Kano, Nigeria. *Agro-Science*. 16 (1): 1-4.
- Gómez-González, A. E., Álvarez, F., Matamoros, W. A., Velázquez-Velázquez, E., Schmitter-Soto, J. J., González-Díaz, A. A. y 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.

- Gómez-Márquez, J. L. 1994. Métodos para determinar la edad en los organismos acuáticos. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. México. 89 pp.
- Gómez-Martínez, R. F. 2020. Peces de la familia Cichlidae de Chiapas y clave dicotómica para su determinación. Tesis de Licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. México. 114 pp.
- Gómez-Martínez, R. F., López-Vila, J. M., Matamoros, W. A., González-Díaz, A. A. y Gómez-González, A. E. 2022. Diversity of Cichlid Fishes (Cichliformes: Cichlidae) in Chiapas, Mexico: A practical identification key with updated distribution maps. *Zootaxa* 5175: 231-252.
- González-Díaz, A. A., Ramírez-Moreno, K. F., Matamoros, W. A., Soria-Barreto, M., Rodiles-Hernández, R. 2022. Geometric morphometric comparison of the oral and lower pharyngeal jaws of the closely related cichlids *Vieja bifasciata*, *V. breidohri*, and *V. hartwegi* (Cichliformes: Cichlidae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 93: 1-13.
- Gordillo-Jiménez, L. F. 2017. Estudio del desarrollo embrionario del pez *Amatitlania nigrofasciata* (perciformes: Cichlidae). Tesis de Licenciatura. Facultad De Ciencias Y Educación. Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Bogotá. 54 pp.
- Hernández-Hernández, F. A., Hernández-Gómez, R. E., Valenzuela-Cordova, I., Perera-García, M.A. y Cuenca-Soria, C. A. 2020. Desarrollo embrionario y larval de la mojarra paleta *Vieja melanura* (Günther, 1862) del sureste mexicano. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 7 (3): 1-8.
- Hopkins, K. D. 1992. Reporting fish growth, a review of the basics. *Journal of World Aquaculture Society*. 3 (23): 173-179.
- Ighwela, K. A., Ahmed, A. B., Abol-Munafi, A. B. 2011. Condition factor as an indicator of growth and feeding intensity of nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*)

feed on different levels of maltose. *American- Eurasian J Agric & Environ Sci.* 11 (4): 559-563.

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2018. Acuicultura – Tenguayaca. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-tenguayaca>. Consultado el 15 de abril 2023

Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA). 2018. Acuicultura- Mojarra Castarrica. <https://www.gob.mx/inapesca/acciones-y-programas/acuicultura-mojarra-castarrica>. Consultado el 15 de abril 2023

Jiménez-Martínez, J. D., Alvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., Márquez-Couturier, G., Arias-Rodríguez, L. y Almeida-Madrigal, J. A. 2009. Evaluation of Larval Growth and Survival in Mexican Mojarra, *Cichlasoma urophthalmus*, and Bay Snook, *Petenia splendida*, Under Different Initial Stocking Densities. *Journal of the world aquaculture society.* 6 (40): 753-761.

Jiménez-Martínez, L. D., Jesus-Contreras, R. J., Arias-Rodríguez, L., Álvarez-González, C. A., Carmona-Díaz, E. y De La Cruz-Hernández, E. N. 2012. Efecto de la salinidad en larvas de la Mojarra castarrica *Cichlasoma urophthalmus*. *Kuxulkab* 34 (18): 45-50.

Jover, M. 2000. Estimación del crecimiento, tasa de alimentación y producción de desechos en piscicultura mediante un modelo bioenergético. *AquaTIC.* 9: 1- 13.

Jussila, J. 1997. Physiological responses of astacid and parastacid crayfishes (Crustacea: Decapoda) to conditions of intensive culture. Kuopio University Publications C. Natural and Environmental Sciences. Perth, Western Australia. 140 pp.

Kaneshima-Gonzalez, K., De La Cruz-Barrueto, K. N., Ponciano-Quezada, M. A., Toledo-Meza, N. y Culquichicón-Malpica, Z. G. 2022. Efecto de la temperatura en el crecimiento de juveniles de *Oreochromis niloticus* tilapia en un sistema de recambio acuícola (RAS). *Manglar.* 19 (1): 39-44.

- Kroupova, H., Machova, J. y Svobodova, Z. 2005. Nitrite influence on fish: a review. *Veterinary Medicine Czech.* 11: 461-471.
- Kullander, S. O. 2003. Family Cichlidae (Cichlids). En: Reis, R. E., Kullander, S.O. y Ferraris C. J. J. R. (Coordinadores). Check list of the freshwater fishes of South and Central America. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil. Pp. 606-654.
- Kuriakose, S., Mini, K. G. y Sathianandan, T. V. 2017. *Course Manual ICAR funded Summer School on Advanced Methods for Fish Stock Assessment and Fisheries Management.* Manual. Editorial CMFRI. Kerala, India. 391 pp.
- López-Fernández, H. 2021. Neotropical Riverine Cichlids: Adaptive Radiation and Macroevolution at Continental Scales. En: Abate, M. E. y Noakes, D. L.G. (Editores) *The Behavior, Ecology and Evolution of Cichlid Fishes.* Editorial Springer. the Netherlands. Dordrecht. Pp. 135-173
- Lowe-McConnell, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities.* Cambridge University Press, Cambridge. England. 382 pp.
- Lozano-Vilano, M. L. y Contreras-Balderas, S. 1987. Lista Zoogeografica y Ecologica de la Ictiofauna Continental de Chiapas. *The Southwestern Naturalist.* 2 (32): 223-236.
- Lugert, V., Thaller, G., Tetens, J., Schultz, C. y Krieter, J. 2014. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture.* 6: 1-13.
- Luna-Figueroa, J. y Figueroa-Torres, J. 2003. Crecimiento de juveniles de la Mojarra Criolla *Cichlasoma istlanum* (Pisces:Cichlidae): alimento vivo versus alimento comercial: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. Pp. 48-54.
- Luna-Figueroa, J., Vargas, Z. T. de J. y Figueroa, T. J. 2010. Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de *Pterophyllum scalare* (Lichtenstein, 1823). *Avances en Investigación Agropecuaria.* 3 (14): 63-72.

- Mallya, Y. J. 2007. The effects of dissolved oxygen on fish growth in aquaculture. The United Nations University Fisheries Training Programme, Final Project. 30 pp.
- Martin, W. R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. *Ontario Fisheries Research Laboratory* 58: 1-91.
- McMahan, C. D., Matamoros, W. A., Piller, K. R. y Chakrabarty, P. 2015. Taxonomy and systematics of the herichthyins (Cichlidae: Tribe Heroini), with the description of eight new Middle American Genera. *Zootaxa*. 3999 (2): 211-234.
- Méndez, A., García, M. E. y Lozano, L. 2011. Sistemática del pez *Petenia splendida* (Perciformes: Cichlidae) en el lago Petén Itzá, Guatemala. *Revista de Biología Tropical*. 3 (59): 1205-1215.
- Mendoza, E. A. y Navarro, L. 1994. Sistemas de reproducción y producción de crías de mojarra castarrica (*Cichlasoma urophthalmus*) En: Mendoza, Q. M. E. A., Galmiche, T. A., Mesequer, E. R., (Editores), Memorias del II seminario sobre peces nativos con uso potencial en acuicultura, Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Tabasco, México. Pp. 155-169
- Meyer, D. 2004. Introducción a la Acuicultura. Editorial Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 144 pp.
- Miller, R. R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 30: 121-153.
- Miller, R. R., Minckley, W. L. y Norris, S. M. 2005. Freshwater fishes of México. Editorial The Chicago University Press. Illinois. EE.UU. 490 pp.
- Moreno, J. M., Aguilar, F. A., Boada, N. S., Rojas, J. A. y Prieto, C. 2019. Análisis morfométrico e índices corporales del capitán de la sabana (*Eremophilus mutisii*). *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 66 (2): 141-153.

- Moreno-Alvarez, M. J., Hernández, J. G., Rovero, R., Tablante, A. y Rangel, L. 2000. Alimentación de tilapia con raciones parciales de cáscaras de naranja. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 1 (3): 29-33.
- Nelson, J. S., Grande, T. C., y Wilson, M. V. H. 2016. *Fishes of the world*. (5a edición). Editorial Wiley. New Jersey. United States of America. 752 pp.
- Ochoa-Ubilla, B. Y., Mendoza-Nieto, K. X., Vivas-Moreira, R., Urdánigo Zambrano, J. P. y Ferrer-Sánchez, Y. 2016. Estructura de tallas de captura y relación longitud-peso de peces nativos en el humedal Abras de Mantequilla, Ecuador. *Revista Ciencia y Tecnología*. 9 (2): 19-27.
- Peters, R. R., Morales, E. D., Morales, N. M. y Hernández, J. L. 2009. Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de Lemna obscura como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis spp.*). *Revista Científica (Maracaibo)*. 3 (19): 303-310.
- Petrakis, G. y Stergiou, K. I. 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. *Fish. Res.* 21: 465-469.
- Řičan, O., Pialek, L., Dragova, K., y Novak, J. 2016. Diversity and evolution of the Middle American cichlid fishes (Teleostei: Cichlidae) with revised classification. *Vertebrate Zoology*. 66 (1): 1-102.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries Bulletin Research Board of Canada. Bulletin 191. Canadá. 395 pp.
- Riedel, R., Caskey, L. M. y Hurlbert, S. H. 2007. Length-weight relations and growth rates of dominant fishes of the Salton Sea: implications for predation by fish-eating birds. *Lake and Reservoir Management*. 23 (5): 528-535.

- Rivera-Velázquez, G., Velázquez, L., Peralta, M., Márquez, R. y Velázquez-Velázquez, E. 2014. Peces nativos contra introducidos en una pesquería tropical desde su composición nutrimental. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 2 (1): 61–72
- Rivera-Velázquez, G., Velázquez-Valencia, L. A., Márquez-Montes, R., Penagos-García, F. G, Velázquez-Velázquez, E., Reyes-Escutia, F. y Miceli-Méndez, C. L. 2015. La pesquería en la presa Malpaso y la Cooperativa Zoque, Chiapas, México. Editorial Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. 36 pp.
- Rodiles-Hernández, R. y González-Díaz, A. 2006. Ficha técnica de *Vieja hartwegi*. En: Schmitter-Soto, J. J. (Compilador). Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM-059. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Bases de datos SNIB- CONABIO. México. Pp. 80-85.
- Rodríguez-Gómez, H., Victoria-Daza, P. y Carrillo-Avila, M. 2001. Fundamentos de acuicultura continental (2ª edición) Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Editorial Nacional de Pesca y Acuicultura. Colombia, Bogotá. 437 pp.
- Rojas-Carrillo Poxton, M.G., Allhouse, S.B. 1982. Water quality criteria for marine fisheries. *Aquaculture Engineering*. 1 (3), 153-191.
- Rojas-Carrillo, P. y Mendoza-Alfaro, R. 2000. El Cultivo de Especies Nativas en México. En: Secretaría de medio ambiente recursos naturales y pesca, Instituto nacional de la pesca y Dirección general de investigación en acuicultura (Editor). Estado de Salud en la Acuicultura. México. Pp. 445-490.
- Romero-Beltrán, E., Rendón-Martínez, J. R., Gaspar-Dillanes, T., Torres- Rodríguez, L. M., Osuna-Bernal, D. A., Romero-Correa, A., Mauricio-Payan, J. A., Medina-Osuna, P. M., Valdez-Ledón, P. y Mora-Cervantes, I. 2021. Capacidad de carga de la presa Belisario Domínguez (La Angostura). Editorial Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. México. 169 pp.

- Rondón-Martínez, Y. F. 2015. Ecología trófica de *Coptodon rendalli* (Perciformes: cichlidae) en un embalse de los andes colombianos. Tesis de licenciatura. Facultad De Ciencias Básicas. Universidad Deltolimia. Colombia. 58 pp.
- Ross, L. G., Martinez-Palacios, C. A. y Morales-Developing, E. J. 2008. Developing native fish species for aquaculture: the interacting demands of biodiversity, sustainable aquaculture and livelihoods. *Aquaculture Research*. 39: 675-683.
- Saavedra-Martínez, M. A. 2006. Manejo del cultivo de tilapia. Editorial Centro de Investigaciones de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA-UCA). Managua, Nicaragua. 22 pp.
- Saint-Pau, U. 2017. Native fish species boosting Brazilian's aquaculture development. *Acta of fisheries and aquatic resources*. 5 (1): 1-9.
- Sandoval-Yoval, L. y Barrera-Morteo, L. A. 2011. Operación y mantenimiento del sistema acuicola con reuso de agua residual tratada y descarga cero. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua SEMARNAT. México. 76 pp.
- Schmitter-Soto, J. J. 2006. Evaluación del riesgo de extinción de los cíclidos mexicanos y de los peces de la frontera sur incluidos en la NOM059. Editorial El Colegio de la Frontera Sur. México. 118 pp.
- Schneider, C. A., Rasband, W. S. y Eliceiri, K. W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, 9 (7): 671-675.
- Seher. D. y Suleyman, C. I. 2012. Condition factors of seven cyprinid fish species from Çamlığöze Dam Lake on central Anatolia, Turkey. *African Journal of Agricultural Research*. 7 (31): 4460-4464.
- Sicuro, B. y Luzzana, U. 2016. The state of *Seriola spp.* other than yellowtail (*S. quinqueradiata*) farming in the World. Reviews in fisheries *Science and Aquaculture*. 24 (4): 314-325.

- Socorro-Cruz, J. A. 2006. Estudio comparado del desarrollo embrionario y larvario del bocinegro (*Pagrus pagrus*) y de la sama de pluma (*Dentex gibbosus*). Tesis Doctoral. Departamento de Biología. Universidad de las palmas de gran canaria. Gran Canaria, España. 256 pp.
- Soria-Barreto, M. 2009. Ecomorfología de los cíclidos en la Selva Lacandona (REBIMA), Chiapas, México. Tesis de doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas. Chiapas. 155 pp.
- Soriano-Salazar, M. B., y Hernández-Ocampo, D. 2002. Tasa de crecimiento del Pez Ángel *Pterophyllum scalare* (Perciformes: Cichlidae) en condiciones de laboratorio. *Acta Universitaria*. 2 (12): 28-33.
- Sparks, J. S. 2003. Molecular phylogeny and biogeography of the Malagasy and South Asian cichlids (Teleostei: Perciformes: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30: 599-614.
- Teletchea, F. y Fontaine, P. 2014. Levels of domestication in fish: Implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and fisheries*. 15 (2): 181-195.
- Tom, L. 1998. Nutritional and feeding of fish (2nd edición). Kluwer Academic Publishers. Lodon. 278 pp.
- Trinidad, B. A. 2014. Modelos de crecimiento en biología, su significado biológico y selección del modelo por su ajuste. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 101 pp.
- Trujillo, D. M. M., Rojas, A. M., Murcia, B., Chaves, L. C. y Pimentel, G. A. 2017. Evaluación de dietas para alevines de arawanas (*Osteoglossum bicirrhosum*) en el piedemonte amazónico de Colombia. *Revista veterinaria*. 28 (2): 145-151.
- Ujjania, N. C., Kohli, M. P. S. y Sharma, L. L. 2012. Length-weight relationship and condition factors of Indian major carps (*C. catla*, *L. rohita* and *C. mrigala*) in Mahi Bajaj Sagar, India. *Research Journal of Biology*. 2 (1): 30-36

- Uscanga-Martínez, A., Álvarez-González, C. A., Contreras-Sánchez, W. M., Márquez-Couturier, G., Civera-Cerecedo, R., Nolasco-Soria, H., Hernández-Llamas, A., Goytortúa-Bores, E. y Moyano, F. J. 2012. Protein requirement in masculinized and non-masculinized juveniles of Bay Snook *Petenia splendida*. *Hidrobiológica* 22 (3): 219-228.
- Uzcátegui-Varela, J. P., Méndez, X., Isea, F. y Parra, R. 2014. Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido Cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio. *Revista Científica*. (24): 458-465.
- Vásquez-Salazar, R. D., Pupo-Urrutia, A. C. y Jiménez-Aguas, H. J. 2014. Sistema energéticamente eficiente y de bajo costo para controlar la temperatura y aumentar el oxígeno en estanques de cultivo de alevines de tilapia roja. *Revista Facultad de Ingeniería*. 36 (23): 9-23
- Vazzoler, E. 1982. Manual de métodos para estudios biológicos de populações de peixes. Reproduçãoe crescimento. Editorial CNPq. Brasília, Brasil. 108 pp.
- Velázquez-Velázquez, E., Maza-Cruz, M., Gómez-González, A. E. y Navarro-Alberto, J. A. 2015. Length-weight relationships for 32 fish species in the Grijalva River Basin, México. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(2), 413-414.
- Velázquez-Velázquez, E., Rivera-Velázquez, G. y Domínguez-Cisneros, S. E. 2013. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (Editores). La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Editorial Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México. Pp. 259-270.
- Velázquez-Velázquez, E., Rivera-Velázquez, G., Pérez-Farrera, M. A. y Chávez-Cortazar, A. 2014. Introducción de especies exóticas: implicaciones para la En: Miceli-Méndez, C. L. y Reyes-Escutia F. J. (Editores). Biodiversidad. Biodiversidad y sustentabilidad. Editorial Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Chiapas, México. Pp. 113-136.

Vicente-Rivera, 2018. Mojarra del Río Grande de Chiapa (*Vieja hartwegi*). [Fotografía].
Naturalista Mexico. <https://www.naturalista.mx/photos/27896050> Consultado el
03 de septiembre del 2023.

Vila, J. 1982. Peces nicaragüenses de agua dulce. Editorial Unión Cardoza y Cía.
Nicaragua. 253 pp.

Villarreal, C., Gelabert, R., Gaxiola, R., Cuzon, G., Amador, L. E., Guevara, E. y Brito
R. 2011. Crecimiento de alevines de *Cichlasoma urophthalmus* con dietas
basadas en diferentes niveles de inclusión de proteína de soya y gluten de trigo.
Universidad y Ciencia. 27 (1): 53-62.

Wootton, R. F. 1991. Ecology of teleost fishes. Fish and isheries. Editorial Chapman &
Hall. London. England. 404 pp.