

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA



**Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento y
sobrevivencia de alevines de *Calophysus macropterus* (Lichtenstein,
1819) “Mota” en condiciones de laboratorio**

Tesis para optar el Título Profesional de

Ingeniero Agroforestal Acuícola

Presentado por:

Br. Efraín Samuel Morales García

PUCALLPA – PERÚ

2024

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de la tesis Plataforma Google Meet, Campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, en el distrito de Yarinacocha Provincia de Coronel Portillo Ciudad de Pucallpa, a las 09:00 a.m. horas del día 14 de diciembre del 2020. (en letras), se reunió el Jurado de Tesis presidido por el Blgo. Paúl Francis Martín Muro Lozada, y Ing. Ena Vilma Velazco Castro y el Ing. Juan Luis Pérez Marín en calidad de miembros, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada:

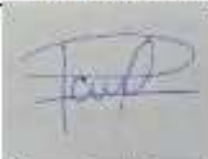
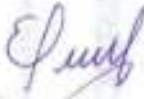
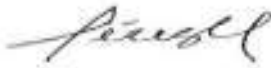
"Efecto de tres niveles de proteína dietaria en el crecimiento y sobrevivencia de alevines de *Calophysus macropterus* "mota" en condiciones de laboratorio", cuya responsabilidad corresponde al Bachiller: Bach. Efraín Samuel Morales García, a fin de optar el Título Profesional de **INGENIERO AGROFORESTAL ACUICOLA**.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado. Cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

Presidente	Blgo. MSc. Paul Francis Martín Muro Lozada	20
Miembro	Ing. MSc. Ena Vilma Velazco Castro	18
Miembro	Ing. Dr. Juan Luis Pérez Marín	18
Promedio		19

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizo el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente. sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **REGULAR** asignándole un calificativo de **DIECINUEVE** puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.

Siendo las 10:15 a.m. horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

 Nombre: Blgo. Paul Francis Martín Muro Lozada Presidente	 Nombre: Ing. Ena Vilma Velasco Castro Miembro
 Nombre: Dr. Juan Luis Pérez Marín Miembro	

Nombre Asesor: Blgo. Pesquero. Ricardo Oliva Paredes

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).



**UNIVERSIDAD NACIONAL
INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA**

Licenciada con Resolución N° 131-2018-SUNEDU/CD



**BIBLIOTECA
CENTRAL**

*"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"*

CONSTANCIA

N°049 - 2024

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

**EFFECTO DE TRES NIVELES DE PROTEÍNA DIETARIA EN EL
CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE ALEVINES DE
CALOPHYSUS MACROPTERUS (LICHTENSTEIN, 1819)
"MOTA" EN CONDICIONES DE LABORATORIO.**

Cuyo autor es : **MORALES GARCIA, EFRAIN SAMUEL.**

Facultad : **FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

Escuela Profesional : **INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.**

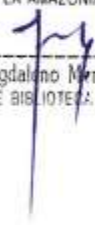
Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 11%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si está dentro de los límites aceptables de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 01/07/2024

 **UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL
DE LA AMAZONIA - UCAYALI**


Dr. Mariano Magdaleno Mendoza Carlos
DIRECTOR DE BIBLIOTECA CENTRAL

La primera universidad intercultural del Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

 biblioteca_central@unia.edu.pe

 www.unia.edu.pe

 arretera a San José 0.63 Km. Yarinacocha - Ucayali - Perú

DEDICATORIA

A mis padres, María García y Samuel Morales; por ser el soporte emocional, la motivación para realizarme personal y profesionalmente.

A mis hermanos Denis e Iván, por creer en mí capacidad, aunque he pasado momentos difíciles siempre han estado a mi lado brindándome su cariño, comprensión, y amor.

A toda mi familia, por sus palabras de aliento y sus buenos deseos, especialmente a mis tíos: Nora, Luis y primas: Misli, Patricia y Elizabeth.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), mi alma mater de la interculturalidad por acogerme y darme la oportunidad de crecer día a día en el camino del conocimiento y la sabiduría.

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, por otorgarme las herramientas necesarias para cumplir con el presente proyecto de investigación.

A los docentes del Departamento de Ingeniería Agroforestal-Acuícola, por los conocimientos y consejos brindados en mi formación académica.

A los Jurados de la Tesis por sus orientaciones durante el proceso de la Tesis.

Al Dr. Ricardo Julián Oliva Paredes, catedrático de la facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales por aceptar ser asesor en esta investigación y brindarme su apoyo, amistad, enseñanzas, orientación, dedicación y confianza en todo el proceso de la tesis para lograr el cumplimiento de mis objetivos propuestos.

Al Dr. Rizal Robles Huaynate, Catedrático de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), por el apoyo y orientación en la formulación del alimento balanceado para bagres.

Al Dr. Germán Augusto Murrieta Morey, por su asería, revisión final y contribuciones a la presente tesis.

A mis amigos Ing. Erick David Huapaya, por brindarme los materiales y equipos para la instalación de la tesis; a la Ing. Carmen Rosa Reátegui, por la asesoría en la redacción y corrección de tesis y al Bach. Edwin Andión por el apoyo logístico en las evaluaciones durante el tiempo que duro la ejecución de la investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE.....	iii
INDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1. Estudios en tenores proteicos/energéticos en especies de pimelodidae.....	12
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1. Ubicación taxonómica:.....	15
2.2.2. Caracterización anatómica.....	15
2.2.3. Distribución geográfica y hábitat	16
2.2.4. Hábitos Alimenticios	17
2.2.5. Aspectos Migratorios y Reproductivos	17
2.2.6. Nutrición en peces	18
2.3. Definición de términos básicos	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1. Ubicación del área de estudio	25
3.2. Tipo de Investigación.....	25
3.3. Población y muestra.....	25
3.4. Diseño de investigación.....	25
3.5. Unidades experimentales.....	25
3.6. Variable independiente	26
3.7. Variables dependientes.....	26
3.8. Adaptación de <i>C macropterus</i>	26
3.9. Alimentación	26
3.9.1. Formulación de la dieta.....	27
3.9.2. Biometrías	27
3.9.3. Parámetros de desarrollo.....	27
3.9.4. Parámetros ictiotécnicos.....	28
3.9.5. Parámetros Limnológicos.....	28

3.9.6. Análisis de datos.....	28
IV. RESULTADOS	29
4.1. PARAMETROS DE DESARROLLO	29
4.1.1. Crecimiento en longitud de “mota” (<i>C macropterus</i>).....	29
4.1.2. Ganancia de peso de “mota” (<i>C macropterus</i>)	30
4.2. PARÁMETROS ICTIOTÉCNICOS	31
4.2.1. Crecimiento absoluto en longitud y peso (CA).....	31
4.2.2. Tasa de crecimiento absoluto (TCA), en peso y longitud.	32
4.2.3. Crecimiento relativo en longitud y peso (CR)	34
4.2.4. Tasa de crecimiento relativo en peso y longitud (TCR).....	35
4.2.5. Tasa de crecimiento específico en peso y longitud (TCE)	37
4.2.6. Factor de Conversión Alimenticia (FCA).....	39
4.2.7. Supervivencia	40
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	48
IX. ANEXOS	54
X. ICONOGRAFÍAS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento en longitud (cm) de alevines de mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	29
Tabla 2. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento en peso (g) de alevines de mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	30
Tabla 3. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento absoluto en longitud (cm) y peso (g) (CA) de alevines de mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	31
Tabla 4. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento absoluto en peso (g) y longitud (cm) de alevines de mota (<i>Calophysus macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	33
Tabla 5. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento relativo en peso (g) y longitud (cm) de alevines de mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	34
Tabla 6. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento relativo en peso (g) y longitud (cm) de alevines de Mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	36
Tabla 7. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento específico en peso (g) y longitud (cm) de alevines de Mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	37
Tabla 8. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de factor de conversión alimenticia (FCA) de alevines de Mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	39
Tabla 9. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la sobrevivencia de alevines de mota (<i>C macropterus</i>) durante 75 días de cultivo.	40
Tabla 10. Índices ictiotécnicos evaluados en el crecimiento de la Mota (<i>C macropterus</i>) sometidos a tres diferentes tratamientos en su alimentación.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Padrón de crecimiento en longitud en el tiempo experimental	30
Figura 2. Padrón de crecimiento en peso en el tiempo experimental.....	31
Figura 3. Crecimiento absoluto en longitud (cm)	32
Figura 4. Crecimiento absoluto en peso (g).....	32
Figura 5. Tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm).....	33
Figura 6. Tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm).....	34
Figura 7. Crecimiento relativo en longitud (%)	35
Figura 8. Crecimiento relativo en peso (%).....	35
Figura 9. Tasa de crecimiento relativo en longitud (%/día)	36
Figura 10. Tasa de crecimiento relativo en peso (%/día)	37
Figura 11. Tasa de crecimiento específico en longitud (%/día).....	38
Figura 12. Tasa de crecimiento específico en peso (%/día)	38
Figura 13. Factor de Conversión Alimenticia.....	39
Figura 14. Supervivencia (%/día)	40

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Reproducción y Nutrición de Peces de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), carretera San José Km 0,5, distrito de Yarinacocha. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de tres niveles proteicos (35, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg) en los parámetros de desarrollo e índices zootécnicos de 45 alevines de mota *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) con tamaño y peso promedio DS de 16.49 ± 0.1 cm y 25.62 ± 0.2 en condiciones de laboratorio, usando una frecuencia alimenticia de 03 veces/día (*ad libitum*). Se aplicó diseño estadístico completo al azar (DCA), tres tratamientos y tres repeticiones (09 artesas plásticas de 100 litros), densidad de 1ind/20L durante 75 días. Los parámetros limnológicos promedios se mantuvieron estables mediante recambio de agua. Los resultados fueron analizados con el software estadístico INFOSTAT, con finalidad de comprobar si existió diferencia significativa ($p < 0,05$) y para las comparaciones de medias (prueba Tukey). Los resultados mostraron que el nivel 40% PB a diferencia de (35 y 45% PB) con el mismo nivel energético (4800 Kcal/Kg) tuvo un efecto favorable en el peso, longitud, tasa de crecimiento absoluta TCA, tasa de crecimiento específico TCE, tasa de crecimiento relativo TCR, conversión alimenticia CA ($p < 0,05$) y la sobrevivencia se mantuvo en 100% ($p > 0,05$). Se concluye que 40% PB/4800 Kcal/Kg en alevines de mota *C. macropterus* cubre sus exigencias proteico/energéticas ($p > 0,05$).

Palabras claves: Amazonía; bagre; nutrición; Pimelodidae; piscicultura

ABSTRACT

The present study was carried out in the Fish Reproduction and Nutrition Laboratory of the Faculty of Engineering and Environmental Sciences of the National Intercultural University of the Amazon (UNIA), San José Highway Km 0.5, Yarinacocha district. The objective of this work was to evaluate the effect of three protein levels (35, 40 and 45% CP) and one energy level (4800 Kcal/Kg) on the development parameters and zootechnical indices of 45 speck fry *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) with average size and weight DS of 16.49 ± 0.1 cm and 25.62 ± 0.2 under laboratory conditions, using a feeding frequency of 03 times/day (ad libitum). Complete randomized statistical design (DCA) was applied, three treatments and three repetitions (09 plastic troughs of 100 liters), density of 1ind/20L for 75 days. The average limnological parameters were kept stable by water exchange. The results were analyzed with the INFOSTAT statistical software, in order to check if there was a significant difference ($p < 0.05$) and for comparisons of means (Tukey test). The results showed that the 40% CP level, unlike (35 and 45% CP) with the same energy level (4800 Kcal/Kg) had a favorable effect on weight, length, absolute growth rate TCA, specific growth rate TCE, relative growth rate TCR, feed conversion CA ($p < 0.05$) and survival remained at 100% ($p > 0.05$). It is concluded that 40% CP/4800 Kcal/Kg in *C. macropterus* speck fry covers their protein/energy requirements ($p > 0.05$).

Keywords: Amazon; catfish; nutrition; Pimelodidae; pisciculture

I. INTRODUCCIÓN

La Acuicultura presenta el mayor crecimiento en el sector pecuario actual. En 2016, el consumo de pescado se convirtió en la principal fuente de proteína animal del mundo, superando al consumo de carne de res, caballo, cerdo, oveja y otras especies tradicionales. (FAO, 2018). Esto conllevó a una intensificación de los sistemas de producción, con el objetivo de obtener alimentos más nutritivos y equilibrados. (Halwart, 2021).

La determinación de las exigencias y el conocimiento de la utilización de los ingredientes son determinantes para la introducción de nuevas especies a la Acuicultura. Considerando el hecho de que la proteína y la energía son necesarias para el funcionamiento del organismo y del crecimiento de los animales, además de que sus vías metabólicas están interrelacionadas, la determinación de las exigencias proteicas, energía y de la relación energía: proteína se está convirtiendo en una prioridad en el desarrollo de nuevos tipos de investigación nutricional (Deng *et al.*, 2011).

La proteína es un nutriente esencial para el crecimiento de los peces, pero también es el más caro en la elaboración de una dieta, de ahí la importancia para determinar la cantidad óptima de proteína que debe contener la dieta de los peces para que su crecimiento sea óptimo. Esta cantidad óptima depende de diferentes variables. (Wilson, 2002).

La proteína es el principal componente de las raciones de peces, en especial los ictiófagos, por ser exigida en grandes cantidades como fuente de aminoácidos y también por su alto costo (Ozório *et al.*, 2009). A su vez, todos los peces y los ictiófagos en particular utilizan proteína como fuente energética (Pérez, 1999). Por lo tanto, la adecuada relación proteína: energía permite que una ración pueda contener adecuados niveles de proteína para atender la exigencia en aminoácidos y al mismo tiempo la energía necesaria para el crecimiento de los peces sin influenciar en su consumo alimentario, visto que las raciones con alto nivel energético inhiben la ingestión voluntaria de las raciones por los peces (Fracalossi *et al.*, 2002).

La principal fuente proteica en raciones de peces es la harina de pescado, a pesar de su alto valor nutricional es un ingrediente no sostenible y costoso (Wang *et al.*, 2010). Por ello, el desafío es formular raciones que no solo atiendan las exigencias nutricionales, más también que minimicen los costos de operación y el impacto ambiental (Chu-Koo & Kholer, 2006).

Se han realizado investigaciones nutricionales en algunas especies de pimelódidos de interés comercial en América del Sur, como, *Pseudoplatystoma corruscans* (Gonçalves & Carneiro,

2003; Teixeira *et al.*, 2010) y *Rhamdia quelen* (Filho & Fracalossi, 2006). investigaciones sobre nutrición en especies de silúridos se limitan a formulaciones de alimentos con requerimientos diferentes (Mora *et al.*, 2009; Marciales-Caro *et al.*, 2011). La falta de información sobre la nutrición de los peces puede llevar a la alimentación inadecuada de estos animales, lo que puede tener consecuencias negativas para su salud y rendimiento. (Valbuena-Villareal *et al.*, 2012)

Los silúridos son un grupo de peces muy diversos, con numerosas especies. Son el tercer orden de teleósteos más grande, y la mayoría de sus especies se encuentran en América del Sur. (Lasso & Provenzano, 2002). Un cuerpo alargado cubierto de placas óseas o carente de escamas es la característica que define a este grupo. Su piel lisa está recubierta de una capa mucosa, más o menos resistente según la especie (Ramírez & Ajiaco, 2001). La fina piel que cubre el cráneo deja al descubierto los huesos. El radio inicial de las aletas dorsales y pectorales suele ser afilado y rígido en la mayoría de las especies, lo que puede provocar heridas dolorosas (Kraus, 1945 citado en Miles, 1971).

Las especies de bagres presentan una importancia económica en la Región Amazónica (Pérez & Fabre, 2009). Tal es el caso *C. macropterus* donde Los rasgos de vida de son evaluados por (Bonilla, 2022). La biología alimenticia de la mota *C. macropterus* en la Amazonía fue abordada por (García *et al.*, 2017). Finalmente, la biología reproductiva de la mota *C. macropterus* en la Amazonía como base para su aprovechamiento sostenible y su inclusión en la Piscicultura es abordada (Lozano & Fabre, 2002; Niño, 2008; Dioses, 2010). Por lo tanto, *C. macropterus* es un bagre que tiene características que la hacen adecuada para la acuicultura. Es fácil de adaptar a cautiverio, no tiene espinas punzantes, tiene una cabeza pequeña que facilita el fileteado, puede consumir alimentos concentrados y tiene un alto rendimiento en la producción de carne, pudiéndose manejar en altas densidades (Kossowski, 1998).

En ese contexto la finalidad de esta investigación fue evaluar el efecto de tres niveles proteicos (35%, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg) en el crecimiento en longitud y peso e índices zootécnicos (tasa de crecimiento absoluta, tasa de crecimiento específico, tasa de crecimiento relativo, factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia de 45 alevines de mota *C. macropterus* (Lichtenstein, 1819).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Estudios en tenores proteicos/energéticos en especies de pimelodidae

Kossowski, 1998, realizó ensayos sobre el crecimiento de alevinos del bagre *C. macropterus* de 18 g y reporta 397 g después de 180 días. Además, cita una ganancia de peso diario 2.1 g/día, conversión alimenticia de 2.28: 1. Otros factores de tendencia es la observación una rápida adaptación al alimento concentrado, crecimiento isométrico, bajo canibalismo. Esto le permite inferir que esta especie tiene potencial acuícola.

Arce & Luna-Figueroa, 2003, determinaron el efecto de 31.13, 39.12 y 53.57% PB en el desarrollo de alevinos de *Ictalurus balsanus* en condiciones controladas. Manifiestan crecimiento en peso y longitud de 32.10 mg/día y 0.30 mm/día y TCA 27.50 y 13.33%, TCR de 26.32 y 10.81% y TCE 12.33 y 8.92% ($P < 0.05$) relacionadas con el mayor nivel proteico testado 53.57% PB. La sobrevivencia es homogénea (100%) ($P > 0.05$).

Gonçalves & Carneiro, 2003, analizaron los coeficientes de digestibilidad aparente proteica/energética en los principales insumos empleados para la elaboración de dietas en 600 alevinos de *Pseudoplatystoma coruscans* de 9.80 ± 1.48 g y 13.00 ± 1.00 cm. Emplearon una ración de óxido de cromo (marcador inerte) y 30% del insumo testado, determinaron que el mejor ingrediente para este pez es la harina de peces es el (45.38% PD y 2790.42 kcal ED/kg).

Guerra *et al.* (2009) realizaron un estudio en 45 días con ejemplares de *P. fasciatum* “doncella” alimentados con tres frecuencias diferentes (2, 4 y 6 veces al día) no encontró varianzas en los índices de crecimiento, utilización del alimento y sobrevivencia de los peces. Los resultados sugieren que ejemplares de doncella, de 20 g de peso promedio, pueden ser alimentados dos veces al día sin afectar su rendimiento productivo.

Mora *et al.* (2010) estudiaron el crecimiento, la utilización de los nutrientes y el rendimiento de juveniles de bagre de canal yaque *Leiarus marmoratus* alimentados durante 287 días con tres dietas con diferentes niveles de proteína (28, 32 y 36 %). Los resultados mostraron que *L. marmoratus* alcanzaron pesos medios similares (1300, 1327 y 1222 g) independientemente del nivel de proteína. Sin embargo, el índice de conversión (IC), que mide la cantidad de alimento necesario para producir un kilogramo de peso, fue mejor en la dieta con 28 % de proteína (1.92), en comparación con las dietas con 32 % (2.23) y 36 % (2.27). El índice de conversión económico (ICE), que mide el costo del alimento necesario para producir un kilogramo de peso, también fue mejor en la dieta con 28 % de

proteína en comparación con otras dietas. El análisis económico de los resultados mostró que la dieta con 28 % de proteína fue la más rentable, ya que generó un mayor beneficio y productividad económica.

Fernández *et al.* (2012) estudiaron la adaptación de alevinos de doncella *Pseudoplatystoma punctifer* al consumo de alimento balanceado en un sistema de recirculación de agua durante 130 días post-fertilización (dpf). Los resultados mostraron que la supervivencia fue un poco mayor al 30%. Durante los 91 días restantes, no se registró mortalidad. Los alevinos alcanzaron un peso promedio de 7.76 ± 2.46 g y una longitud promedio de 106.74 ± 10.97 mm.

Murillo *et al.* (2012) estudiaron el efecto del contenido de proteína en la dieta sobre el crecimiento de alevinos de yaque *Leiarius marmoratus* de 6.6 ± 1.5 cm y 3.5 ± 2.9 g en estanques de 400 m² durante 150 días de cultivo. Los resultados mostraron que los alevinos alimentados con una dieta con un contenido de proteína del 34 % presentaron un mejor desarrollo en longitud, peso y tasa de crecimiento específica (CA) que los alevinos alimentados con dietas con un contenido de proteína del 24 % o del 30 %. Los autores concluyeron que la dieta con un contenido de proteína del 34 % es la más adecuada para el cultivo de alevinos de yaque.

Valbuena-Villareal *et al.* (2012) determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de diferentes ingredientes en 90 *Pimelodus grosskopfii* de 114 ± 15 g y 23 ± 0.5 cm. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en los CDA de materia seca (MS) entre los ingredientes. Sin embargo, el CDA de proteína de la harina de pescado fue significativamente mayor (94.5 %) que el de la harina de carne (59.6 %). El CDA de energía de la harina de sangre fue significativamente mayor que el de la harina de carne.

Sánchez y Yahuarcani (2014) evaluaron el efecto de tres niveles de proteína (38, 42 y 46 %) en el crecimiento e índices zootécnicos de alevinos de doncella *Pseudoplatystoma fasciatum*. Los alevinos fueron alimentados dos veces al día (07:30 h y 17:00 h) a razón de 8 % de la biomasa durante 105 días. Los resultados mostraron que los alevinos mantenidos en base a un alimento con un contenido de proteína del 46 % presentaron un mayor crecimiento en peso (17.23 g) y longitud (15.42 cm) que los alevinos alimentados con dietas con un contenido de proteína del 38 % (15.99 g y 14.18 cm) o del 42 % (16.04 g y 14.92 cm). Además, los alevinos alimentados con la dieta con un contenido de proteína del 46 % también presentaron un mayor índice de conversión alimenticia (ICAA), ganancia en longitud y tasa de crecimiento específica.

La sobrevivencia registrada fue de 99.37 %.

Bardales (2015) evaluó el efecto de la inoculación de tres niveles de *Lactobacillus* sp. (5, 10 y 15 %) en una dieta de 50 % de proteína en el crecimiento y sobrevivencia de *Pseudoplatystoma fasciatum* durante 60 días. Los alevinos fueron alimentados con una frecuencia de 3 veces al día a razón de 20 % de la biomasa. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en el crecimiento en longitud y peso entre los tres niveles de inoculación. Además, no hubo diferencias significativas en la tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA), el grado de robustez (K) y la sobrevivencia entre los tres niveles de inoculación ($P > 0.05$).

Carrera y Valbuena-Villareal (2015) evaluaron el desempeño del capaz *Pimelodus grosskopfii* con diferentes densidades de carga (25 y 50 peces/m³) y niveles de proteína (25 y 32 %). Se utilizaron 450 alevinos durante 6 meses en jaulas flotantes. Los resultados mostraron que la densidad de carga de 25 peces/m³ y el nivel de proteína del 25 % fueron los mejores, con los valores más altos en cuanto a ganancia de peso (150 ± 4 g), tasa de crecimiento específica (0.8 ± 0.002) y factor de crecimiento relativo (7.39 ± 0.06).

Maynas (2015) evaluó el efecto de tres niveles de proteína (40, 45 y 50 %) en el crecimiento y sobrevivencia de *P. fasciatum* durante 60 días. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en el crecimiento en longitud, peso y grado de robustez (K) entre los tres niveles de proteína ($P > 0.05$). Sin embargo, la tasa de conversión alimenticia (TCA), el índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) y la tasa de crecimiento específica (TCE) fueron significativamente mayores en los alevinos alimentados con dietas con un contenido de proteína del 45 % o del 50 % en comparación con el control ($P < 0.05$). Por otro lado, la tasa de sobrevivencia fue significativamente mayor en los alevinos alimentados con una dieta con un contenido de proteína del 40 % en comparación con los otros dos niveles de proteína ($P < 0.05$).

Gutiérrez-Espinoza *et al.* 2019, efectúa una revisión de las necesidades nutricionales de los bagres, tipificados con características específicas con facilidad para la adaptación al cautiverio con fines comerciales, no obstante la problemática radica en formular dietas equilibradas y cubrir los requerimientos nutricionales para un óptimo desarrollo. Denota la presencia de amplio rango entre los requerimientos nutricionales relacionados con la edad de los peces, digestibilidad y palatabilidad de los ingredientes de las dietas, balance de aminoácidos, relación energía: proteína, tasa de alimentación, parámetros analizados y los factores ambientales.

Amaringo *et al.* (2022) evaluaron el efecto de la inclusión de hidrolizado proteico de pescado (DHP) en la dieta sobre el crecimiento corporal y la composición química del músculo de 114 juveniles de doncella (*P. punctifer*) en estanques escavados de 200 m² durante 60 días. Los juveniles fueron alimentados con dos dietas isocalóricas e isoproteicas: una testigo (DT) y otra con DHP (1.20 %). Los resultados mostraron que la inclusión de DHP no afectó la longitud final (LF), la ganancia en longitud (GL), la temperatura efectiva del proceso (TEP), el sustrato (S), la fracción coloidal (FC) ni la composición proximal del músculo.

Soplin y Villacorta (2022) evaluaron los efectos de tres niveles proteicos (30, 35 y 40 %) y dos tasas de alimentación (3 y 6 %) en el crecimiento de 144 juveniles de *C. macropterus* en peceras durante 90 días. Como datos obtenidos, se registró que la tasa de alimentación tuvo un efecto significativo en el crecimiento e índices productivos, pero no hubo interacción significativa entre la tasa de alimentación y el nivel proteico. Los juveniles alimentados con una dieta con un contenido de proteína del 40 % y una tasa de alimentación del 3 % presentaron un crecimiento significativamente mayor (PF= 19.29 ± 0.39 g, GP= 12.36 ± 3.44 g, LF= 14.49 ± 0.80 y GL= 3.09 ± 0.05) e índices productivos (GPD= 0.82 ± 0.23 g/día, CVP= 14.22 ± 4.02 %, TCE= 0.49 ± 0.08), pero un ICAA menor (2.87 ± 0.31).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ubicación taxonómica:

Reino:	Animal
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Osteichthyes
Clase:	Actinopterygii
Subclase:	Neopterygii
Infraclase:	Teleostei
Superorden:	Ostariophysi
Orden:	Siluriformes
Familia:	Pimelodidae
Especie:	<i>Calophysus macropterus</i> (Lichtenstein, 1819)
Nombres comunes:	Mota (Perú)

2.2.2. Caracterización anatómica

La mota se caracteriza por un cuerpo alargado que puede alcanzar una longitud máxima de 62 cm y pesar 3 kg. Su color es homogéneo, con escala de grises en la cabeza y el dorso que varía de vez en cuando a marrón claro (Novoa, 2002; Alonso e Ibarra, 1991),

tonos verdes y dorados en el vientre, y marcas oscuras en forma de puntos hacia la zona central lateral. No tiene dientes vomerianos ni palatinos en la cabeza, que está deprimida y cubierta de piel delicada. Tiene ojos superiores, maxilar ligeramente más largo que la mandíbula y barbillones aplanados con el par maxilar extendiéndose más allá de la aleta adiposa, los mentonianos alcanzando la parte anterior de la base de la aleta pectoral y los postmentonianos acercándose a la parte anterior de la base de la aleta pectoral. La punta de la aleta dorsal puede alcanzar o sobrepasar los radios iniciales, que son simples y carecen de espinas. La parte inferior de la aleta puede ser tan dura como éstos y, en animales diminutos, puede ser tan larga como la cabeza, mientras que en animales más grandes puede ser una quinta parte más larga. El origen extendido del tejido adiposo, que puede medir 2,5-3,0 veces su longitud normal (Alonso e Ibarra, 1991). El pez puede nadar rápido y sin esfuerzo por el agua gracias a su aleta caudal bífida, que tiene lóbulos alargados. La capacidad del pez para mantener el equilibrio mientras nada se ve favorecida por la bifurcación de su aleta anal, que tiene un quinto radio mayor que los demás. Presenta aletas pélvicas largas.

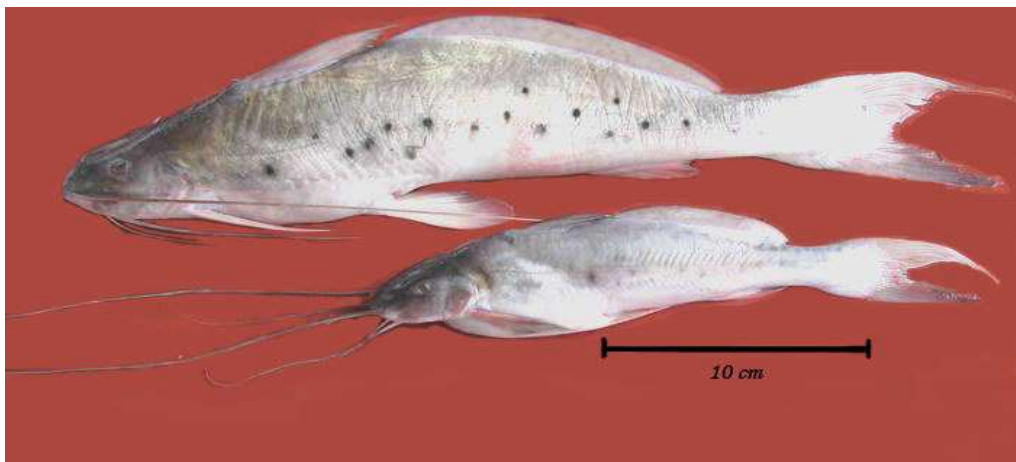


Figura 1. *Calophysus macropterus* (Niño, 2008)

2.2.3. Distribución geográfica y hábitat

Salinas & Agudelo, (2000), reportan que *Calophysus macropterus* habita los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá, Guayabero, Guaviare y la cuenca del Orinoco en Colombia; en tanto que Reis *et al.* (2003), consideran que la distribución geográfica de esta especie se amplía a Bolivia, Brasil, Ecuador, Perú y Venezuela. *C. macropterus*, es un pez de características bentónicas, presenta hábitos diurnos y nocturnos, se encuentra especialmente en el canal principal de los grandes ríos, aunque también se ha reportado en zonas profundas de las lagunas y esteros de plano inundable Novoa (2002). Estudios genéticos efectuados por Ramírez-Gil *et al.* (1998), reportan la alta capacidad que tiene la especie para soportar los diferentes cambios ambientes en la zona del Amazonas central atribuyendo esta cualidad a su capacidad de ajustar las concentraciones de

fosfatos orgánicos intraeritrocíticos, lo que le permite no solo explotar los diferentes hábitats sino su permanencia en ellos.

2.2.4. Hábitos Alimenticios

La alimentación de esta especie es principalmente carnívora carroñera, aunque en algunas ocasiones puede ser omnívoro, depredador de peces de características limnéticas o cualquier otro tipo de carne que se encuentre en el agua (en sus estómagos se han encontrado restos de peces, cangrejos de río y frutos), por lo que son comunes en las zonas donde confluyen aguas residuales con los ríos, en especial las que provienen de los mataderos, también se encuentran abundantemente en los puertos comerciales donde se alimenta de desperdicios orgánicos (Alonso & Ibarra, 1991; Escobar *et al.*, 2003).

2.2.5. Aspectos Migratorios y Reproductivos

Según varias fuentes (Alonso & Ibarra 1991, Agudelo *et al.*, 2000), se cree que *C. macropterus* se reproduce en su totalidad durante la época de lluvias. En el río Meta, por ejemplo, se sabe que se encuentran individuos maduros de abril a junio. En el río Guaviare se reportan hembras maduras de marzo a mayo, ambos durante la temporada de creciente. Por su parte, el río Putumayo y el sector de la Pedrera mencionan peces maduros encontrados en julio durante la bajante; sin embargo, no se reportaron individuos con madurez avanzada o desovando. Esta situación es similar a la encontrada por Pérez (1999) en la zona central del río Solimões, donde no se encontraron individuos ovados y los adultos colectados estaban iniciando su período madurativo.

Proyecta una talla media de 26 cm para los machos y 28 cm para las hembras en la madurez sexual, una esperanza de vida de 7 años y una edad en la madurez inicial de aproximadamente dos años (18 a 21 meses) para la cuenca de la zona media del río Solimões en Brasil. Según Cipamocha (2006), la captura media para el área de influencia del río Puerto Leguízamo-Putumayo fue de 33,3 cm. La talla media de madurez sexual (TMM) de machos y hembras en la zona fue de 39 cm y 40 cm, respectivamente, y la proporción de sexos fue de casi tres machos por cada hembra.

En el río Portuguesa (Orinoco, Venezuela), Castillo (2001), determinó un único desove de la especie, durante la época de la creciente del río (junio); la talla mínima de madurez sexual registrada es de 23 cm para machos (longitud total) y 32.5 cm para hembras; en las capturas comerciales encontró un dominio de machos sobre hembras de 0.67% hembras por cada macho.

2.2.6. Nutrición en peces

Los requerimientos nutricionales en la dieta de todas las especies acuáticas cultivadas se pueden considerar bajo cinco diferentes grupos de nutrientes; proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales. La ciencia de la nutrición y alimentación acuícola está comprometida con el suministro de esos nutrientes en la dieta de los peces o camarones, tanto de una manera directa, en forma de un alimento “artificial” exógeno, o indirectamente a través del incremento en la producción de alimento vivo natural dentro del cuerpo de agua, en el cual los peces o camarones que se estén siendo cultivados (Tacon, 1989).

Proteínas

Las proteínas son moléculas esenciales para la vida de todas las células. Están involucradas en todos los procesos celulares, desde el crecimiento y la reparación hasta el metabolismo y la defensa (Soler, 1996). Las proteínas son el componente más abundante en el tejido de los peces, representando aproximadamente el 70% del peso seco. Por lo tanto, son un nutriente esencial en los alimentos balanceados para peces (Auda, 1995 citado Escobar *et al.*, 2003). Los tres usos principales de las proteínas alimentarias son generar nuevas estructuras proteicas, restaurar las proteínas que faltan y preservar las estructuras y actividades celulares. Los aminoácidos de la dieta se emplean principalmente para el crecimiento y el mantenimiento en entornos de producción animal cuando se dispone de alimento. La proporción entre energía utilizable y proteína, así como la cantidad y calidad de la proteína en la dieta, determinarán cómo se utilizan los aminoácidos (De la Higuera, 1987).

Las necesidades nutricionales de los peces se determinan aumentando gradualmente la cantidad de proteínas de su dieta. Observamos la reacción del animal, que suele ser un aumento de peso. Observamos que el peso aumenta hasta cierto punto a medida que aumenta el contenido de proteínas (Canal, 2002 citado Escobar *et al.*, 2003). Todos los animales tienen rutas primarias comparables para el metabolismo de las proteínas y los aminoácidos, aunque los modelos típicos difieren en algunos aspectos. Los peces requieren cantidades significativas de proteínas en sus dietas, lo que puede explicarse por el conocimiento de estas distinciones en los peces y cómo se ajustan a los cambios nutricionales y ambientales (Walton, 1987).

A la hora de calcular la concentración ideal de proteínas en la dieta para el crecimiento máximo de los peces, la calidad de las proteínas es una consideración crucial. Existen datos publicados que se considera que satisfacen las necesidades proteicas de una determinada especie, aunque no se puedan determinar valores precisos para cada una

de ellas. La elaboración de las dietas, que deben tener en cuenta todos los elementos que pueden afectar a la disponibilidad de aminoácidos para un crecimiento óptimo, se basa en estos datos (De la Higuera, 1987).

Un estudio realizado en 2002 por SINCHI concluyó que el siluro debe consumir entre el 25 y el 45% de su dieta como proteína bruta. El tamaño de los peces, la temperatura del agua, la disponibilidad natural de alimento, la densidad de población, la ración diaria de alimentación y la calidad de la proteína de la dieta son algunas de las posibles causas de esta diferencia. En comparación con los peces adultos, los peces pequeños tienen mayores necesidades de proteínas. Por lo general, los siluros se desarrollan mejor cuando se alimentan con una dieta que contenga un 35% de proteínas. Dicho esto, la mayoría de las dietas comerciales para siluros tienen un 32% de proteínas, aunque algunos productores piden piensos con una concentración de proteínas del 28-32%.

El equilibrio entre proteínas y energía determina el contenido proteico ideal de las dietas para peces. Las fuentes de energía y la calidad de la proteína también son cruciales. Dado que la energía total de la comida determina los niveles de ingesta, los peces con exceso de energía pueden consumir menos proteínas. Un bajo contenido energético, por el contrario, podría provocar un crecimiento lento o malos resultados económicos. Las dietas que contienen más proteínas de las necesarias para el crecimiento pueden suponer un despilfarro de energía, lo que no está previsto en términos de eficacia dietética. En estas condiciones, los aminoácidos producen glucosa, lo que aumenta la actividad de las enzimas correspondientes (Cowey, 1974).

Vásquez (2004) afirma que se han realizado numerosas investigaciones para determinar las necesidades nutricionales de las especies de peces de piscifactoría, sobre todo en lo que respecta a la definición del contenido ideal de proteínas y la composición necesaria de aminoácidos de las dietas. Dependiendo de la especie, las condiciones de cultivo, los cambios ambientales y la etapa fisiológica y de desarrollo de los peces, se necesitan diferentes cantidades de proteína bruta para un crecimiento óptimo. Tras la digestión de las proteínas, el sistema digestivo libera y absorbe aminoácidos, que son transportados por el torrente sanguíneo del animal a todos sus órganos y tejidos. Los tejidos utilizan los aminoácidos para crear nuevas proteínas para el mantenimiento, el crecimiento o la reproducción.

Según Hephher (1993), los peces necesitan proteína para reemplazar los tejidos desgastados, así como para producir células del epitelio intestinal, enzimas y hormonas.

Estos productos proteínicos son fundamentales para el correcto desempeño fisiológico de los peces.

De la Higuera (1987) afirma que uno de los mayores costes de la acuicultura es el precio de las proteínas en las dietas artificiales. Los peces necesitan proteínas para recibir los aminoácidos necesarios para la creación de proteínas y otras sustancias biológicas. Sin embargo, una parte de los aminoácidos consumidos a través de las comidas se cataboliza para proporcionar energía en lugar de utilizarse para la síntesis. Maximizar la asimilación de las proteínas alimentarias en las estructuras implicadas en el crecimiento corporal es el objetivo de la nutrición de los peces. Para garantizar que un determinado patrón de aminoácidos esté presente en los lugares de síntesis proteica en cantidades suficientes, debe definirse un nivel mínimo de proteínas alimentarias.

Vásquez (2004) afirma que las ingestas elevadas de proteínas alimentarias, incluso cuando éstas son de excelente calidad, pueden ser perjudiciales para los peces. Por un lado, elevan el coste de los alimentos. Por otro lado, reducen la eficacia y el consumo de proteínas. La conversión alimenticia también disminuye bruscamente cuando los niveles de proteína superan el umbral específico de cada especie. Esto se debe a que los peces utilizan procesos denominados de desaminación o descomposición para obtener energía a partir de las proteínas. Se elimina la sobre absorción de aminoácidos. En general, se ha observado que se produce un descenso significativo en la eficiencia de utilización de las proteínas cuando aumentan los niveles de proteína en la dieta.

En este sentido, la formulación de la dieta de los peces es crucial, ya que debe tener en cuenta los posibles conflictos entre los aminoácidos esenciales, la capacidad de ciertos aminoácidos para ser sustituidos parcialmente por otros no esenciales y los efectos de la adición de aminoácidos libres para complementar las proteínas deficientes. Dado que los aminoácidos libres se absorben a diferentes velocidades, esto puede cambiar la forma en que se utilizan metabólicamente, lo que puede alterar el equilibrio adecuado necesario para una síntesis eficaz. Las necesidades globales de proteínas e incluso la cantidad consumida pueden verse alteradas por los desequilibrios nutricionales que pueden derivarse de la alimentación, por no mencionar el impacto potencial de los avances tecnológicos (De la Higuera, 1987).

Lípidos

Los peces necesitan lípidos en su dieta para obtener componentes necesarios para su desarrollo. Los peces necesitan ácidos grasos de los alimentos que ingieren. Algunas especies tienen necesidades específicas de ciertos ácidos grasos, mientras que otras

pueden modificar ácidos grasos de cadena corta para satisfacer sus necesidades (Alava & Kanazawa, 1996). Los lípidos (grasas y aceites) son un componente importante de las dietas para bagres. Los ácidos grasos esenciales (AGE) deben ser proporcionados por la dieta. Los alimentos comerciales para bagres suelen contener entre un 5 y un 6 % de lípidos. Aproximadamente el 3 o el 4 % de estos lípidos están presentes en los ingredientes del alimento, y el 1 o el 2 % restante se añade al alimento terminado (SINCHI, 2002).

Carbohidratos

Mientras que los peces de agua fría y los peces marinos no pueden utilizar los carbohidratos como fuente primaria de energía, los peces de agua templada sí pueden hacerlo. Una dieta rica en pescado que sea equilibrada se compone principalmente de almidón, que se compone de unidades de glucosa. Los cereales, como el maíz, el arroz y el trigo, así como sus subproductos, son las principales fuentes de almidón. La mandioca también se utiliza como fuente de almidón en algunas zonas. Debido a su bajo coste energético, a su papel como precursores de una serie de intermediarios metabólicos y a su capacidad para mejorar la calidad granulométrica del pienso del siluro, los carbohidratos son partes esenciales de la dieta. Aproximadamente el 25-30% de los carbohidratos se encuentran en una harina comercial típica de bagre (SINCHI, 2002).

Energía

La energía no es un nutriente, sino un proceso metabólico que ocurre en el cuerpo de los animales. Existen diferentes nutrientes que se utilizan para generar energía. En la formulación de dietas para peces, la proteína suele ser la prioridad principal, ya que es el componente más costoso. Sin embargo, la energía debería ser la primera consideración nutricional, ya que los peces comen para satisfacer sus necesidades energéticas (Pérez, 2004).

Según el SINCHI (2002), los peces necesitan energía para sintetizar proteínas. Para los alevines de bagres en talla de producción, los niveles de energía adecuados son de 8 a 10 kilocalorías por gramo de proteína.

Vitaminas

Las vitaminas son necesarias para la salud de los peces. En diversos procesos metabólicos, como el metabolismo energético, la síntesis de proteínas, la oxidación y síntesis de ácidos grasos y triglicéridos, la formación de hemoglobina y células sanguíneas y la transmisión de impulsos nerviosos, funcionan como constituyentes o cofactores enzimáticos. Una ingesta inadecuada de vitaminas puede provocar enfermedades graves o incluso la muerte. Entre los alimentos ricos en vitaminas se

encuentran la harina de pescado, las tortas, los aceites vegetales, los granos y los cereales (Elancovan & Shim, 1997).

Minerales

Los minerales esenciales para los peces desempeñan diversas funciones, el desarrollo óseo y la transmisión de impulsos nerviosos, etc. Se dividen en macrominerales (calcio, fósforo, magnesio, potasio, cloro y sodio) y micro minerales (hierro, manganeso, zinc, cobre, yodo y selenio) (Elancovan & Shim, 1997).

2.3. Definición de términos básicos

- **Alimentación:** es uno de los elementos más cruciales para expresar el potencial en las numerosas fases de crecimiento o producción en las que se encuentra.
- **Alimentación balanceada:** La alimentación balanceada se refiere a una dieta completa y equilibrada que proporciona a los peces y otros organismos acuáticos todos los requerimientos esenciales necesarios para sus desarrollos.
- **Alimentación complementaria:** La alimentación complementaria se refiere a la adición de alimentos y nutrientes adicionales a la dieta de los organismos acuáticos para mejorar su crecimiento y salud.
- **Alimentación natural:** La alimentación natural se refiere a la comida que se encuentra de forma natural en el ambiente acuático, como el fitoplancton y el zooplancton.
- **Alimentación suplementaria:** La alimentación suplementaria se refiere a la comida que se proporciona además de la alimentación natural para garantizar que los organismos acuáticos reciban todos los nutrientes necesarios.
- **Alimento balanceado:** El alimento balanceado es un tipo de alimento diseñado específicamente para los requisitos nutricionales de los organismos acuáticos que se crían en sistemas de acuicultura.
- **Altas densidades:** Las altas densidades se refieren a la práctica de mantener un gran número de organismos acuáticos en un espacio limitado.
- **Amonio:** compuesto químico que en nivel elevado es letal para los peces.

- **Biomasa:** cantidad de materia orgánica presente en un sistema de acuicultura.
- **Calidad del agua:** condición física, química y biológica del agua en la acuicultura.
- **Conversión alimenticia:** es la relación entre la cantidad de alimento suministrada a un grupo de animales y el aumento de peso que experimentan al comerlo.
- **Crecimiento Absoluto:** Es el incremento total del peso ganado por el alevino, en dos momentos durante el tiempo de estudio.
- **Crecimiento relativo:** es el indicador más sencillo que cuantifica el ritmo de crecimiento en forma de porcentaje de la biomasa inicial.
- **Densidad stock:** Biomasa de peces por unidad de volumen del tanque o unidad de cría.
- **Factor de condición:** indica el estado de engrasamiento o delgadez del pescado, que suele considerarse un signo de salud. Los peces se consideran magros o desnutridos si su valor de K es inferior a 1, y la asociación entre K y grasa suele variar según la especie para valores superiores a 1.
- **Frecuencia de alimentación:** cantidad de veces al día que se alimentan los organismos acuáticos en un sistema de acuicultura y puede variar según la especie y la edad.
- **Ganancia Diaria Promedio:** Velocidad de crecimiento
- **Insumos:** caracterización de ingredientes de origen vegetal y animal que se puedan utilizar en las dietas.
- **Juvenil:** El término juvenil se refiere a un organismo acuático en una etapa temprana de su desarrollo, después de la fase larval pero antes de alcanzar la madurez sexual.
- **Longitud total:** es la longitud (cm) de un pez desde la punta de su nariz hasta el final de la aleta caudal.
- **Nutrición:** La nutrición se refiere a los requisitos de nutrientes de los organismos acuáticos y cómo se pueden satisfacer para promover su crecimiento y desarrollo saludable.

- **Oxígeno disuelto** La cantidad de oxígeno molecular en el agua que pueden utilizar los organismos acuáticos se conoce como oxígeno disuelto.
- **Ración:** cantidad de alimento diario que se proporcionara a la actividad productiva.
- **pH:** es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, que es un factor importante para el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos.
- **Piscicultura:** La piscicultura es la acuicultura que se lleva a cabo en estanques o piscinas.
- **Plancton:** El plancton es un grupo de organismos acuáticos que flotan libremente en el agua y son una fuente importante de alimento para muchos organismos acuáticos.
- **Producción:** La producción en la acuicultura se refiere a la cantidad de organismos acuáticos cultivados y cosechados en un período de tiempo determinado.
- **Siembra:** La siembra es el proceso de introducir organismos acuáticos en un cuerpo de agua para su cultivo.
- **Tasa de crecimiento absoluto:** es el crecimiento del pez por día.
- **Tasa de crecimiento relativo:** aumento del peso de los peces en el cultivo en comparación con el peso inicial del cultivo.
- **Tasa de sobrevivencia:** número de animales sobrevivientes al final del ciclo de producción y/o experimentación

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

Esta investigación se realizó en el laboratorio de Reproducción y Nutrición de Peces de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), carretera San José Km 0.5 del Distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali en las coordenadas Este: 545154; Norte: 9077715.

3.2. Tipo de Investigación

La investigación fue experimental; pues se determinó el efecto de tres niveles proteicos (35, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg) en los parámetros de desarrollo e índices zootécnicos de 45 alevinos de mota *Calophysus macropterus*. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el software estadístico Infostat.

3.3. Población y muestra

La población de peces de la especie *C. macropterus* y la muestra estuvo conformada por mota 45 alevinos de mota *C. macropterus* con longitud y peso promedio DS de 16.49 ± 0.1 cm y 25.62 ± 0.2 g. Los de alevinos fueron adquiridos mediante pescadores especializados en captura ornamental en el desembarcadero pesquero artesanal de la ciudad de Pucallpa. Para su transporte de los alevinos al laboratorio se utilizó bolsas plásticas especiales con dimensión de 40 x 60 cm, con 10 litros de agua y oxígeno a razón de $\frac{3}{4}$ partes, amarradas con una liga.

3.4. Diseño de investigación

Se aplicó diseño estadístico completo al azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones y cada unidad experimental compuesta con 05 alevinos de mota *C. macropterus*. Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el software estadístico Infostat. La Investigación determinó el efecto de tres niveles proteicos (35, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg) en los parámetros de desarrollo e índices zootécnicos de alevinos de mota *C. macropterus* (Lichtenstein, 1819) en condiciones de laboratorio.

3.5. Unidades experimentales

Para el desarrollo del experimental con peces, se utilizaron nueve artesas plásticas de 110 litros de capacidad. Las artesas se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio a 250 mg/L, se enjuagaron con abundante agua y se dejaron reposar durante

tres días para que el hipoclorito se volatilizara. Posteriormente, las artesas se colocaron sobre estructuras de madera, se rotularon, se llenaron con agua hasta 100 litros y se cubrieron con mallas de tela. En cada artesa se colocaron 45 peces de la especie mota con una longitud y peso promedio de 26.5 mm y 16.3 cm, a una densidad de 1pez/20L respectivamente. Las artesas contaron con un sistema de aireación propulsado por dos compresores de aire de 250 L/min marca ACO y un sistema de abastecimiento de agua con tuberías PVC de 1" de diámetro provenientes de dos tanques Eternit de 600 litros de capacidad. Las artesas se limpiaron todos los días antes del inicio de la alimentación, utilizando la técnica de sifoneo para extraer los restos de alimento y heces de los peces. También se utilizaron esponjas para limpiar las paredes de cada artesa con delicadeza para evitar el estrés de los peces. Finalmente, Los recambios de agua se realizaron diariamente al 70%.

3.6. Variable independiente

Las variables independientes son los tres niveles proteicos (35, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg).

3.7. Variables dependientes

Parámetros Ictiotécnicos: Ganancia de peso diario (GPD), Tasa de crecimiento específico (TCE %), Tasa de crecimiento relativo (TCR %), Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), Eficiencia alimenticia (EA), Eficiencia de la conversión alimenticia (ECA %) y Tasa de supervivencia (TS %).

3.8. Adaptación de *C macropterus*

Se acondicionó un tanque de concreto de dimensiones 1.10 x 1.30 x 1m con capacidad de 1.43m³. Para el proceso de adaptación de los peces al alimento balanceado se emplearon: filete de pescado molido de la especie de *Pseudoplatystoma punctifer* "doncella" y alimento balanceado truchina molida de 42 % PB. El tiempo de adaptación al alimento balanceado fue de 10 días. La frecuencia de alimentación fue *ad libitum*. Las proporciones de pescado crudo al principio fueron altas y gradualmente se bajaron las proporciones hasta quedar con el alimento balanceado en un 100%.

3.9. Alimentación

En el estudio se utilizaron tres dietas balanceadas con tres niveles proteicos (35, 40 y 45% PB) y un nivel energético (4800 Kcal/Kg). Las dietas se suministraron a los peces tres veces al día, a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas. La alimentación de los peces se realizó en forma *ad libitum*, es decir, se les dio alimento hasta que lo consumieron por completo. Para ello, se pesó la cantidad inicial de alimento en cada tratamiento y se

supervisó que los peces lo consumieran. Posteriormente, se pesó la cantidad restante de alimento y se calculó la cantidad consumida por diferencia de peso. Los datos de la alimentación se registraron en una ficha de control.

3.9.1. Formulación de la dieta

Para formular la dieta con 35, 40 y 45% de PB se utilizó el programa MIXIT, que consta de dos programas informáticos que almacenan información sobre los ingredientes utilizados en la alimentación animal y calculan mezclas equilibradas al mínimo coste para diversas especies de animales, como vacas lecheras, vacas de carne, cerdos, caballos, caninos, ovejas, cabras, peces, etc. Mediante bases de datos sencillas y programación lineal, se determina la mezcla de piensos menos costosa.

Peletizado del alimento

Con la ayuda de una balanza digital de marca Henkel con capacidad de 300 g y sensibilidad de 0.01, se pesaron todos los insumos, posteriormente se procedió a la cocción del maíz por un tiempo de 10 minutos hasta poder tener una masa pastosa, luego se dejó enfriar la masa por un lapso de 10 minutos seguidamente se mezcló con todos los insumos en una bandeja de 100 L hasta tener una mezcla homogénea. Finalmente, para el paletizado del alimento, se utilizó una peletizadora manual.

Secado del alimento

Para el proceso de secado, se utilizó una estufa de vacío de marca MEMMART, previo a esta actividad el alimento peletizado húmedo se pusieron en fuentes de acero recubiertas con papel craf, donde cada fuente tuvo sus respectivos rotulados, finalmente se calibro la estufa a una temperatura de 58 °C por un tiempo de 8 horas.

3.9.2. Biometrías

Se realizaron muestreos biométricos cada 15 días para medir el crecimiento de los peces en las 9 unidades experimentales. Para ello, se suspendió la alimentación durante 24 horas antes de pesarlos. La longitud se midió con un lctiómetro y el peso con una balanza digital de marca Henkel con capacidad de 300 g y sensibilidad de 0.01. Los datos se registraron en una ficha de evaluación.

3.9.3. Parámetros de desarrollo

Se evaluó los siguientes índices de desarrollo descritos para conocer el crecimiento en peso y longitud de los peces.

3.9.4. Parámetros ictiotécnicos

Se realizaron análisis de índices ictiotécnicos para determinar el crecimiento de los peces en peso y longitud, así como el aprovechamiento del alimento.

Bautista *et al.*, 2005

1. Crecimiento absoluto (CA): $Y_2 - Y_1$
2. Tasa de crecimiento absoluto (TCA): $(CA / t_2 - t_1)$
3. Crecimiento relativo (CR): $(CA / Y_1) \times 100$
4. Tasa de crecimiento relativo (TCR): $(Y_2 - Y_1 / Y_1 (t_2 - t_1)) \times 100$
5. Tasa de crecimiento específico (TCE % día): $((\ln Y_2 - \ln Y_1) / t_2 - t_1) \times 100$
6. Factor de conversión alimenticio (FCA) = alimento proporcionado (g) / biomasa total (g)
7. Supervivencia (%): $PF - PI / 100$

Donde:

Y_1 = peso inicial.

Y_2 = peso final.

T_1 = tiempo al inicio del cultivo.

T_2 = tiempo final del cultivo.

$\ln$ = logaritmo natural

PF = población final

PI = población inicial.

Además, se crearon 9 fichas de producción para cada unidad experimental para evaluar el desempeño productivo de crecimiento de cada una.

3.9.5. Parámetros Limnológicos

Los parámetros limnológicos considerados fueron: Oxígeno disuelto mg/L, temperatura °C, conductividad eléctrica $\mu S/cm$, alcalinidad, pH mg/L, nitrato mg/L, nitrito mg/L y amonio mg/L) se mantienen estables mediante recambio de agua.

3.9.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos de los muestreos quincenales, fueron procesados en planillas de Excel, y los promedios fueron analizados a través de ANOVA de un factor, a un nivel de 95% de confianza, para los casos de diferencia significativa, se aplicó la Prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), teniendo como herramienta para el análisis la ayuda del programa estadístico Infoestat.

IV. RESULTADOS

Los resultados son descritos a continuación:

4.1. PARAMETROS DE DESARROLLO

4.1.1. Crecimiento en longitud de “mota” (*C macropterus*)

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de crecimiento en longitud (cm) (Tabla 1). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la longitud inicial LI (cm) ($F= 1.31$; $gl= 3$ y $p= 0.2863$). Sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), en la longitud final LF (cm) ($F= 19.11$; $gl= 2$ y $p= 0.0001$).

Tabla 1. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento en longitud (cm) de alevines de mota (*C macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamiento	Siembra	Evaluaciones				
		1º	2º	3º	4º	5º
s						
T1= 35% PB	16. 41 ^a	16. 97 ^b	17. 48 ^b	18. 31 ^b	19. 33 ^b	20. 53 ^b
T2= 40% PB	16. 49 ^a	17. 68 ^a	18. 57 ^a	19. 33 ^a	20. 21 ^a	21.47 ^a
T3= 45% PB	16. 28 ^a	17. 61 ^a	18. 41 ^a	19. 18 ^a	19. 94 ^a	20. 60 ^b
p valor	0.2863	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 2) mostró que T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en el crecimiento en longitud. Los peces alimentados con la dieta 40% PB (21.47 cm) tuvieron el mayor crecimiento, seguidos de los peces alimentados con la dieta 35% PB (20.53 cm) y 45% PB (20.60 cm).

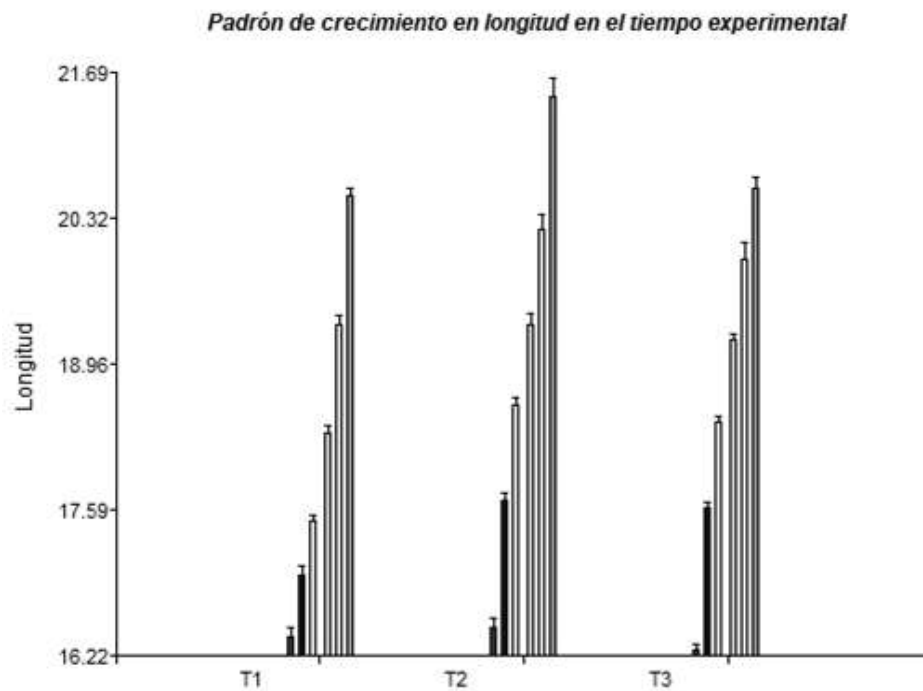


Figura 1. Padrón de crecimiento en longitud en el tiempo experimental

4.1.2. Ganancia de peso de “mota” (*C. macropterus*)

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de crecimiento o ganancia en peso (g). No se encontraron diferencias significativas (en el peso inicial PI (g) PI (g). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), en el peso final PF (g).

Tabla 2. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento en peso (g) de alevines de mota (*C. macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Siembra	Evaluaciones				
		1º	2º	3º	4º	5º
T1= 35% PB	25. 78 ^a	32.08 ^b	38. 66 ^a	44. 61 ^b	54. 04 ^b	60. 22 ^b
T2= 40% PB	25. 60 ^a	33. 75 ^a	39. 66 ^a	47. 15 ^a	56. 68 ^a	64. 40 ^a
T3= 45% PB	25. 47 ^a	33. 28 ^a	39. 08 ^a	46. 25 ^a	54. 75 ^b	60. 05 ^b
p valor	0.1102	0.0075	0.0882	0.0004	0.0001	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 2) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en la ganancia de peso. Los peces alimentados con la dieta 40% PB (64.40 g) tuvieron la mayor ganancia, seguidos de los peces alimentados con la dieta 35% PB (60.20 g) y 45% PB (60.05 g).

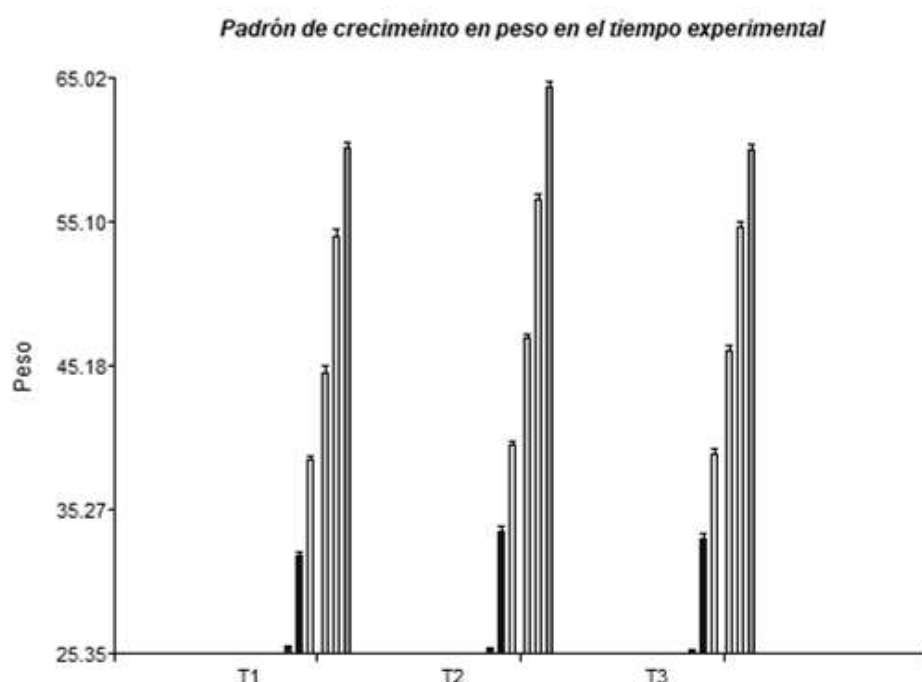


Figura 2. Padrón de crecimiento en peso en el tiempo experimental

4.2. PARÁMETROS ICTIOTÉCNICOS

4.2.1. Crecimiento absoluto en longitud y peso (CA)

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de crecimiento absoluto (CA) tanto de la longitud (cm) y peso (g). Encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la longitud absoluta (cm) ($F = 15.54$ gl= 2 y $p = 0.0001$) y en crecimiento absoluto en peso (g) ($F = 34.95$ gl= 2 y $p = 0.0001$).

Tabla 3. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento absoluto en longitud (cm) y peso (g) (CA) de alevines de mota (*C. macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos	
	Crec. absoluto (CA) longitud (cm)	Crec. absoluto (CA) peso (g)
T1= 35% PB	4.12 ^b	34.44 ^b
T2= 40% PB	4.97 ^a	38.80 ^a
T3= 45% PB	4.32 ^b	34.58 ^b
p valor	0.0001	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 3) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en el crecimiento absoluto (CA) en longitud (cm) y peso (g). Los peces alimentados con la dieta 40% PB (4.97 cm y 38.80 g) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

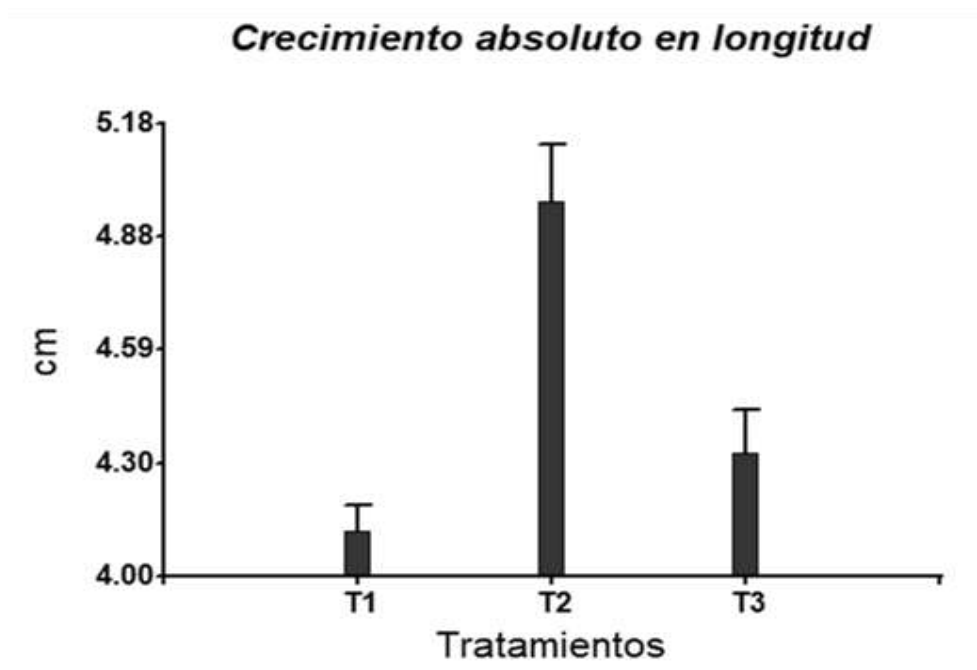


Figura 3. Crecimiento absoluto en longitud (cm)

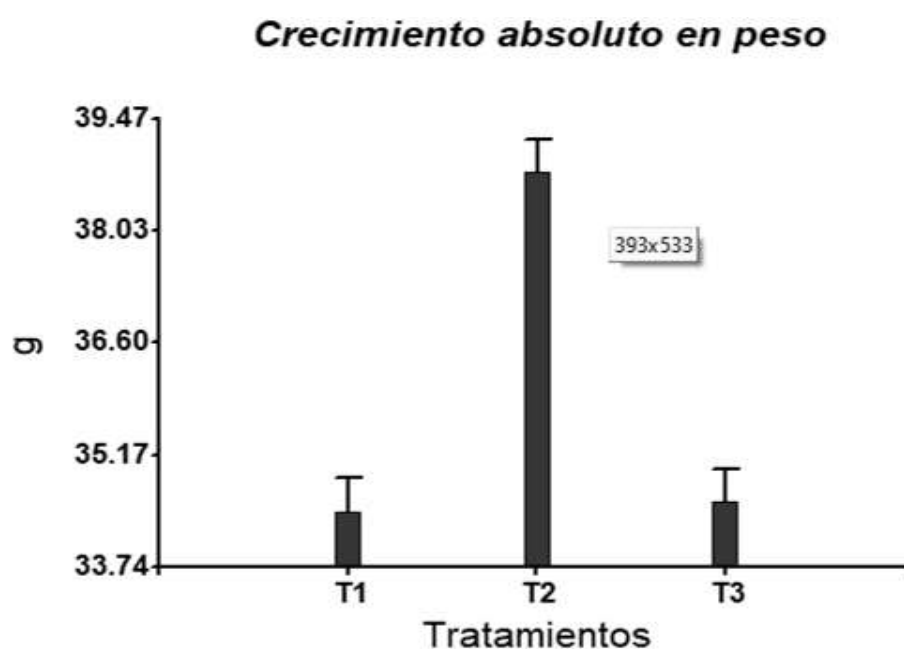


Figura 4. Crecimiento absoluto en peso (g)

4.2.2. Tasa de crecimiento absoluto (TCA), en peso y longitud.

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de tasa de crecimiento absoluto (TCA) tanto de la longitud (cm/día) y peso (g/día). Encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento en longitud (cm/día) ($F = 10.76$; $gl = 2$ y $p = 0.002$), y en tasa de crecimiento absoluto en peso (g/día) ($F = 34.01$ $gl = 2$ y $p = 0.0001$).

Tabla 4. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento absoluto en peso (g) y longitud (cm) de alevines de mota (*Calophysus macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos	
	Tasa de crec. absoluto (TCA) longitud (cm/día)	Tasa de crec. absoluto (TCA) peso (g/día)
T1= 35% PB	0.05 ^b	0.46 ^b
T2= 40% PB	0.07 ^a	0.52 ^a
T3= 45% PB	0.06 ^b	0.46 ^b
p valor	0.0002	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 4) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto (TCA) en longitud (cm/día) y peso (g/día). Los peces alimentados con la dieta 40% PB (0,7 cm/día y 38.80 g/día) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

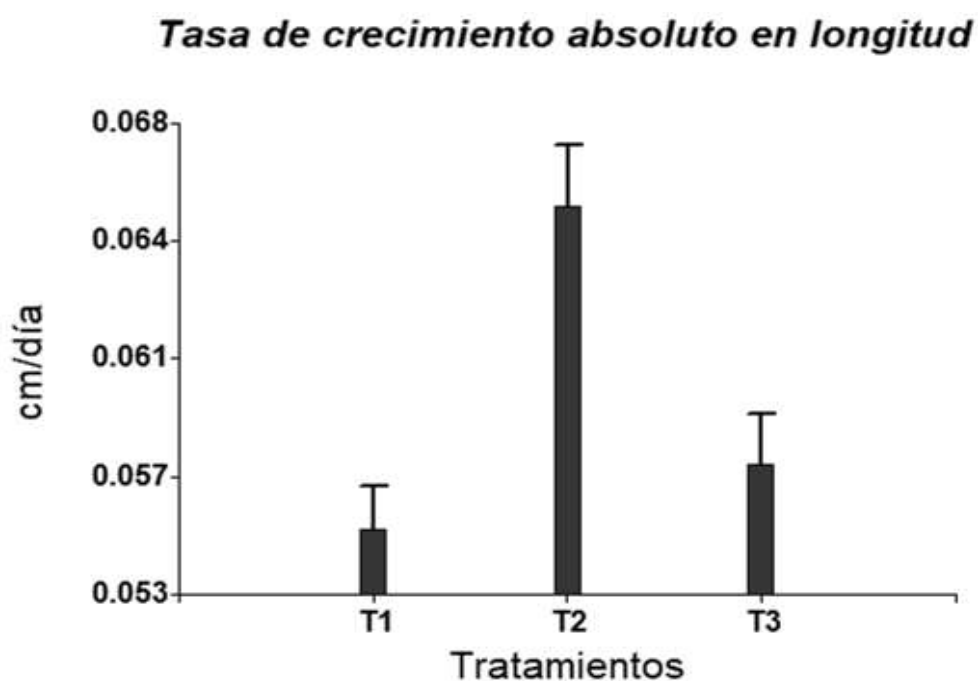


Figura 5. Tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm)

Tasa de crecimiento absoluto en peso

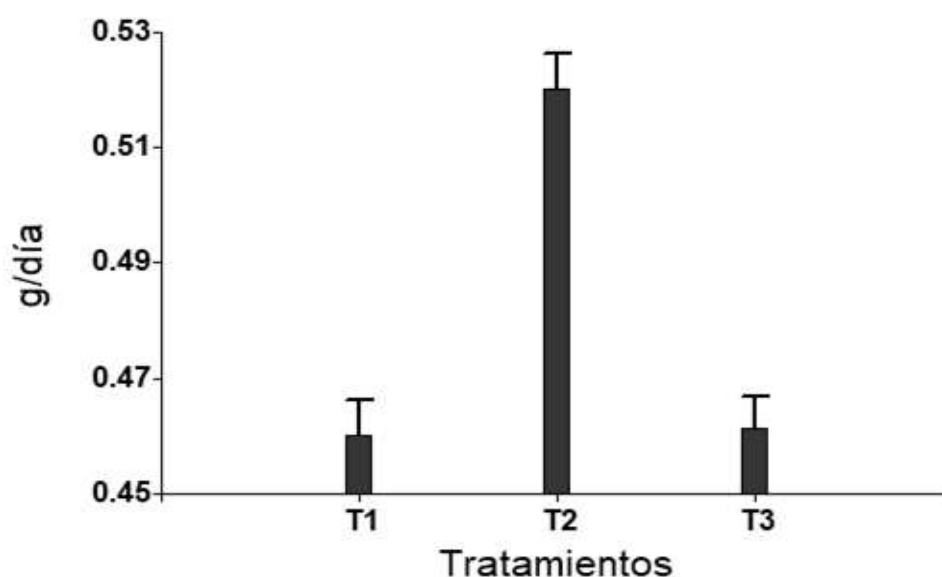


Figura 6. Tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm)

4.2.3. Crecimiento relativo en longitud y peso (CR)

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de tasa de crecimiento absoluto (CR) tanto de la longitud (cm) y peso (g). Encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento en longitud (cm) ($F = 12.38$ $gl = 2$ y $p = 0.0001$), y en tasa de crecimiento absoluto en peso (g) ($F = 26.12$ $gl = 2$ y $p = 0.0001$).

Tabla 5. Resultado de la prueba de promedios de Tukey del crecimiento relativo en peso (g) y longitud (cm) de alevines de mota (*C. macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos	
	Crec. Relativo (CR) longitud (%)	Crec. Relativo (CR) peso (%)
T1= 35% PB	133. 65 ^b	0.34 ^b
T2= 40% PB	151. 61 ^a	0.40 ^a
T3= 45% PB	135. 77 ^b	0.35 ^b
p valor	0.0001	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 5) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto (CR) en longitud (cm) y peso (g). Los peces alimentados con la dieta 40% PB (151,61 cm y 0,40 g) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

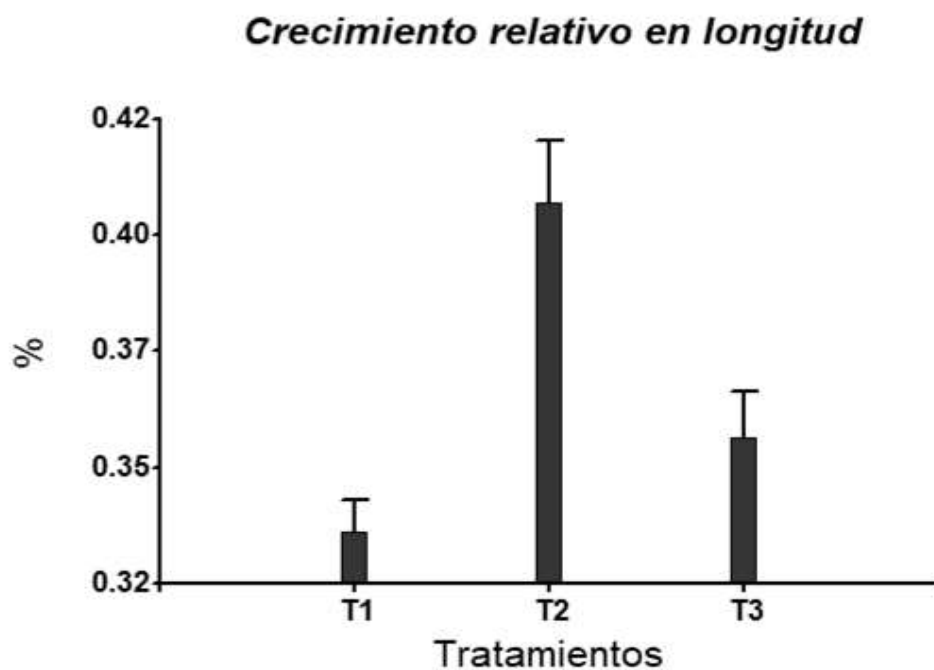


Figura 7. Crecimiento relativo en longitud (%)

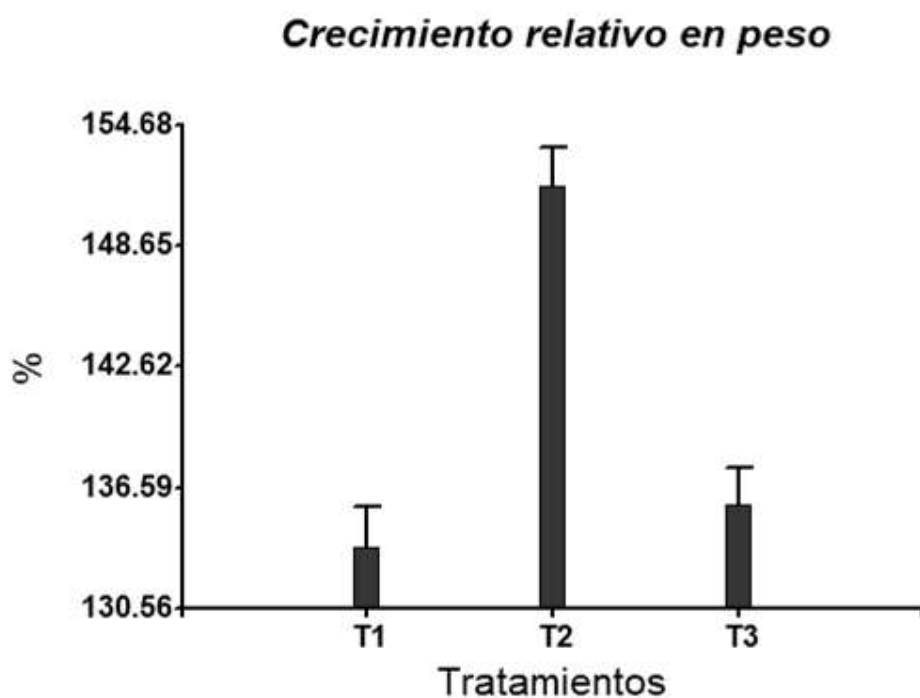


Figura 9. Crecimiento relativo en peso (%)

4.2.4. Tasa de crecimiento relativo en peso y longitud (TCR)

Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para comparar los tratamientos en términos de tasa de crecimiento absoluto (CR) tanto de la longitud (cm) y peso (g). Encontrando diferencias significativas ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento en longitud (cm) ($F= 12.38$ $gl= 2$ y $p= 0.0001$), y en tasa de crecimiento absoluto en peso (g) ($F= 25.64$ $gl= 2$ y $p= 0.0001$)

Tabla 6. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento relativo en peso (g) y longitud (cm) de alevines de Mota (*C macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos	
	Tasa de Crec. Relativo (TCR) longitud (%/día)	Tasa de Crec. Relativo (TCR) peso (%/día)
T1= 35% PB	0. 34 ^b	1. 78 ^b
T2= 40% PB	0. 40 ^a	2.02 ^a
T3= 45% PB	0. 35 ^b	1.81 ^b
p valor	0.0001	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 6) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto (TCR) en longitud (cm) y peso (g). Los peces alimentados con la dieta 40% PB (0,40%/día cm y 2,02 %/día g) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

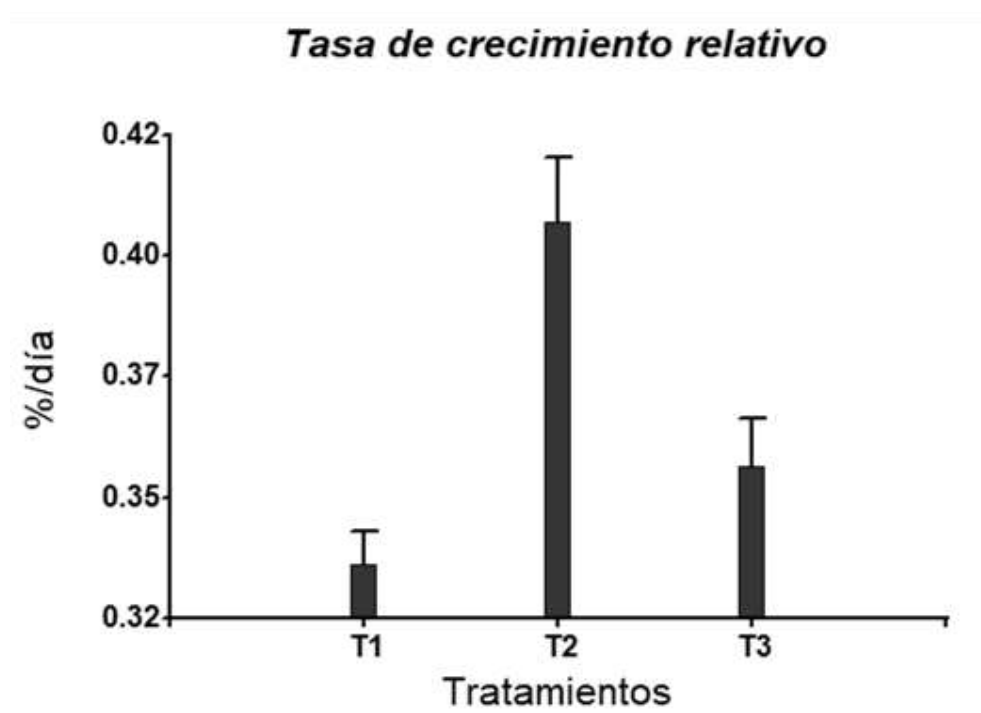


Figura 9. Tasa de crecimiento relativo en longitud (%/día)

Tasa de crecimiento relativo en peso

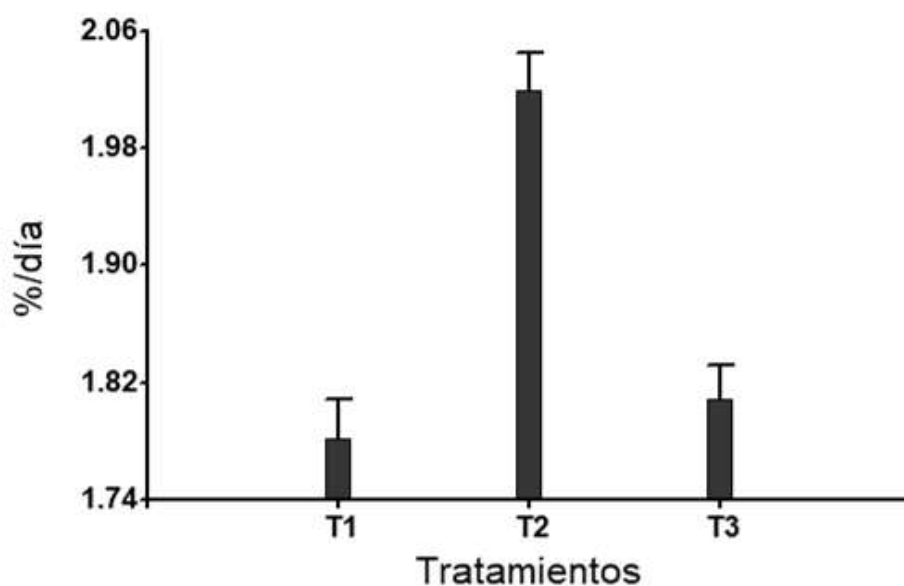


Figura 10. Tasa de crecimiento relativo en peso (%/día)

4.2.5. Tasa de crecimiento específico en peso y longitud (TCE)

Se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento en longitud (cm) ($F = 12.59$ gl= 2 y $p = 0.0001$), y en tasa de crecimiento absoluto en peso (g) ($F = 23.79$ gl= 2 y $p = 0.0001$).

Tabla 7. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la tasa de crecimiento específico en peso (g) y longitud (cm) de alevines de Mota (*C. macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos	
	Tasa de Crec. Específico (TCE) longitud (%/día)	Tasa de Crec. Específico (TCE) peso (%/día)
T1= 35% PB	0. 30 ^b	1. 13 ^b
T2= 40% PB	0. 35 ^a	1. 23 ^a
T3= 45% PB	0. 31 ^b	1. 14 ^b
p valor	0.0001	0.0001

Se muestra en la prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 7), que, si existe diferencia significativa entre los tratamientos T1, T2 y T3. Donde la mayor tasa de crecimiento específico en longitud y peso, se registró en los peces alimentados con la dieta 40% PB= 1. 23 (%/día) y 0,35 (%/día) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45% y 35% PB.

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 7) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 tuvieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto (TCE) en longitud

(cm) y peso (g). Los peces alimentados con la dieta 40% PB (1,23%/día cm y 0,31 %/día g) a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

Tasa de crecimiento específico en longitud

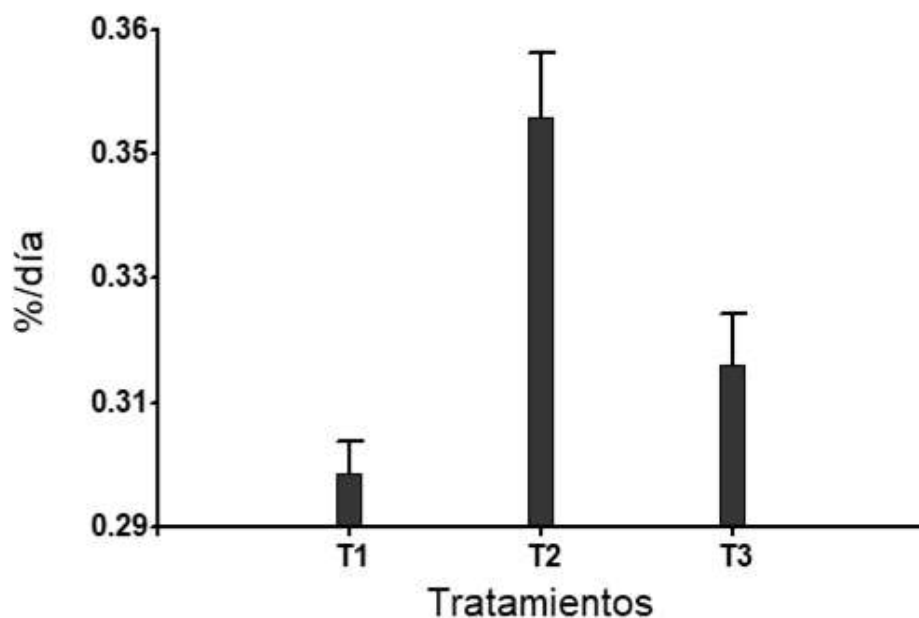


Figura 11. Tasa de crecimiento específico en longitud (%/día)

Tasa de crecimiento específico en peso

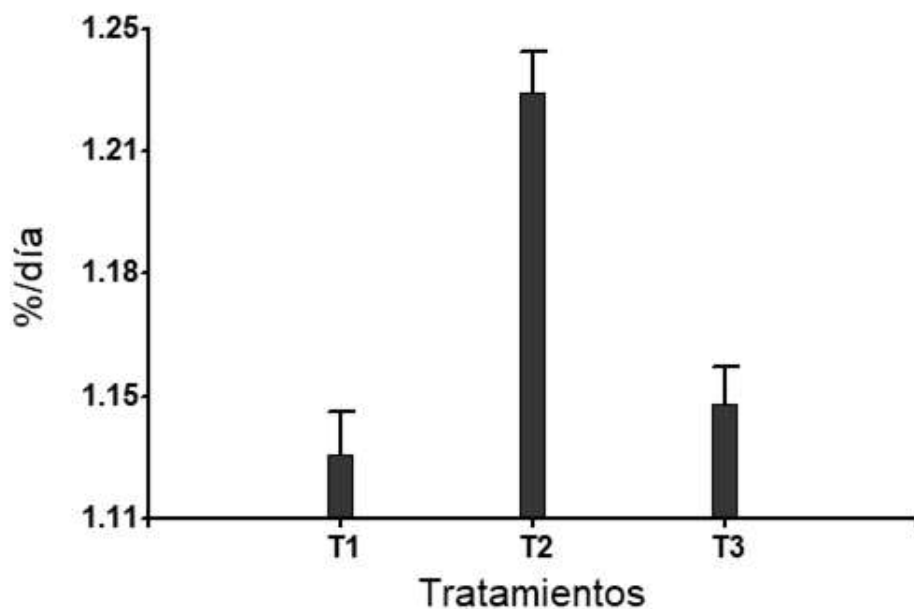


Figura 12. Tasa de crecimiento específico en peso (%/día)

4.2.6. Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

Se realizó el análisis comparativo de los tratamientos utilizando ANOVA. En el factor de conversión ($F= 3.59$ $gl= 2$ y $p= 0.0365$) se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Tabla 8. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de factor de conversión alimenticia (FCA) de alevines de Mota (*C. macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Tratamientos	Índices ictiotécnicos
	Fact. Cov. Alim. (FCA)
T1= 35% PB	2.37 ^b
T2= 40% PB	2.00 ^a
T3= 45% PB	2.33 ^b
p valor	0.0001

La prueba de promedios de Tukey (Tabla N° 8) mostró que los tratamientos T1, T2 y T3 se diferenciaron estadísticamente en el factor de conversión alimenticia (FCA). Los peces alimentados con la dieta 40% PB se obtuvo un FCA=2 a diferencia de aquellos peces alimentados con la dieta 45 y 35% PB.

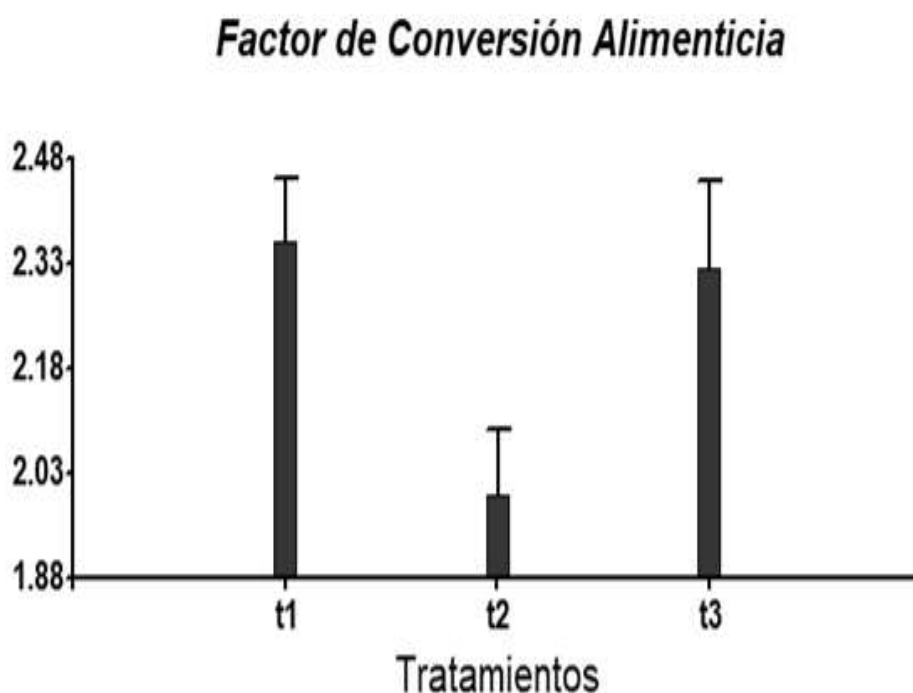


Figura13. Factor de Conversión Alimenticia

4.2.7. Sobrevivencia

Se realizó el análisis comparativo de los tratamientos utilizando ANOVA. En la sobrevivencia ($F= 0.00$; $gl= 2$ y $p= 0.9999$) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$).

Tabla 9. Resultado de la prueba de promedios de Tukey de la sobrevivencia de alevines de mota (*C macropterus*) durante 75 días de cultivo.

Índices ictiotécnicos	
Tratamientos	Porcentaje de sobrevivencia (%)
T1= 35% PB	100.00 ^a
T2= 40% PB	100.00 ^a
T3= 45% PB	100.00 ^a
p valor	0.9999

Todos los tratamientos presentaron 100% de sobrevivencia.

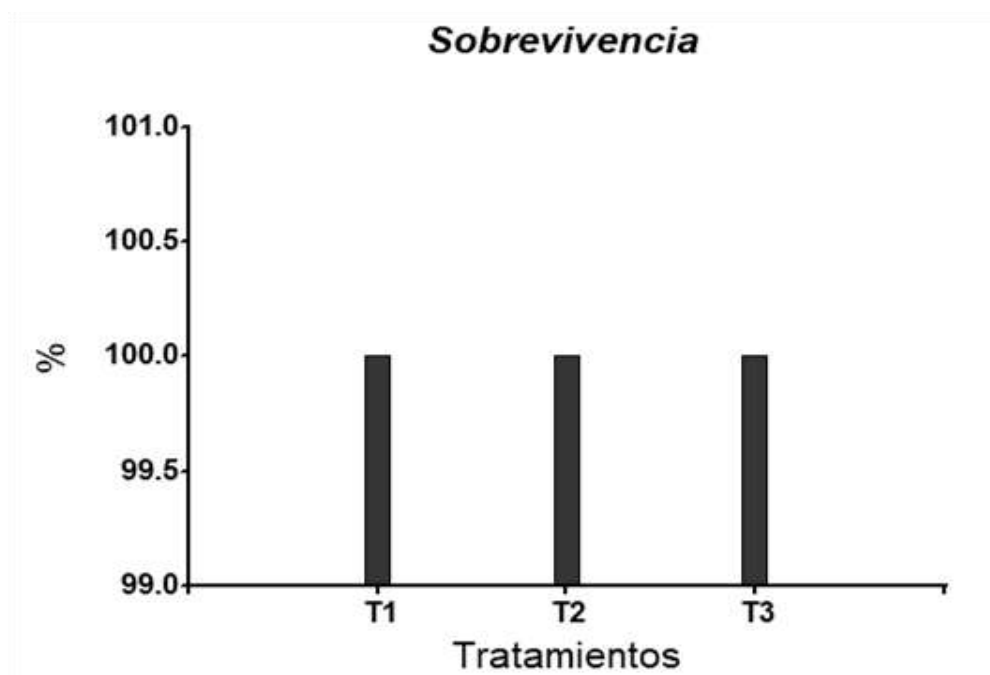


Figura 14. Sobrevivencia (%/día)

Tabla 10. Índices ictiotécnicos evaluados en el crecimiento de la Mota (*C macropterus*) sometidos a tres diferentes tratamientos en su alimentación.

Parámetros	Tratamientos			p valor
	T1 = 35% PB	T2 = 40% PB	T3 = 45% PB	
Longitud I.	16. 41 ^a	16. 49 ^a	16. 28 ^a	0.2863
Longitud F.	20. 53 ^b	21.47 ^a	20. 60 ^b	0.0001
Peso I.	25. 78 ^a	25. 60 ^a	25. 47 ^a	0.1102
Peso F.	60. 22 ^b	64. 40 ^a	60. 05 ^b	0.0001
CA Long.	4.12 ^b	4.97 ^a	4.32 ^b	0.0001
CA Peso	34.44 ^b	38.80 ^a	34.58 ^b	0.0001
TCAL (cm/día)	0. 05 ^b	0. 07 ^a	0. 06 ^b	0.0002
TCAP (g/día)	0. 46 ^b	0. 52 ^a	0. 46 ^b	0.0001
CRL	133. 65 ^b	151. 61 ^a	135. 77 ^b	0.0001
CRP	0.34 ^b	0.40 ^a	0.35 ^b	0.0001
TCRL (%/día)	0. 34 ^b	0. 40 ^a	0. 35 ^b	0.0001
TCRP (%/día)	1. 78 ^b	2.02 ^a	1.81 ^b	0.0001
TCEL (%/día)	0. 30 ^b	0. 35 ^a	0. 31 ^b	0.0001
TCEP (%/día)	1. 13 ^b	1. 23 ^a	1. 14 ^b	0.0001
FCA	2.37 ^b	2.00 ^a	2.33 ^b	0.0001
%S	100. 00 ^a	100. 00 ^a	100. 00 ^a	0.9999

Leyenda 1. PB = proteína bruta. Longitud I. = longitud inicial. Longitud F. = longitud final. Peso I. = peso inicial. Peso F. = peso final. CA Long. = Crecimiento Absoluto en tamaño. CA Peso = crecimiento absoluto en peso. TCAL = Tasa de Crecimiento Absoluto en Longitud. TCAP = Tasa de Crecimiento Absoluto en Peso. CRL = Crecimiento Relativo en Longitud. CRP = Crecimiento Relativo en Peso. TCRL = Tasa de Crecimiento Relativo en Longitud. TCRLP = Tasa de Crecimiento Relativo en Peso. TCEL = Tasa de Crecimiento Específico en Longitud. TCEP = Tasa de Crecimiento Específico en Peso. FCA = Factor de Conversión Alimenticia. %S = porcentaje de sobrevivencia. p = valor de la probabilidad. Letras iguales (a, a) significan tratamientos sin diferencias estadísticas significativas. Letras diferentes (a, b) indican tratamientos estadísticamente diferentes.

En la tabla 10 se muestran a todos los parámetros ictiotécnicos evaluados utilizando tres tratamientos con diferentes niveles de proteína bruta en la alimentación de *C. macropterus*. Los tres tratamientos al comenzar el experimento, no presentaron diferencias entre el tamaño y el peso inicial. Sin embargo, al finalizar los 75 días de experimentación, se percibieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, obteniendo los mayores valores en el Tratamiento 2 (T2), mostrando mejor desempeño para el crecimiento en tamaño y peso de *C. macropterus*. Todos los tratamientos presentaron al final del experimento una sobrevivencia de 100%.

V. DISCUSIÓN

La proteína suministrada a peces en la alimentación proporciona aminoácidos y nutrientes esenciales para la síntesis de músculos, tejidos corporales y energía para el funcionamiento del organismo (Fernández *et al.*, 2012). El aprovechamiento proteico por parte de un organismo depende del tipo de dieta empleada, digestibilidad de la proteína, contenido de aminoácidos y otros nutrientes, así como la cantidad de proteína suministrada (Fernández *et al.*, 2012). Sin embargo, debe entenderse que diversos factores influyen o afectan la utilización de las proteínas. Esos factores tienen relación con la edad de los peces, sexo, genotipo, condiciones de cría y condiciones ambientales en general (Fernández *et al.*, 2012).

En el presente trabajo, todos los tratamientos empleados contribuyeron a un crecimiento en tamaño y ganancia de peso de los ejemplares de *C. macropterus* estudiados; sin embargo, dentro de los tres tratamientos, uno destacó, resultando en mayores valores en los índices ictiotécnicos evaluados. De esta forma, el tratamiento T2= 40% PB, tuvo un mejor desempeño final acorde al requerimiento nutricional (proteínas, lípidos, carbohidratos, fibras y minerales). Esta investigación demuestra que el nivel óptimo de proteína que necesita *C. macropterus* en su estado de alevín es de 40% PB en contraste con dos niveles adicionales estudiados de 35 y 45% PB. esta forma, inferimos que 35% de proteína bruta contribuye con el crecimiento de los peces, pero como se demostrado en el presente estudio, un nivel protéico mayor (40% PB) maximiza el metabolismo de los peces, conllevándolos a un crecimiento más rápido y mayor en tamaño y peso. Con relación al nivel protéico de 45%, podemos inferir que un exceso de proteína supone un gasto energético de los aminoácidos indeseables desde el punto de vista nutricional, no maximizando el aprovechamiento de los nutrientes del alimento en relación al 40% PB. Adicionalmente, alimentos con exceso de proteína, conllevan a que solo una parte de las proteínas sean transformadas en nuevas proteínas, mientras que el resto es convertido en energía (Wilson, 2002).

En comparación con otros estudios relacionados a pimelodidos, Kossowski (1998) encontró que alevinos de bagre *C. macropterus* tuvieron un buen crecimiento significativo después de 180 días de crianza en cautiverio. En el presente estudio, alevinos con un peso inicial similar (25.62 g) alcanzaron un peso promedio de 61.56 g después de 75 días. Esta diferencia es significativa, probablemente debido a las condiciones experimentales. El estudio de Kossowski se realizó en estanques, mientras que este trabajo se realizó en laboratorio. Además, el estudio de Kossowski mostró una ganancia de peso diaria promedio de 2.1 g/día, mientras que el presente estudio registró una ganancia de peso diaria promedio de 0.52 g/día. Como fue mencionado por Wilson (2002) las unidades de cría de los peces constituyen un parámetro determinando para el desarrollo de los peces; de esta forma, espacios más grandes

con densidades menores conllevan a un mayor crecimiento de los peces por la misma disponibilidad de espacio, mientras que ambientes de menor tamaño con mayores densidades puede conducir a un crecimiento más lento.

En relación a la tasa de crecimiento específico; al ser *C. macropterus* un pimelódido de pequeño porte en comparación con otras especies de la familia como la doncella *Pseudoplatystoma punctifer*, se puede contrastar el estudio con Kossowski (1998) al evaluar el crecimiento de *C. macropterus*, quien muestra en su estudio una tasa de crecimiento específico (TCE)=1.72% en 180 días, frente al presente estudio que presenta una tasa de crecimiento específico (TCE)=1.15% (peso) y 0.35% (longitud), en 75 días, concordando ambos resultados; por lo que el consumo de la dieta suministrada (T2=40% PB) presenta una diferencia significativa respecto a los demás tratamientos. Los resultados de este parámetro demuestran que el nivel proteico ideal para la alimentación de *C. macropterus* corresponde al 40%, tal y como fue también demostrado en el estudio antes mencionado.

A partir de los resultados encontrados sobre el factor de conversión alimenticia; se evidencio que si existe diferencia significativa entre los tratamientos (T1, T2, T3), resultando en mejores resultados en el T2=40% de proteína con un FCA=2.0; este valor quiere decir que para generar 1 kg de carne de mota se tiene que utilizar 2 kg de alimento, acercándose al resultado obtenido por Kossowski (1998), en *C. macropterus* con un factor de conversión alimenticia (FCA) =2.28. En relación a los otros tratamientos empleados, el T2 demostró también que por cada kilo de carne producida en *C. macropterus*, se necesitan menos gasto de alimento proporcionado en relación a una alimentación basada en alimento con tenor protéico de 35% y 45%. De esta forma, el T2 no solo resulta en mejores resultados para generación de carne y aprovechamiento de nutrientes, sino también resulta en menos uso o consumo de alimento.

Arce & Luna-Figueroa, 2003, determinaron el efecto de T1 = 31.13, T2 = 39.12 y T3 = 53.57% PB en el desarrollo de *Ictalurus balsanus* mantenidos en cautiverio. Manifiestan incremento en masa y crecimiento con el uso de alimento con un tenor protéico más próximo a 40% (T2), resultados similares a los presentados en la presente investigación. Con respecto a la sobrevivencia, en ambas investigaciones se obtuvo una sobrevivencia de 100%.

Guerra *et al.*, 2009, evaluaron los efectos de tres frecuencias de alimentación de 2, 4 y 6 veces/día sobre el crecimiento, utilización del alimento y sobrevivencia de alevines de doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*) (20 g) alimentados con una dieta peletizada (42% PB) durante 45 días, sin encontrar diferencias significativas en los índices de crecimiento, utilización de alimento, ni en los niveles de sobrevivencia de los peces como efecto. En este caso se alimentó a saciedad o *ad libitum*.

Mora *et al.*, 2010, estudiaron el desarrollo nutricional de *Leiurus marmoratus* alimentado durante 287 días usando tres dietas de 28, 32 y 36 % PB. Los resultados al final del experimento mostraron mayores valores en los índices productivos en peces alimentados con 36% de PB en comparación a los otros tratamientos. Maynas, 2015, evaluó el efecto de tres niveles proteicos (40, 45 y 50% PB) en el desarrollo productivo de alevinos *Pseudoplatystoma fasciatum* durante 60 días, obteniendo los mejores valores en desempeño zootécnico en peces bajo la alimentación de 40% de proteína. Sánchez & Yahuarcani (2014), estudiaron la influencia de tres niveles proteicos en el crecimiento de alevinos de doncella *P. fasciatum*, criados en estanques durante 105 días, obtuvo como mejor resultados tanto en peso y longitud fue el tratamiento T2 = 42% PB. Murillo *et al.*, 2012, evaluaron el efecto de (24, 30 y 34% PB) sobre el crecimiento alevinos de yaque *Leiarius marmoratus* en estanques de (400m²) durante 150 días de cultivo. Con 34% PB se verifican mayor efecto al igual que los resultados del presente estudio, sugieren que niveles próximos a 40% son los más indicados para el crecimiento y ganancia de peso de pimelódidos.

Soplin & Villacorta, 2022, evaluaron los efectos de tres niveles proteicos (30, 35 y 40%) y dos tasas de alimentación (3 y 6%) y sus interacciones en crecimiento de 144 juveniles de *C. macropterus* en peceras durante 90 días. Obtienen resultados del análisis en cuanto a las tasas de alimentación no se encontraron diferencias significativas en el crecimiento e índices productivos. Sin embargo, el nivel de 40 % de proteína y 3 % de tasa de alimentación registraron un incremento significativo en el crecimiento e índices productivos, resultados similares a los del presente estudio, donde peces alimentados con 40% PB resultaron en mayores valores de crecimiento y ganancia de peso.

En cuanto a la sobrevivencia en esta investigación, se puede afirmar que, no se reportaron canibalismo entre los alevines de *C. macropterus* y como resultado se obtuvo un 100% de sobrevivencia con los tres tratamientos (T1=35%, T2=40%, T3=45%), estos resultados fueron similares Sánchez & Yahuarcani (2014), quienes manifiestan sobrevivencia de 99.37% con *P. punctifer*, a su vez esto es diferente a lo reportado por Kossowski (1998), que obtuvo una sobrevivencia de 82.2%, debido a la presencia de otros factores ecológicos de influencia como la presencia de aves piscívoras. Sin embargo, es importante destacar, que el adiestramiento al consumo de alimento balanceado influye en la disminución del canibalismo y aumento de sobrevivencia de los peces.

Fernández *et al.*, 2012, testaron la adaptación al consumo de alimento balanceado en alevinos de *P. punctifer* en un sistema de recirculación de agua. Los autores manifiestan una supervivencia de 32% hasta los 39 dpf (después de la fecundación) e inició el primer destete.

La mortalidad disminuyó a medida que los peces fueron adaptados al consumo de alimento balanceado, mostrando la importancia del adiestramiento de peces, principalmente peces carnívoros al consumo de alimento balanceado. En la presente investigación se utilizó el protocolo sugerido por (Fernández *et al.*, 2012), logrando la adaptación de los peces al consumo de alimento balanceado y así poder desarrollar la investigación.

El uso de 40% de PB en la alimentación de *C. macropterus* es relevante e interesante, desde que el principio de la alimentación en piscicultura es reducir significativamente los costos de producción, principalmente relacionados con el alimento, desde que dietas con niveles proteícos seleccionados cumplan con alimentar a los peces sin comprometer su crecimiento y salud (Webster *et al.*, 2000).

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el crecimiento de alevines de *C. macropterus* varía de acuerdo al contenido proteícos suministrado en el alimento. Así, niveles proteícos de 35, 40 y 45% de proteína bruta (PB) influyen en el crecimiento de los peces, reflejando notable crecimiento en tamaño y ganancia de peso corporal. Así, se concluye que una alimentación basada en alimento con 40% PB refleja mejores índices ictiotécnicos o productivos, con una marcada diferencia en el crecimiento y ganancia de peso de los peces. De igual forma, el tratamiento utilizado con 40% PB presentó un Factor de Crecimiento Absoluto menor a los otros tratamientos, por lo que esta formulación requiere de menos cantidad de alimento en la generación de 1 Kg. de peso corporal, resultando no solo más eficiente sino también más económico que los otros tratamientos empleados.

Al existir diferencias significativas entre los tratamientos empleados, y al contrastar los resultados del presente estudio con otros realizados con pimelódidos, así como con la misma especie *C. macropterus* se concluye que el nivel protéico más adecuado para alimentar a alevines de *C. macropterus* en condiciones controladas corresponde al uso de 40% PB.

Todos los tratamientos utilizados mantuvieron una sobrevivencia de 100% de los peces, no observándose problemas sanitarios o nutricionales en el desarrollo de la presente investigación.

No es difícil pronosticar que el conocimiento será el único factor que aumente la producción de los sistemas acuícolas de la Amazonía peruana al concluir este estudio y a la luz de los datos recogidos. Para proporcionar paquetes tecnológicos actualizados, acordes con las realidades de los acuicultores de la zona y, lo que es más importante, técnica y económicamente viables, es fundamental apoyar la investigación sobre las necesidades alimentarias de las especies amazónicas.

VII. RECOMENDACIONES

Incentivar la acuicultura de *Calophysus macropterus* “Mota”, alimentados con la dieta T2= 40% de Proteína Bruta, la cual ha sido expuesta y demostrada en la investigación, obteniendo mejores resultados en su crecimiento y supervivencia al considerar que esta especie tiene una mejor adaptación al alimento concentrado.

Continuar con investigaciones de *Calophysus macropterus* “Mota”, teniendo en cuenta la densidad de siembra, parámetros físico químico de agua y calidad de alimento. Permitiendo así obtener un óptimo factor de conversión alimenticia, logrando ser más atractivo al mercado de los empresarios dedicados a este rubro.

Utilizar el estudio desarrollado con la especie *Calophysus macropterus* “Mota”, para modificar la idiosincrasia de la población, al cultivarlos únicamente con alimento balanceado y con un adecuado manejo (limpieza), siendo más propicio para el consumo humano, garantizando la inocuidad de su carne en relación a contaminantes, metales pesados y parásitos que pongan en riesgo la salud del consumidor.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

Agudelo, E.; Salinas, Y.; Sánchez, C.; Muñoz, D.; Alonso, J.; Arteaga, M.; Rodríguez, O.; Anzola, N.; Acosta, L.; Nuñez, M.; Valdés, H. 2000. Bagres de la Amazonía Colombiana: un Recurso sin Fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI.

Alava, V. y Kanazawa, A. 1996. Effect of dietary fatty acid on growth of milkfish *Chanos chanos* fry in brackish water. *Aquaculture*, 144: 363-369.

Alonso J.; Ibarra, S. 1991. Ensayos de reproducción inducida en el Mapurito *Calophysus macropterus* Liechtenstein, 1819 (Siluriformes, Pimelodidae). Tesis de Grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Bogotá. 122p.

Arce, E; Luna-Figueroa, J. 2003. Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas decrecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. *Revista AquaTIC* 18: 39-47.

Bardales, I. 2015. Efecto de una dieta con tres niveles de probiótico *Lactobacillus* sp, sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevinos de “doncella” *Pseudoplatystoma fasciatum*, en ambientes controlados. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroforestal acuícola. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). 88 pp

Bonilla, C.A. 2022. Rasgos de vida de las especies amazónicas: *Calophysus macropterus* (siluriforme: pimelodidae) y *Mylossoma albiscopeum* (characiformes: serrasalmidae) en la cuenca alta de los rios amazonas y putumayo. Universidad del Magdalena. Tesis Magister en pesquerías tropicales. 77pp.

Cipamocha, C. 2006. Biología Reproductiva de los seis principales bagres (Teleostei, Siluriformes) de importancia comercial del área de influencia del Puerto Leguízamo – Río Putumayo Amazonas, Colombia. Informe Técnico. Proyecto aprovechamiento y manejo integral de la pesca, Proyecto binacional de cooperación Internacional. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Puerto Leguízamo - Putumayo.

Castillo, O. 2001. Ecología de la reproducción de los bagres comerciales del río portuguesa. Trabajo de ascenso presentado como requisito parcial para optar al escalón de Profesor Asociado en la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Universidad. Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Guanare. 162 pp

Chu-Koo, F.; Kohler, C. 2006. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana *Colossoma macropomum*. Libro de Resúmenes del América Aquaculture. Las Vegas. Estados Unidos. 187 pp.

Cowey, C.B. 1974. Protein and amino acids requirements of finfish. En: Finfish nutrition and fishfeed technology. 1: 3-16 pp.

De la Higuera, M. 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. 53-98. En: CAICYT. Nutrición en Acuicultura II. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España. 318 pp.

Deng, D-F; Ju, Z.; Dominy, W; Murashige, R.; Wilson, R. 2011. Optimal dietary protein levels for juvenile Pacific threadfin (*Polydactylus sexfilis*) fed diets with two levels of lipid. 316 (1-4): 25-30.

Dioses, R.R. 2010. Biología reproductiva de la mota, *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819), en la región ucali. Universidad Nacional de Tumbes. 46 pp.

FAO, 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma. 233 p.

Elancovan, A.; Shim, F. 1997, response of juvenile *Barbodes altus* fed Isocaloric diets with variable protein levels. Aquaculture, 158: 321-329.

Escobar, M.; Castillo, O.; Barbarino, A. 2003. Memorias I Seminario Taller Colombo-venezolano sobre peces migratorios de la cuenca del río Orinoco: Diversidad, Manejo y Conservación. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Fernández, C.; Castro-Ruiz, D.; García-Dávila, C.; Duponchelle, F.; Renno J.; Núñez, J. 2012. Adaptación, crecimiento y supervivencia de alevines de doncella *Pseudoplatystoma punctifer* al consumo de alimento balanceado. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia amazónica. 21 (1-2): 63-69.

Filho, P.R.; Fracalossi, D. 2006. Coeficientes de digestibilidade aparente de ingredientes para juvenis de jundiá. R. Bras. Zootec. 35 (4): 1581-1587.

Fracalossi, D.M.; Zaniboni Filho, E.; Meurer, S. 2002. No rastro das espécies nativas. Panorama Aquatic. 12, 43-49.

García, A.; Ruíz, L.; Vargas, G.; Sánchez, H.; Tello, S.; Duponchelle, F. 2017. Alimentación natural de la mota *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819), en ambientes de la Amazonía peruana. Folia Amazónica. 26 (1): 29-36.

García, V.; Calderón, H. 2003. Peces de Pando Bolivia. Especies de importancia comercial en mercados de la ciudad de Cobija. Guía a color y claves para los peces de Pando 2003-2006. Dpto. de Ictiología. The Field Museum, Chicago IL USA en colaboración con la Universidad Amazónica de Pando. 34p.

Guerra, F.; Lozano, F.; García-Dávila, C.; Rodríguez, L.; Cubas, R.; Cubas, R.; Panduro, D.; Chu-Koo, F.; Agudelo, E.; Salinas, Y.; Sánchez, C.; Muñoz, D.; Alonso, J.; Arteaga, M.; Rodríguez, J.; Anzola, N.; Acosta, L.; Núñez, M.; Valdés, H. 2000. Efecto de tres frecuencias de alimentación en el crecimiento, utilización de alimento y sobrevivencia de juveniles de doncella *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766).18 (1-2): 81-87.

Gutiérrez-Espinosa, M.C; Velasco-Garzón J.S.; León-Morales, C.A. 2019. Revisión: necesidades nutricionales de peces de la familia Pimelodidae en Sudamérica (Teleostei: Siluriformes). Rev. Biol. Trop. 67(1): 146-163.

Halwart, M. 2021. FAO Aquaculture newsletter. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Hepher, B.; Pruginin, Y. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Editorial Noriega. 21-31pp

Kossowski, C. 1998. Reproducción y crecimiento del bagre zamurito, *Calophysus macropterus* (Pisces, Pimelodidae), en cautiverio. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas. 32 (3): 153-166.

Lasso, C.A.; Provenzano, F. 2002. Dos nuevas especies de bagres del género *Trichomycterus* (Siluriformes: Trichomycteridae) de la Gran Sabana, Escudo de las Guayanas, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 50(3-4):1139-1149.

Lozano, A.; Fabre, N.N. 2002. Aspectos reproductivos de la piraca tinga *Calophysus macropterus* Lichtenstein, 1819 (Pisces: Pimelodidae) en la amazonia central, Brasil. Boletín del centro de investigaciones biológicas. 36 (3): 266-288.

Marciales-Caro, L.J.; Cruz-Casallas, N.E; Díaz-Olarte, J.J.; Medina-Robles, V.M; Cruz-Casallas, P.E. 2011. Adaptation to a commercial diet alters post-larvae growth and development of striped catfish (*Pseudoplatystoma* sp) and yaque (*Leiarius marmoratus*). Rev Colomb Cienc Pecu. 24:179-190

Maynas, E.M. 2015. Efecto de una dieta comercial con tres niveles de proteína en el crecimiento y supervivencia de alevinos de “doncella” *Pseudoplatystoma fasciatum*, en ambientes controlados. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroforestal acuícola. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). 86 pp.

Milles, C. 1971. Los peces del río Magdalena (2a ed.). Ibagué, Colombia: Universidad del Tolima.

Mora, J.A.; Moyetones, F.; Cerdá, M. 2009. Influencia del contenido proteico en el crecimiento de alevines de bagre yaque, *Leiarius marmoratus*, alimentados con concentrados comerciales. Zootecnia Trop., 27(2): 187-194.

Murillo-Pacheco, R.; Cruz-Casallas, N. E.; Ramírez-Merlano, J. A.; Marciales-Caro, L. J.; Medina-Robles, V. M.; Cruz-Casallas, P. E. 2012. Efecto del nivel de proteína sobre el crecimiento del yaque *Leiarius marmoratus* (Gill, 1870) bajo condiciones de cultivo. Orinoquia. Universidad de los Llanos. 16 (2): 52-61.

NRC. 1993. Nutrients Requirements of fish. Nacional Research Council, Washington. D.C. 114 pp.

Niño, L. G. 2008. Estructura de tallas y algunos aspectos de la biología reproductiva del simí (*Calophysus macropterus*) (Lichtenstein, 1819) (Pisces:Pimelodidae) durante dos épocas hidrológicas, en el área de frontera Colombia-Perú-Brasil. 74 pp.

Novoa, D. 2002. Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure: Presente y futuro. Caracas. Venezuela. Editorial Exlibris. 122-123pp.

Ozório, R.O.; Turini, B.G.; Môro, G.V.; Oliveira, L.S.; Portz, L.; Cyryno, J.E. 2009. Growth, nitrogen gain and indispensable amino acid retention of pacu (*Piaractus mesopotamicus*, Holmberg 1887) fed different brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) levels. Aquaculture Nutrition, 16(3): 276-283.

Pérez, A. 1999. Idade e crescimento da piracatinga *Calophysus macropterus* Liechtenstein, 1819 (Pisces: Pimelodidae), na Amazônia Central. Dissertação de mestrado. INPA/UFAM. Manaus. 89p.

Pérez, A.; Fábregas, N. 2003. Seasonal growth and life history of the catfish *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Pisces: Pimelodidae) from the Amazon fl floodplain. Journal Appl. Ichthyol. 25: 343-349.

Pérez, R. 2004. Efectos de la inclusión de probióticos y Prebióticos en dietas para la fase de alevinaje de cachama blanca (*Piaractus brachipomus*). Trabajo de grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Colombia. 25 pp.

Ramírez-Gil, H., Feldberg, E., Almeida-Val, V. M. F. and Val, A. L. 1998. Karyological, biochemical, and physiological aspects of *Callophysus macropterus* (Siluriformes, Pimelodidae) from the Solimões and Negro Rivers (Central Amazon). Braz. J. Med. Biol. Res. 31: 1449-1458.

Ramírez, H.; Ajiaco, R.E. 2001. La pesca en la baja Orinoquia colombiana: una visión integral. 255 pp.

Robinson, E.H.; Li, M.H. 1996. A practical guide to nutrition, feeds, and feeding of catfish (revised). Bulletin 1041, Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station, Mississippi State, Mississippi, USA.

Rodríguez, J.; Mojica, H. 2005. Reproducción y manejo de Silúridos en cautiverio. EN: Daza, P., Landines, M. A. & Sanabria, A.I. 2005. Reproducción de peces en el trópico. INCODER, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. Bogotá. Colombia. 105-122pp.

Reis, E.R.; Kullander, S.; Ferraris, C. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and Cantral America. Museu de Ciências e Tecnologia-Pontifica Universidad Católica do rio grande do Sul. 727pp

Tacon, J. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados, manual de capacitación proyecto AQUILA I (GCP/RLA/075/ITA), publicado durante la segunda etapa operativa del proyecto “apoyo a las actividades regionales de acuicultura en américa latina y el caribe”, AQUILA II (GCP/RLA/102/ITA). Brasil.

Teixeira E, Oliveira E, Saliba S, Castro Euler A, Carvalho de Faria P, Crepaldi D, Pimentel Ribeiro L. 2010. Coeficientes de digestibilidad aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. R. Bras. Zootec. 39(6): 1180-1185

Salinas, Y; Agudelo, E. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Editorial Scripto. Bogotá.

Sánchez, C.C.; Yahuarcani, M.A. 2014. Influencia de tres niveles proteicos en el crecimiento de alevinos de doncella '*Pseudoplatystoma fasciatum*, (Linnaeus, 1766) (Pimelodidae} criados en estanques. Tesis para optar el título profesional de Biólogo Acuicultor. 85 pp.

Mora, J.A.; Moyetones, F.; Jover, M. 2010. Crecimiento, aprovechamiento nutritivo y rendimiento de la canal del bagre yaqué, *Leiarius marmoratus* (Gill 1870) en jaulas flotantes. Revista AquaTIC. 33: 10-21.

Soler, M. 1996. Nutrientes esenciales. En: Fundamentos de nutrición y alimentación de acuicultura. INPA. Bogotá. 55-78 pp.

SINCHI. 2003. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. Plan estratégico 2003-2017. Investigación para el Desarrollo Sostenible. Leticia. Colombia. 24 pp.

Vásquez-Torres, W. 2004. Principios de la nutrición aplicada al cultivo de peces. Universidad de los Llanos. Colombia. 22-41pp.

Walton, J. M. 1987. Metabolismo de proteínas y aminoácidos en peces, En: Nutrición en acuicultura I. CAICYT. 226-270.

Wang, Y.; Kong, I.; Li, C.; Bureau, D.P. 2010. The potential of land animal protein ingredients to replace fish meal in diets for cuneate drum, *Nibea miichthioides*, is affected by dietary protein level. Aquaculture Nutrition, Oxford, 16 (1): 37-43.

Webster, C. D.; Tiu, L. G.; Morgan, A. M. 2000. Difference in growth in blue catfish, *Ictalurus furcatus* and channel catfish, *Ictalurus punctatus* fed low-protein diets with or without supplemental methionine and/or lysine. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31: 195-205.

Wilson, R.P., 2002. Amino Acids and Proteins, In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition, 3 rd ed. Academic Press, San Diego, CA, pp. 144-175

IX. ANEXOS

Anexo 1. Composición nutricional de los insumos en función de 100 Kg que se suministró a los alevines de *C macropterus*.

TRATAMIENTO	T1 35%	T2 40%	T3 45%
PRESENTACION	pellet (4mm)	pellet (4mm)	pellet (4mm)
INSUMOS			
Maíz(kg)	24,72	16,12	1,35
Metionina (kg)	0,00	0,01	0,08
Torta de soja(kg)	26,50	33,07	46,73
Almidón(kg)	6,00	6,00	8,00
Fosfato bicalcico (kg)	0,46	0,00	0,00
Sal(kg)	0,18	0,13	0,13
Premix(kg)	0,15	0,15	0,15
Vita C(kg)	0,10	0,10	0,10
BHT (kg)	0,15	0,15	0,15
Aceite de palma(kg)	8,00	6,14	5,32
Lisina(kg)	0,02	0,00	0,01
Harina de pescado(kg)	33,71	38,13	37,99
Total	99,994	100,001	100,001
PB (%)	35%	40%	45%
EB (Kcal/Kg)	4800	4800	4800
EE	11,24	9,4	8,33
Na	0,25	0,25	0,25
Lis	2,35	2,71	3,1
Met	0,705	0,81	0,93

Anexo 2. Porcentaje (%) de alimento peletizado y filete de pescado para la adaptación de alevinos de *C macropterus*

Alimento Húmedo (Peletizado).						
	pescado 100%	pescado 80%	Pescado 60%	pescado 40%	pescado 20%	pescado 0%
Días	1 -2	3 -4	5 -6	7 -8	9	10
Truchina 0%	x					
Truchina 20%		X				
Truchina 40%			X			
Truchina 60%				X		
Truchina 80%					X	
Truchina 100%						Peces adaptados

Anexo 3. Ficha de evaluaciones biométricas para peso g

PESO							
Tratamiento 1=35%PB 2=40%PB 3=45%PB	Repetición 1=Repetición 1 2=Repetición 2 3=Repetición 3	Siembra 10/10/2016	1º Evaluación 25/10/2016	2º Evaluación 09/11/2016	3º Evaluación 24/11/2016	4º Evaluación 09/12/2016	5º Evaluación 24/12/2016
1	1	26,00	34,90	39,60	48,70	52,59	60,71
1	1	25,00	31,24	38,94	45,04	52,93	59,05
1	1	25,00	29,81	35,51	45,61	54,50	60,62
1	1	26,00	31,06	37,76	43,86	51,75	57,87
1	1	25,80	32,92	39,62	45,72	53,61	59,73
1	2	26,50	31,30	38,00	45,10	52,45	57,99
1	2	26,00	31,24	37,94	41,04	52,39	57,93
1	2	26,00	32,81	40,51	41,61	50,96	61,50
1	2	26,00	32,06	38,76	42,86	56,21	61,75
1	2	26,00	32,92	39,62	42,72	54,07	59,61
1	3	25,90	33,30	38,00	47,10	55,36	61,01
1	3	25,70	31,84	38,54	43,64	53,90	59,55
1	3	25,50	32,81	39,51	43,61	56,87	61,52
1	3	25,50	32,06	38,02	44,86	57,12	62,77
1	3	25,80	30,92	39,62	47,72	55,98	61,63
2	1	26,30	34,90	39,90	47,40	54,90	64,40
2	1	25,50	32,24	40,34	46,74	57,24	64,74
2	1	26,10	33,81	39,81	46,31	55,81	64,31
2	1	25,90	31,06	39,66	47,56	57,06	66,56
2	1	25,80	32,92	38,92	45,42	57,92	60,42
2	2	25,30	33,30	38,30	47,10	56,90	63,90
2	2	25,70	31,24	39,24	48,04	57,84	64,84
2	2	26,10	34,81	40,81	47,61	55,41	62,41
2	2	25,00	35,06	41,06	47,86	58,66	65,66
2	2	25,80	32,92	38,92	45,72	56,52	64,52
2	3	25,30	33,30	39,30	46,20	57,70	65,54
2	3	25,30	35,84	37,84	48,74	55,24	64,08
2	3	25,50	35,81	41,81	47,71	56,21	65,05
2	3	25,10	35,06	39,06	47,96	57,46	64,30
2	3	25,30	33,92	39,92	46,82	55,32	65,16
3	1	26,00	34,90	41,90	48,90	56,20	61,50

3	1	25,00	32,24	39,24	46,24	53,54	58,84
3	1	25,00	33,81	37,81	47,81	55,11	60,41
3	1	26,00	31,06	38,06	45,06	52,36	57,66
3	1	25,80	32,92	38,92	46,92	54,22	59,52
3	2	25,40	31,30	38,30	44,30	52,70	58,00
3	2	25,10	31,24	38,24	45,24	52,64	57,94
3	2	26,00	34,81	41,81	46,81	56,21	61,51
3	2	25,30	35,06	38,06	43,06	56,46	61,76
3	2	26,00	32,92	39,92	46,92	54,32	59,62
3	3	25,30	33,30	40,30	47,60	55,00	60,30
3	3	25,30	31,84	38,84	46,14	53,54	58,84
3	3	25,50	34,81	37,81	46,11	56,51	61,81
3	3	25,10	35,06	38,06	47,36	56,76	62,06
3	3	25,30	33,92	38,92	45,22	55,62	60,92

Anexo 4. Ficha de evaluaciones biométricas para longitud cm

Longitud							
Tratamiento 1=35%PB 2=40%PB 3=45%PB	Repetición	Selección y Siembra 10/10/2016	1º Evaluación 25/10/2016	2º Evaluación 09/11/2016	3º Evaluación 24/11/2016	4º Evaluación 24/11/2016	5º Evaluación 24/12/2016
	1=Repetición						
	1						
	2=Repetición 2 3=Repetición 3						
1	1	16,00	16,50	17,10	17,90	18,90	20,10
1	1	16,30	16,80	17,60	18,40	19,40	20,60
1	1	16,20	16,70	17,40	18,20	19,20	20,40
1	1	16,10	16,60	17,10	17,90	18,90	20,10
1	1	16,30	16,80	17,20	18,00	19,00	20,20
1	2	16,20	16,80	17,50	18,30	19,30	20,50
1	2	16,40	17,00	17,70	18,50	19,50	20,70
1	2	16,20	16,80	17,50	18,30	19,30	20,50
1	2	16,80	17,40	17,60	18,40	19,40	20,60
1	2	16,20	16,80	17,30	18,10	19,10	20,30
1	3	16,40	17,00	17,80	18,70	19,70	20,90
1	3	17,00	17,60	17,40	18,30	19,30	20,50
1	3	16,50	17,10	17,40	18,30	19,30	20,50
1	3	16,50	17,10	17,70	18,60	19,60	20,80
1	3	17,00	17,60	17,90	18,80	20,00	21,20
2	1	16,60	17,50	18,80	19,00	20,40	22,00
2	1	16,50	17,40	18,60	18,80	20,00	21,00
2	1	16,30	17,90	18,70	19,40	20,30	21,80

2	1	16,70	18,00	18,80	19,80	19,90	21,90
2	1	16,10	17,90	18,80	19,60	20,00	21,30
2	2	16,50	17,90	18,00	18,60	19,50	20,50
2	2	17,30	18,00	18,60	19,40	21,60	22,00
2	2	16,20	17,80	18,40	19,90	20,00	20,50
2	2	16,80	17,70	18,70	19,20	21,00	22,80
2	2	16,40	17,30	18,80	19,00	19,70	21,70
2	3	16,40	17,30	18,60	19,50	19,90	20,90
2	3	16,70	17,69	18,90	19,80	20,20	21,20
2	3	16,10	17,70	17,80	18,90	19,60	21,60
2	3	16,30	17,20	18,60	19,90	20,50	21,80
2	3	16,50	17,90	18,40	19,10	20,60	21,00
3	1	16,00	17,50	18,10	18,90	20,13	20,73
3	1	16,50	17,50	18,60	19,40	20,60	20,90
3	1	16,20	17,80	18,40	19,20	20,40	20,70
3	1	16,30	17,50	18,10	18,90	19,10	19,40
3	1	16,10	17,60	18,20	19,00	20,00	20,50
3	2	16,50	17,70	18,40	19,20	20,40	20,70
3	2	16,40	17,80	18,60	19,40	20,00	20,90
3	2	16,20	17,70	18,40	19,20	20,10	20,70
3	2	16,10	17,30	18,50	19,30	20,50	20,80
3	2	16,30	17,50	18,20	19,00	19,32	20,50
3	3	16,40	17,90	18,70	19,60	20,90	21,20
3	3	16,50	17,50	18,30	19,20	19,50	20,80
3	3	16,20	17,50	18,30	19,20	19,40	20,80
3	3	16,20	17,80	18,60	19,50	19,80	20,10
3	3	16,30	17,60	18,80	18,70	19,00	20,30

X. ICONOGRAFIAS



Figura 02. Unidades experimentales

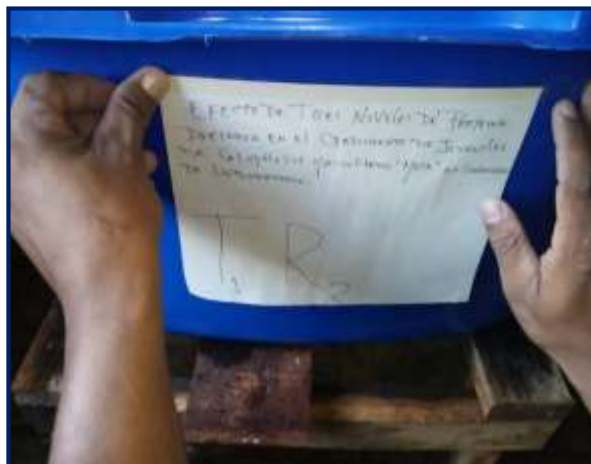


Figura 03. Rotulado de las unidades experimentales



Figura 04. Compresor de aire 250l/min para el Sistema de aireación.



Figura 05. Tanques Eternit, para el sistema el abastecimiento de agua.



Figura 06. Alevín *C. macropterus*, "Mota" provenientes del medio natural.



Figura 07. Acondicionado para el traslado de los alevines de "mota".



Figura 08. Estanque de concreto para la recepción y adaptación de los alevinos.



Figura 09. Elaboración del Alimento húmedo para el proceso de adaptación



Figura 10. Alimento húmedo para los alevines de "mota"



Figura 11. Selección en peso y talla de cada pez



Figura 12. Distribución los peces en las unidades experimentales



Figura 13. Limpieza de las unidades experimentales



Figura 14. Insumos para la elaboración del alimento de los tratamientos



Figura 15. Peletizado del alimento húmedo



Figura 16. Rotulado del alimento antes del secado



Figura 17. Secado del alimento



Figura 18. Pesado del alimento que se le suministrara a cada tratamiento.



Figura 19. Ración que se les suministrara a los peces durante todo el experimento



Figura 20. Recolección de datos Biométricos de la longitud.



Figura 21. Recolección de datos Biométricos del peso.