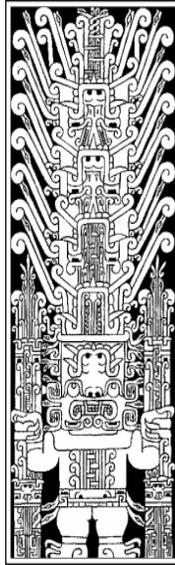


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y

ACUICULTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA



EVALUACIÓN DE DIFERENTES DIETAS EN EL DESTETE DE LA DONCELLA

Pseudoplatystoma punctifer (Castelnau, 1855) PIMELODIDAE

Tesis

Para optar al Título Profesional de:

INGENIERO PESQUERO ACUICULTOR

Presentada por:

FRANSISK JHOSEP SÁNCHEZ CEOPA

Lima – Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres: mi madre Florentina Ceopa y padre Wilson Trauco, a mis hermanos Winder, Mayken, Flori Luz, Filida y Cindy; a mis amigos y maestros, a los cuales agradezco su apoyo incondicional.

A mi segunda familia, Mercedes Nuñez y Ernesto Gómez, a quienes admiro y son un gran ejemplo.

Que Dios los bendiga siempre...

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP), por medio del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC), por el financiamiento y facilidades brindadas para la ejecución de esta investigación.

Al Institut de Recherche pour le Développement (IRD), por el apoyo brindado en la realización de este estudio.

A la Dra. María Darías, asesora de esta Investigación, por su constante orientación y tiempo concedido, apoyo que fue un factor muy importante en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Salvador Tello, Blgo. Luciano Rodríguez Chú por brindarme sus conocimientos, sugerencias y recomendaciones.

Al Ing. Carlos Llontop por su asesoramiento, paciencia y apoyo constante durante el desarrollo de la investigación.

Al MSc. Edgar Moisés Meza Figueroa, por sus recomendaciones, sugerencias y observaciones brindadas.

Al personal técnico y administrativo que labora en el Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos: Lamberto Arévalo, Cherry Yahuarcani, Hugo Marichin, Edwin Agurto, Italo Orbe, Asunción Apuela, Vilito Huayunga, Eder Montoya, Edgar Taricuarima, Domingo García, Luis Zafra y al sr. Miguel Ríos por las facilidades brindadas durante la ejecución de la tesis.

A mis Amigos: Ángela Berrocal, Eder Felipa, Gail Tapullima, Julian Magris, Luis Bonilla, en especial a Verónica Castrejón por su amistad, apoyo y momentos gratos.

A todas aquellas personas que de alguna manera u otra contribuyeron a la realización de la presente investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.1.1 Formulación del problema.....	3
1.2 Formulación de Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Hipótesis	4
1.3.1 A nivel general.....	4
1.4 Justificación e importancia	4
CAPÍTULO II. ANTECEDENTES.....	5
2.1. Sistemática.....	5
2.2 Morfología	6
2.3 Distribución geográfica, Hábitat y Ecología.....	7
2.4 Reproducción	10
2.5 Hábitos alimenticios	10
2.6 Pesquería de la doncella.....	11
2.7 Canibalismo	12
2.8 Heterogeneidad en el tamaño.....	13
CAPITULO III. MÉTODOLÓGÍA	14
3.1 Descripción y Ubicación del Lugar de Investigación.....	14
3.2. Materiales y Método	15

3.2.1 Origen de peces utilizados	15
3.2.2 Unidad experimental.....	18
3.2.3 Alimentación inicial.....	19
3.2.4 Diseño experimental	20
CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	26
4.1 Resultados.....	26
4.1.1 Parámetros fisicoquímicos.....	26
4.1.2 Inicio (4-14 dpf).....	26
4.1.3 Primer Destete (15-26 dpf)	27
4.1.3 Segundo Destete (27-36 dpf)	31
4.1.4 A Nivel de dietas.....	36
DISCUSIONES	37
CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	6
Tabla 2. Densidad, número de individuos y cantidad de raciones suministradas diariamente....	23
Tabla 3. Parámetros de calidad de agua registrados durante la experimentación.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> , juvenil (Pimelodidae). (Tomada de Lauzanne & Loubens, 1985).....	7
Figura 2. <i>Pseudoplatystoma punctifer</i> ex <i>fasciatum</i> (Buitrago-Suárez & Burr, 2007).....	7
Figura 3. Mapa de Suramérica. El área sombreada muestra la distribución del género <i>Pseudoplatystoma</i> . Mapa original M. J. Weitzmanl, 1982.....	9
Figura 4. Vista frontal de los laboratorios del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC).....	14
Figura 5. Inducción Hormonal.....	16
Figura 6. Liberación de óvulos.....	17
Figura 7. Incubadoras de fibra de vidrio tipo Woynarovich, de 60 litros de capacidad.....	17
Figura 8. Circuito de recirculación de agua clara (CAC).....	19
Figura 9. Incubación de quistes de <i>Artemia</i> sp.	20
Figura 10. Resumen esquemático de la experimentación.....	23

Figura 11. Promedios de la longitud total (mm) por factor tratamiento (T) a los 4, 14, 22 y 26 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....28

Figura 12. Promedios del peso (mg) por factor tratamiento (T) a los 4, 14, 22 y 26 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....29

Figura 13. Promedios de supervivencia acumulada (%) por tratamiento (T) durante el proceso de adaptación (14 - 26 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....30

Figura 14. Promedios de la longitud total (mm) por factor tratamiento (T) entre los 27 y 36 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....32

Figura 15. Promedios del peso (mg) por factor tratamiento (T) entre los 27 y 36 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias

estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....33

Figura 16. Promedios de supervivencia acumulada (%) por tratamiento (T) durante el proceso de adaptación (27 - 36 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.....34

Figura 17. Representación gráfica del número y tipo de caníbales encontrados (acumulado) durante el proceso de adaptación (14 - 26 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey..35

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo optimizar la producción de alevinos de *Pseudoplatystoma punctifer* “doncella” mediante la identificación de un protocolo y/o estrategia de alimentación efectiva durante el destete. Se experimentó con 4 tratamientos (3 réplicas por tratamiento), 1200 individuos por tanque a una densidad de 40 larvas.L⁻¹. El protocolo de alimentación tuvo tres fases: Alimento vivo (5 - 18 dpf) a base de *Artemia sp*; alimentos inertes húmedos (15 - 29 dpf) a base de flan balanceado (T1), flan balanceado con Algamac (T2), flan balanceado con Lisina (T3) y *Pomacea sp.* “churo” (T4); alimento inerte seco (27 - 36 dpf) a base de puripaiche (Purina, 45% de proteína), con un periodo de adaptación de 4 y 3 días para el primer y segundo destete. Fueron alimentados 5 veces al día a intervalos de 3 horas. Después de cada alimentación se procedía con la limpieza de los tanques mediante sifoneo del alimento no consumido. El experimento se realizó bajo un sistema de recirculación, donde la calidad del agua se mantuvo constante. Para cuantificar el desempeño de las variables supervivencia, canibalismo, incremento de peso y longitud se utilizó el software “IBM SPSS Statistics” versión 23, a través de la metodología ANOVA de una vía.

Los resultados mostraron que T2 (Flan balanceado enriquecido a base del producto Algamac) mantuvo diferencias estadísticamente significativas (P=0,001) con respecto a los demás tratamientos, con efecto positivo en cuanto a crecimiento en tamaño ($34,36 \pm 5,12$ mm) y supervivencia ($45,32 \pm 0,74\%$) e influyo sobre el comportamiento caníbal de las larvas de doncella. Los hallazgos sugieren que es posible optimizar la producción de alevinos adaptando los regímenes de alimentación a las necesidades nutricionales del pez.

Palabras clave: Destete, Alimento vivo, enriquecimiento, dietas inertes, larvas.

ABSTRACT

The present study is aimed to optimize the production of fingerlings of *Pseudoplatystoma punctifer* "doncella" by identifying a protocol and effective feeding strategy during weaning, using 4 treatments (3 replications for each treatment), 1200 individuals per tank at a density of 40 larvae. L⁻¹. The feeding protocol had three phases: Live food (5 - 18 dpf) based on *Artemia* sp; moist inert food (15 - 29 dpf) based on "balanced custard" (T1), custard balanced with Algamac (T2), custard balanced with Lysine (T3) and *Pomacea* sp. "churo" (T4); dry inert food (27 - 36 dpf) based on puripaiche (Purina®, 45 % protein), with an adaptation period of 4 and 3 days for the first and second weaning. The subjects were fed 5 times a day at intervals of 3 hours. After each feeding we proceeded with the cleaning of the tanks by siphoning the uneaten food. The experiment was conducted in a recirculating water system, where the water quality remained constant. To quantify the performance of the variables survival, cannibalism, weight and length increase, the software "IBM SPSS Statistics" version 23 was used, through one-way ANOVA methodology.

The results showed that T2 (balanced custard based on the Algamac product) maintained statistically significant differences ($P = 0.001$) when compared respect to the other treatments, with positive effect in terms of growth in size (34.36 ± 5.12 mm) and survival (45.32 ± 0.74 %) and influenced the cannibal behavior of "doncella" larvae. The findings suggest that it is possible to optimize the production of fingerlings by adapting feeding regimes to the nutritional needs of the fish.

Key words: Weaning, live food, enrichment, inert diets, larvae.

INTRODUCCIÓN

La Amazonía peruana representa un gran potencial debido a la diversidad de especies (726), considerada superior a otras cuencas (Ortiz & Iannacone, 2008). Entre ellas la doncella, *Pseudoplatystoma punctifer* es de gran potencial para la producción comercial (Goulding, 1980; Reid, 1983; Kossowski, 1996; García-Dávila *et al.*, 2013), debido a que la calidad de su carne es muy apreciada en los mercados de la Amazonía peruana (Fernández *et al.*, 2012). Sin embargo su acuicultura a gran escala no ha sido implementada en el Perú, debido a factores limitantes que afectan la sobrevivencia de las larvas de *P. punctifer*, como la frecuencia de alimentación, regulación del fotoperiodo y el canibalismo (Núñez *et al.*, 2008). La alimentación es uno de los factores limitante para el desarrollo de la producción acuícola sino se tiene en cuenta ciertos aspectos técnicos, como el conocimiento nutricional y la importancia de desarrollar estrategias de alimentación que mejoren de manera adecuada y en el menor tiempo posible el desarrollo de los cultivos.

El presente trabajo busca optimizar la producción de alevinos de *Pseudoplatystoma punctifer* “doncella” mediante la identificación de un protocolo y/o estrategia de alimentación efectiva durante el destete.

CAPÍTULO I. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En años recientes se han realizado estudios de la doncella *Pseudoplatystoma punctifer*, principalmente para el desarrollo de su acuicultura. Sin embargo, el factor limitante es la producción insuficiente de alevines acondicionados al consumo de dietas artificiales secas (Kossowski, 1996; Nuñez, 2009) debido a la falta de protocolos eficientes para el adiestramiento o destete, que consiste en la sustitución gradual del alimento vivo por una dieta artificial seca, procedimiento considerado crítico en la piscicultura de peces carnívoros (Atencio-García & Zaniboni-Filho, 2006), por la aparición de canibalismo o no aceptación de las dietas secas, a diferencia de los bagres omnívoros que tienen mejor aceptación de las dietas secas (Marciales-Caro *et al*, 2011). El uso de dietas “caseras” húmedas como intermediarias entre el alimento vivo y las dietas secas durante el proceso de destete (Kubitza y Lovshin, 1999) brinda mejores resultados por el incremento de crecimiento y supervivencia debido a la buena aceptación inicial de las dietas húmedas a diferencia del paso directo a dietas secas (Luz *et al*, 2002; Marciales-Caro *et al*, 2011).

En tal sentido la elección del tema responde a la necesidad de optimizar la producción de alevinos de *Pseudoplatystoma punctifer* “doncella” mediante la identificación de un protocolo y/o estrategia de alimentación eficaz que permita eliminar el cuello de botella como la alta tasa de mortalidad, debido principalmente a la baja capacidad de adaptación de las larvas a las dietas inertes y a su fuerte comportamiento caníbal durante el destete, de esta manera contribuir a complementar la información de estudios que respalden el uso dietas acondicionadas a las necesidades nutricionales del pez.

1.1.1 Formulación del problema

a.- A nivel general

¿Cómo y en qué medida nutricional incide el uso de dietas húmedas inertes y alimento balanceado comercial, en el destete de la doncella?

b.- A nivel específico

¿Cuál de las dietas intermedias húmedas inertes, permitirá el mejor desarrollo de las larvas al final del periodo experimental?

1.2 Formulación de Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Optimizar la producción de alevinos de *Pseudoplatystoma punctifer* “doncella” mediante la identificación de un protocolo y/o estrategia de alimentación efectiva durante el destete.

1.2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento, supervivencia y canibalismo de la doncella durante el desarrollo del trabajo experimental.
- Identificar la mejor dieta que permita un mejor crecimiento y supervivencia de la doncella.

1.3 Hipótesis

1.3.1 A nivel general

El crecimiento y supervivencia de los alevinos de doncella “*Pseudoplatystoma punctifer*” a finalizar del experimento será óptimo conforme se realice el destete a dieta comercial seca previo uso de dietas húmedas intermedias fortificadas.

1.4 Justificación e importancia

El presente trabajo pretende realizar aportes en cuanto a la obtención de un procedimiento o protocolo de alimentación, manejo y el uso de dietas efectivas para el crecimiento y supervivencia de la doncella.

La investigación resulta importante, porque es necesario mitigar los efectos causados por los cuellos de botella generados a consecuencia de no contar con estudios que respalden el uso de dietas óptimas durante el destete de la doncella “*Pseudoplatystoma punctifer*”. Asimismo, contribuir en la mejora continua de la cadena de producción en cautiverio de larvas, alevines y juveniles para uso comercial, como de su repoblamiento a fin de contribuir en la disminución del impacto producto de la pesca desmedida de la especie en su estado natural.

CAPÍTULO II. ANTECEDENTES

2.1. Sistemática

La diversidad del género *Pseudoplatystoma* ha sido subestimada y su sistemática no está del todo definido, en parte, por la variación geográfica de su hábitat y debido a la falta de estudios taxonómicos que puedan diagnosticar y delimitar los límites de esta especie.

En la actualidad se conocen 8 especies pertenecientes al género *Pseudoplatystoma*, las cuales tres son ampliamente reconocidas: *P. fasciatum* (Linnaeus), *P. tigrinum* (Valenciennes) y *P. corruscans* (Spix & Agassiz); otras cinco especies fueron descritas recientemente: *P. punctifer* (Castelnau), *P. reticulatum* (Eigenmann & Eigenmann), *P. orinocoense* n.sp., *P. metaense* n.sp., y *P. magdaleniatum* n.sp., todas estas especies comparten características de anatomía esquelética y miología (Buitrago-Suárez & Burr, 2007).

Pseudoplatystoma punctifer y *P. tigrinum* son simpátricas en la cuenca Amazónica; *P. metaense* y *P. orinocoense* son simpátricas en la cuenca del Orinoco; y *P. corruscans* y *P. reticulatum*, son simpátricas en el Paraná. *Pseudoplatystoma magdaleniatum* (cuenca del río Magdalena) y *P. fasciatum* (cuenca del río Guyanas) restringidas como únicas especies de *Pseudoplatystoma* en sus respectivas áreas. *Pseudoplatystoma reticulatum* puede ser simpátrica con otras dos especies en la cuenca del Amazonas, pero no se cuenta con ningún registro de la captura de ellos en las corrientes principales y afluentes (Buitrago-Suárez & Burr, 2007). Una reciente revisión filogenética sitúa a *P. fasciatum* y *P. punctifer* con la misma base genética (Torrico *et al.*, 2009). Estudio que pone en evidencia una posible identificación inadecuada del

género *Pseudoplatystoma*. Para los fines que persigue la presente investigación se nombrara a nuestra especie como *Pseudoplatystoma punctifer* por ser la última descripción taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Pseudoplatystoma punctifer*

Reino	ANIMALIA
Phylum	CHORDATA
Subphylum	VERTEBRATA
Superclase	GNATHOSTOMATA
Clase	OSTEICHTHYES
Subclase	ACTINOPTERYGII
Orden	SILURIFORMES
Familia	PIMELODIDAE
Subfamilia	PIMELODINAE
Genero	<i>Pseudoplatystoma</i> (bleeker, 1862)
Especie	<i>Pseudoplatystoma punctifer</i> (Castelnau, 1855)

2.2 Morfología

P. punctifer presenta fontanela corta, hocico casi de la misma anchura en todas partes, barras blancas inmediatamente delante de las barras negras verticales (Lauzanne & Loubens, 1985).

Presenta una coloración gris en el dorso y flancos, cruzado por una serie variable de bandas oscuras transversales; el vientre es de color claro (Reid, 1983; Barthem & Goulding, 1997; Inturias, 2007). Espina aserrada, dorsal delgada. Aleta anal corta” (Buitrago-Suárez & Burr, 2007).

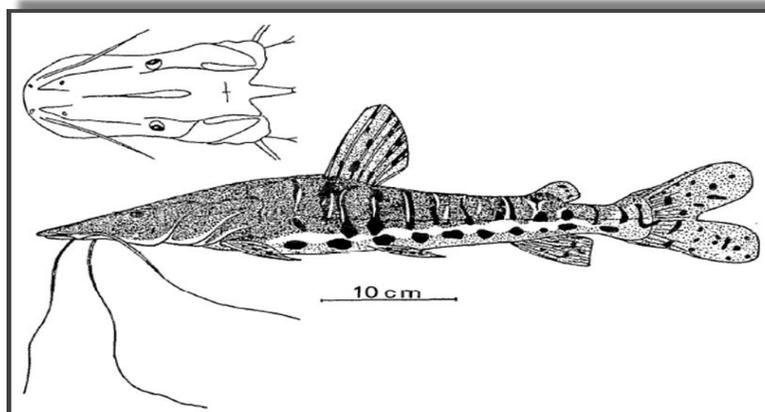


Figura 1. Pseudoplatystoma punctifer, juvenil (Pimelodidae). (Tomada de Lauzanne & Loubens, 1985).



Figura 2. Pseudoplatystoma punctifer ex fasciatum (Buitrago-Suárez & Burr, 2007).

2.3 Distribución geográfica, Hábitat y Ecología

La mayoría de los peces de la región Amazónica cambian su hábitat a lo largo del año en respuesta a las fluctuaciones de los niveles de los ríos. Estos cambios responden a las necesidades tróficas, a la intensidad de depredación y a una estrategia reproductiva; sin embargo, otros autores lo atribuyen también a las condiciones fisicoquímicas del agua. En estos viajes migratorios muchas de las especies recorren largas distancias, como es el caso de los bagres y los

carácidos, que para esta área constituyen los principales grupos de peces con migraciones alimentarias (Junk, 1997).

La distribución de *Pseudoplatytoma* incluye grandes cuencas del neotrópico, Amazonas, Orinoco, Paraná (incluyendo el río Uruguay), ríos de la región de las Guayanas, San Francisco y Magdalena. Tiene poblaciones en todas las cuencas de Sur América, excepto en el pacífico (Buitrago-Suárez, 2006). Su área de distribución se extiende a la Orinoquia venezolana, Guyana francesa y Paraguay. *Pseudoplatystoma fasciatum* vive en las lagunas, áreas inundadas y canales principales de los ríos, tanto en aguas superficiales como subsuperficiales (Barthem & Goulding 1997). Son muy extendidos en el bajo Amazonas, pero raros o ausentes en los estuarios, se los encuentra en la cabecera de todos los tipos de ríos, en los canales, en los planos de inundación y a lo largo de los arroyos de la selva lluviosa, tanto en aguas corrientes como tranquilas. Las especies de *Pseudoplatystoma* se conocen por llevar a cabo complejas migraciones laterales entre ríos, lagos y llanuras de inundación del río, así como por tener los movimientos longitudinales (300 -700 km) a lo largo de cauces de los ríos (Barthem & Goulding, 1997). *P. fasciatum* suele ocupar sitios protegidos por troncos y ramas sumergidas o vegetación acuática, mientras que *P. tigrinum* es más común sobre sustratos abiertos y limpios (Reid, 1983).



Figura 3. Mapa de Suramérica. El área sombreada muestra la distribución del género, *Pseudoplatystoma*. Mapa original M. J. Weitzmanl, 1982.

2.4 Reproducción

El comportamiento reproductivo de *P. punctifer* está asociado al ciclo hidrológico del río, coincidiendo la maduración sexual con la época de interfase a creciente y el desove con la época de creciente (Deza *et al.*, 2005). Con un periodo de desove corto, en la segunda parte de la crecida (enero y febrero) y forman cardúmenes en tiempo de actividad sexual (Lauzanne *et al.*, 1990; Loubens & Panfili, 2000). Fecundidad elevada de 150 000 óvulos/Kg (Nuñez, 2009). Requieren todas sus reservas de grasa para poder producir una gran cantidad de óvulos en la época de desove (Muñoz & Van Damme, 1998). La talla mínima reproductiva encontrada para *P. punctifer* fue de 54 cm de longitud estándar. Un estudio posterior de crecimiento y estado de reproducción sobre *Pseudoplatystoma sp.*, en la laguna Cáceres (Pantanal boliviano) permitió estimar la talla de madurez sexual, que es de 55 - 60 cm. de longitud total en *Pseudoplatystoma punctifer* (Navia *et al.*, 2007).

2.5 Hábitos alimenticios

El espectro amplio de “ítem” alimentarios de la doncella en estado adulto está constituida por diferentes especies ícticas, evidenciando que no hay cambio alimenticio temporal, sin embargo, es evidente que a través del tiempo presenta cambios con respecto a su presa principal *P. nigricans* y *Pimelodus sp.* (Deza *et al.*, 2005).

Tradicionalmente se considera que los miembros del género *Pseudoplatystoma*, se alimentan durante la noche. Sin embargo, se ha demostrado que *P. punctifer* está activo y caza durante el día, especialmente en la mañana (Reid, 1983). Su alimentación corresponde a niveles tróficos altos, siendo en su mayoría predadores, ictiófagos y omnívoros. Su dieta está compuesta

principalmente por cardúmenes de Characiformes, como: Boquichico, *Prochilodus nigricans* (Prochylodidae); llambina, *Potarmorhina altamazonica*; ractacara, *Psectrogaster amazónica*; chíó chíó, *Psectrogaster rutiloides*; San Pedro, *Chalceus erythrurus* (Curimatidae); palometa, *Mylossoma duriventrii*; paña roja, *Serrasalmus nattereri* y paña blanca, *Serrasalmus rhombeus* (Serrasalmidae); sardina, *Triportheus angulatus*; mojarra, *Diplodus vulgaris* (Characidae) y Chambira, *Rhaphiodon vulpinus* (Cynodontyidae). Así como de Cardúmenes del orden siluriformes como rego rego *Hemidoras stenopeltis* (Doradidae), shitari *Loricariichthys maculatus* (Loricariidae), shiruy *Hoplosternum littorale* (Callichthyidae) y del orden Perciformes como la corvina *Plagioscion squamosissimus* que pertenece a la familia Sciaenidae (Deza *et al.*, 2005). Es bien conocido que incorporan en su dieta a miembros de su propia clase; así como, crustáceos y algunas frutas o semillas (Reid, 1983).

2.6 Pesquería de la doncella

Los siluriformes son uno de los principales órdenes a nivel mundial en cuanto al número y distribución de especies, especialmente en el sector continental (Burgess, 1989). Dentro de estos se encuentra los pimelódidos los cuales son, en número de especies, el segundo de Suramérica; pero, el más importante comercialmente, dado que muchos integrantes alcanzan grandes tallas, algunos alrededor de 150 kg (Barthem & Goulding, 1997).

El desembarque de los siluriformes o grandes bagres se ha incrementado significativamente en los últimos años, desde 917 toneladas en el 2002 hasta 3 283 al 2008 (Tello & García, 2009). Situación que ha generado el aumento de la presión de pesca y la captura de individuos en tallas por debajo de 93,92 y 78,49 cm. de longitud total para hembras, que es el tamaño de la primera

madurez sexual (Deza *et al.* 2005). Su consumo se ha popularizado por la calidad de su carne, ausencia de espinas intramusculares, agradable sabor, se comercializa entero fresco, la piel es utilizada para confeccionar accesorios y es comercializado como pez ornamental (Padilla *et al.*, 2001; Motalván, 2008; Díaz *et al.*, 2009; Tello & García, 2009; Fernández, 2011). Presenta una gran demanda en el mercado regional e internacional que, por ahora, es cubierta a través de la pesca comercial en ambientes naturales (Tello & García, 2009).

2.7 Canibalismo

Pseudoplatystoma punctifer posee características favorables para el desarrollo de su acuicultura. Sin embargo, la principal limitante es la elevada tasa de mortalidad ocasionada por el alto nivel de agresividad y canibalismo que presentan sus larvas (Montalvan, 2008; Nuñez *et al.*, 2008, Baras *et al.* 2011). El canibalismo es frecuente entre larvas de peces, especialmente en peces piscívoros los cuales desarrollan una amplia abertura bucal y dientes a edad precoz (Baras, 2005). Individuos de *P. punctifer* suelen convertirse a edades tempranas en potenciales caníbales si encuentran la oportunidad de adquirir ventaja en crecimiento, los más grandes depredan a los más pequeños (Baras *et al.*, 2011). La mortalidad no solo es causada por el canibalismo sino también por las heridas ocasionadas por el comportamiento agresivo de las larvas y por denominados «jumpers» (fenómeno en el cual un grupo de alevinos crece más rápido que otros y que es asociado al canibalismo) (Dugué *et al.*, 2005).

Entre los tipos de canibalismo tenemos: canibalismo tipo I (o incompleto), es cuando el predador atrapa su presa dejando solo la cabeza o parte de su cuerpo y canibalismo tipo II (o completo), es cuando digiere toda la presa (Hench & Appelbaum, 1988). En ambos casos el canibalismo está usualmente asociado con la variación de heterogeneidad de tamaño, inducido

por la disponibilidad limitada de alimento, altas densidades y ambientes con mucha luz (Atencio-Garcia & Zaniboni-Filho, 2006).

2.8 Heterogeneidad en el tamaño

La heterogeneidad de tamaño es un problema central en larvicultura y especialmente en el estímulo de la conducta caníbal. Esta puede ser influenciada por un amplio rango de factores intrínsecos y medio-ambientales. La variación de tamaño es mayor en la etapa larval que en los juveniles y adultos (Baras, 2005), especialmente porque el tamaño de boca de la larva es relativamente mayor que el tamaño del cuerpo por lo tanto ellas pueden ejercer canibalismo sobre presas más pequeñas. La relación entre la heterogeneidad del tamaño inicial y el canibalismo en las larvas de los bagres demuestran que la heterogeneidad del tamaño inicial también es un factor limitante en la supervivencia de la progenie. Estudios realizados en *Clarias gariepinus*, mostraron que la heterogeneidad de tamaño juega un papel importante en la supervivencia de las larvas. Por lo tanto, debe haber un esfuerzo cada vez mayor hacia la selección de los reproductores en la producción de progenies con una baja heterogeneidad de tamaño y una marcada sincronía en el inicio de la incubación (Baras, 2005).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1 Descripción y Ubicación del Lugar de Investigación

El trabajo de experimentación se realizó en las instalaciones del **Centro de Investigaciones Fernando Alcántara Bocanegra (Quistococha)** bajo el Marco del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC) del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), sede Iquitos, ubicado en el Km 4,5 de la margen derecha de la carretera Iquitos – Nauta, Quistococha, distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas, región Loreto. Geográficamente ubicado a 3° 45' 0586'' de Latitud Sur, 73° 14' 4097'' de Longitud Oeste y altitud de 122,4 msnm.



Figura 4. Vista frontal de los laboratorios del Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos (AQUAREC).

3.2. Materiales y Método

3.2.1 Origen de peces utilizados

A. Selección de peces reproductores

Los progenitores de *Pseudoplatystoma punctifer* utilizados para la inducción hormonal fueron de propiedad del IIAP-CIFAB (Quistococha), criados en cautiverio y acondicionados en estanques de 40 x 20 x 1m. de longitud.

Se seleccionaron individuos hembras que presentaron vientre abultado o prominente, así como individuos machos que emitían esperma mediante presión abdominal. Con una cánula o sonda plástica introducida en el ovario se procedió a extraer una muestra de óvulos para observar su estado de maduración. Una vez realizada la selección, los individuos aptos fueron trasladados y acondicionados en estanques de 1,5 x 0,75 x 0,6 m de longitud para su posterior inducción hormonal.

B. Tratamiento hormonal

Se realizó el mismo día de la selección mediante inyección intramuscular utilizando la hormona de hipófisis de carpa. La dosis suministradas para las hembras fueron de 5mg.Kg⁻¹ aplicada en dos tiempos: la primera estimulante a las 20:00 horas (10% del total), y la segunda desencadenante 12 horas después (90 % del total), mientras que a los machos se les aplicó solo una dosis del 100% del total a razón de 1mg.Kg⁻¹. Una vez iniciado el desove (8 horas después) se realizó leves masajes abdominales para facilitar la liberación de los óvulos.

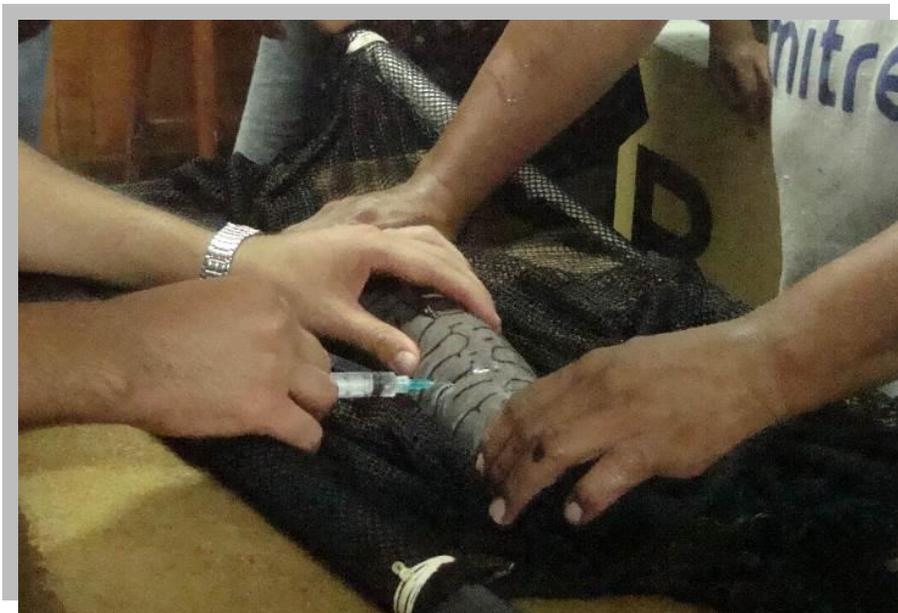


Figura 5. Inducción hormonal

C. Fertilización artificial e incubación

Los óvulos recolectados en envases de plástico se pesaron (300 g.) y fertilizaron con esperma conservados a 4 °C que fueron colectados previo al desove en jeringas de 4 ml que contenían suero fisiológico para evitar su activación. La fertilización consistió en realizar movimientos suaves y circulares mediante una pluma durante un minuto, hidratación con 30 ml de agua, movimientos suaves, continuos y circulares por espacio de un minuto más, finalmente para eliminar impurezas y resto sobrante se llevó a cabo el enjuague agregando 100 ml de agua, repitiendo el proceso por 3 veces.



Figura 6. Liberación de óvulos

Una vez fertilizados los óvulos fueron transferidos a incubadoras de fibra de vidrio de 60 litros de capacidad (Figura 7). El sistema de incubadoras era alimentada mediante una manguera que permitía el paso del flujo de agua desde la parte inferior a la parte superior, lo que facilitaba la suspensión de los huevos. Unas 14 horas más tarde se produce la eclosión.



Figura 7. Incubadoras de fibra de vidrio tipo Woynarovich , de 60 litros de capacidad.

3.2.2 Unidad experimental

La experimentación se realizó en el sistema denominado circuito de recirculación de agua clara (CAC), que se encuentra instalado en la sala de reproducción de peces amazónicos del IIAP (Figura 8). El sistema de crianza está conformado por 6 unidades de 6 tanques cada una, con dimensiones 40 x 40 x 30 cm. de longitud, cada tanque fue construido a base de material de fibra de vidrio, con soporte para 40 L. Se pueden tener de 6 a 36 tanques con agua circulando en condiciones homogéneas (pH, temperatura, oxígeno disuelto, etc) lo que permite controlar bajo ciertas condiciones un número predeterminado de tanques sin alterar la condiciones de los otros. Cada tanque cuenta con un difusor conectado a un blower garantizando una tasa de saturación de oxígeno homogénea de 8,2 mg.L⁻¹. Una resistencia conectada a un termostato permite mantener la temperatura constante de 28 °C. La adaptación de tres tipos de filtración: Filtración mecánica, biológica, y ultravioleta (UV) aseguraron la buena calidad del agua a lo largo del experimento. Asimismo, el sistema en conjunto se encontraba cubierto en su totalidad por una manta de color negro, evitando la exposición prolongada a la luz de las larvas de doncella.



Figura 8. Circuito de recirculación de agua clara (CAC).

3.2.3 Alimentación inicial

Las larvas de doncella fueron transferidas a la unidad experimental (CAC) a los 4 días post fertilización (dpf). A los 5dpf se procedió a suministrar la primera alimentación constituida a base de nauplios de *Artemia sp.* recién eclosionados. Durante las dos primeras fases de experimentación se mantuvo una frecuencia de alimentación de 5 veces/día (6:00, 9:00, 12:00, 15:00 y 18:00 horas) con una densidad de 40 larvas.L⁻¹. La forma de obtener los nauplios consistió en la incubación de los quistes en bidones transparentes de 20 litros, agua a 35 ‰ de sal, temperatura de 28 °C, aireación e iluminación artificial constante durante 30 horas. Transcurridos las 30 horas de incubación y con los nauplios eclosionados se retiraba la aireación, se procedía con la evacuación, mediante una llave adaptada en la parte inferior de los bidones y con ayuda de una malla tamizadora de 33µm se separaban los residuos, cáscaras y otros agentes de los nauplios eclosionados. Después de cada cosecha los nauplios eran sumergidos en agua para facilitar la determinación de su densidad con el fin de calcular el volumen a suministrar a cada tanque.



Figura 9. Incubación de quistes de *Artemia sp.*

3.2.4 Diseño experimental

Para el diseño experimental de evaluación de dietas en el destete se utilizaron 12 tanques, cada tratamiento con sus respectivas réplicas (3 réplicas por tratamiento), mantenidos con recirculación de agua constante. En este experimento el protocolo de alimentación se dividió en tres fases: una primera fase la alimentación consistió en suministrar alimento vivo (5-18 dpf), una segunda fase con alimentos inertes húmedos (15-29 dpf) y una tercera fase con alimento inerte seco (27-36 dpf). En el primer destete (15-18 dpf) el periodo de adaptación fue de 4 días, mientras que en el segundo (27-29 dpf) fue de 3 días (figura 10).

A. Dieta experimental

Las dietas experimentales inertes húmedas fueron los siguientes:

FB : Flan Balanceado

FBAGM : Flan Balanceado + Algamac

FBAA : Flan Balanceado + Aminoácido Lisina

CM : *Pomacea sp.* "churo" (CM)

Las dietas fueron conservadas en refrigeración (5 °C) para luego ser suministradas previamente tamizadas entre 1 y 2 mm de abertura de malla para formar *pellets* que puedan ser consumidos por los peces.

Composición de las dietas inertes húmedas:

T1 (FB) = Alimento Balanceado + agua + gelatina neutra (colapez)

T2 (FBAGM) = Alimento Balanceado + agua + gelatina neutra + algamac

T3 (FBAA) = Alimento Balanceado + agua + gelatina neutra + aminoácidos

T4 (CM) = Pulpa de *Pomacea sp.* "churo"

Composición de la dieta inerte seca:

AS = Puripaiche

Los peces iniciaron la adaptación gradual con nauplios de *Artemia* hasta ser sustituidas completamente por las dietas inertes húmedas, finalmente el paso gradual de todos los tratamientos a alimento inerte seco (AS) para dar por concluida la adaptación a los 36 dpf.

B. Fase experimental

A los 4 días post fertilización (dpf), las post-larvas fueron distribuidas en el circuito de agua clara (CAC) con 1200 individuos por tanque a una densidad de 40 larvas.L⁻¹. Se realizó la primera alimentación a los 5dpf dando inicio a la experimentación denominada evaluación de diferentes dietas en el destete de la doncella, como tal se probó cuatro tratamientos, cada tratamiento con sus tres réplicas. El proceso de adaptación se inició en 2 tiempos: El primero a los 15-18 dpf y el segundo a los 27-29 dpf en ambos casos el protocolo de destete fue el mismo, reduciendo el suministro del último alimento en forma gradual al final de cada fase y aumentando la nueva dieta hasta la sustitución total del mismo. Durante las horas de alimentación fue necesario cerrar el flujo de agua por espacio de 30 minutos, permitiendo que los peces aprovechen mejor el alimento suministrado, culminado el tiempo se realizaba la limpieza mediante sifoneo del alimento no consumido.

Tabla 2. Densidad, número de individuos y cantidad de raciones suministradas diariamente.

Numero de larvas/bandeja	1200			
Densidad: Número de larvas/L	40			
Alimentación N° veces día/Nauplios de <i>artemia</i> (5 - 14 dpf)	5	5	5	5
Alimentación N° veces día/Alimentos Inertes Húmedos (15 - 26 dpf)	5	5	5	5
Alimentación N° veces día/Alimento Inerte Seco (27 – 36 dpf)	3	3	3	3

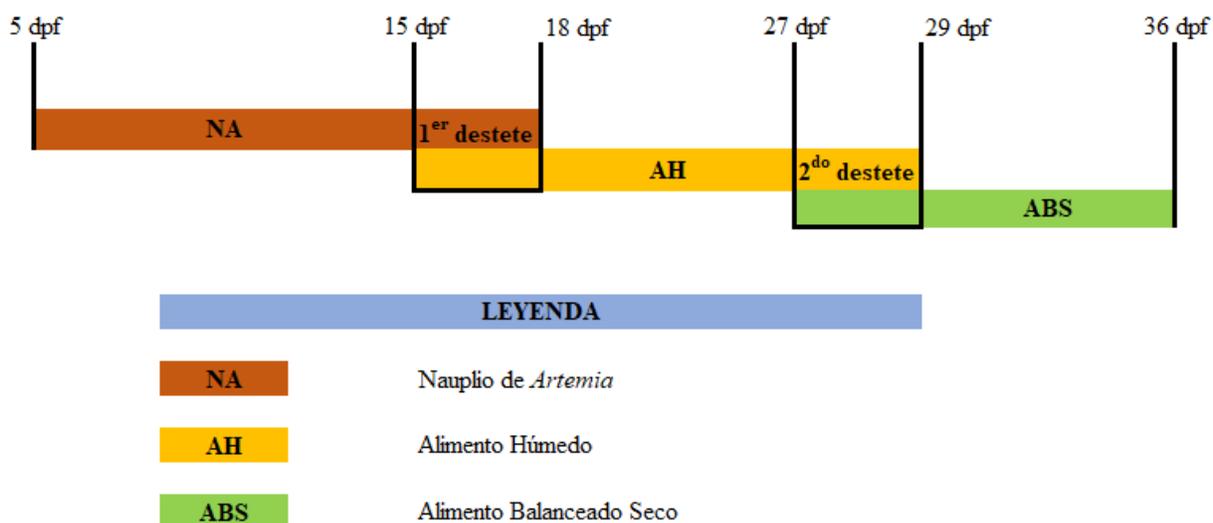


Figura 10. Resumen esquemático de la experimentación.

C. Calidad de agua

Los parámetros físico-químicos evaluados para determinar la calidad de agua en el experimento fueron: temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitritos, nitratos y amonio.

A lo largo del experimento, la temperatura del agua (T , ° C), el potencial de hidrógeno (pH) y la concentración de oxígeno disuelto (O_2 , $mg.l^{-1}$) fueron registrados diariamente, para lo cual se empleó un oxímetro (Cyberscam® DO300) y un medidor de pH (HANNAinstruments® HI9124). La concentración de nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) se calculó una vez por semana usando un fotómetro (HANNA-instruments®, Italia).

D. Muestreo

Se seleccionaron aleatoriamente 30 individuos de cada tanque para ser anestesiados con solución eugenol ($100 \mu l.ml^{-1}$; Moyco®, Moyco, Lima, Perú) y proceder con los registros fotográficos (Canon®, PowerShot SX20IS) y pesar (AND GR-300, max 310g. y min10 mg.). Cada espécimen fue medido en fotografía con el software de procesamiento de imágenes ImageJ® (Rasband, Instituto Nacional de Salud, 2012). Los resultados de altura y peso se expresaron como media \pm desviación estándar ($n = 3$). El número de larvas presentes en cada tanque se determinó procesando el registro fotográfico con el software ImageJ®.

D. Análisis estadístico

Se utilizó el software “IBM SPSS Statistics” versión 23. Para determinar la distribución de los datos se realizó el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov ($n > 30$) con la corrección de significación de Lilliefors y el Test de Shapiro-Wilk ($n \leq 30$). Se llevó a cabo el análisis de varianza (ANOVA) de una vía para analizar los datos de longitud, peso, supervivencia y canibalismo. Cuando las diferencias entre los tratamientos fueron significativos ($P < 0,05$) se realizó la prueba *post hoc* de Tukey para identificar diferencias entre pares.

CAPITULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros de calidad de agua evaluados durante el experimento se muestran en la Tabla 6, donde se señala el promedio de cada uno junto con su rango de desviación estándar.

Tabla 3. Parámetros de calidad de agua registrados durante la experimentación

Parámetros	Temperatura	pH	Amoniaco	Oxígeno disuelto	Nitratos	Nitritos
Unidades	°C	--	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Valores	27,0 ± 0,6	7,0 ± 0,6	0,14 ± 0,05	8,89 ± 1,5	7,74 ± 3,22	0,04 ± 0,03

4.1.2 Inicio (4-14 dpf)

A los 4 y 14 dpf se muestra (figura 10) la longitud total promedio alcanzada por las larvas de doncella de los tanques antes del inicio de adaptación con los diferentes tratamientos a base de dietas húmedas. A Los 14 dpf no se encontraron diferencias significativas en términos de longitud ($P=0.330$) y peso ($P=0.280$). A nivel de supervivencia ($P=0,007$) el tratamiento T3 tuvo diferencias significativas con efecto positivo con respecto al resto (T1, T2 y T4). La supervivencia en esta fase larval (14dpf) alcanzo un promedio de $78,97 \pm 4.45\%$. No se observaron tipos de canibalismo.

4.1.3 Primer Destete (15-26 dpf)

A. Comparación de las longitudes (mm).

En términos talla (longitud total) a los 22 dpf el tamaño promedio alcanzado por los individuos representa el $18,96 \pm 1,97$ mm. Existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos, excepto entre T2 y T4 que se mostraron bastante similares y tuvieron un efecto positivo.

A los 26 dpf la longitud total promedio alcanzado por los especímenes fue de $21,86 \pm 2.41$ mm. Donde se observó que no existen diferencias significativas entre T1, T3 y T4, sin embargo las larvas alimentadas con el fortificador Algamac (T2) mantienen diferencias significativas con el resto, con efecto positivo en el crecimiento.

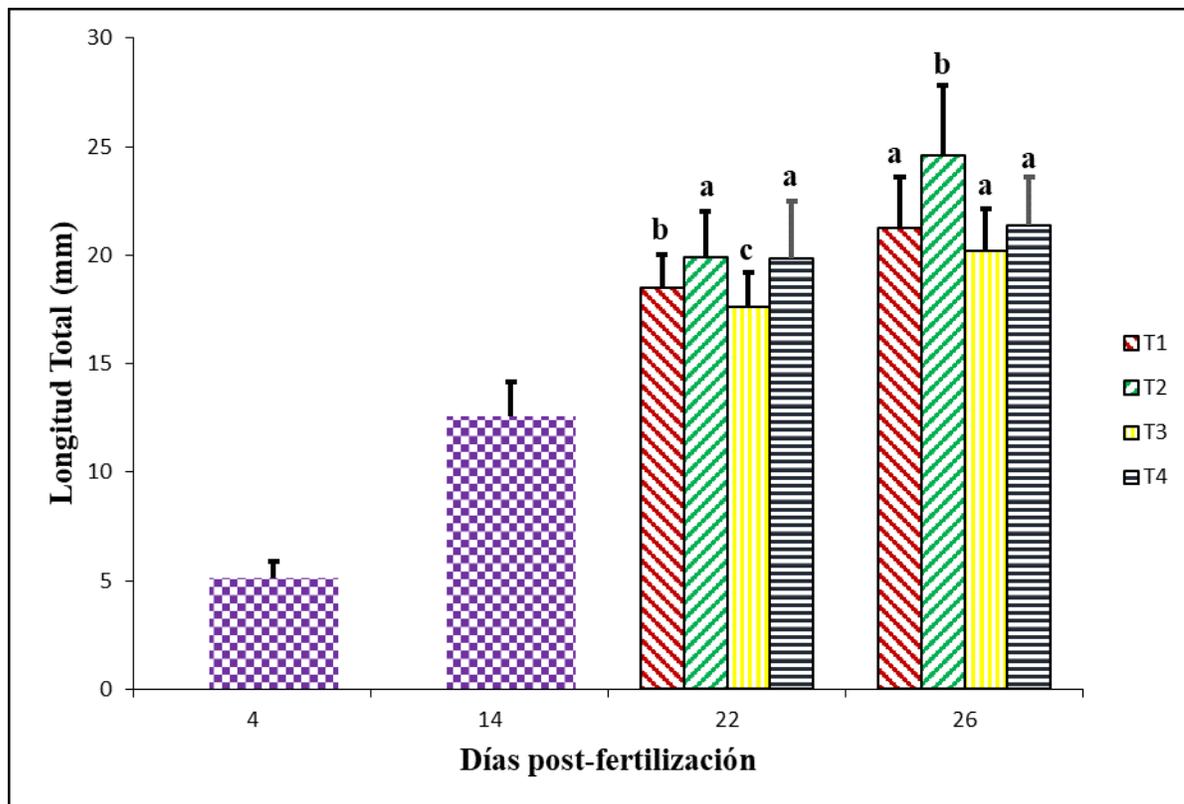


Figura 11. Promedios de la longitud total (mm) por factor tratamiento (T) a los 4, 14, 22 y 26 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM

B. Comparación de los pesos (mg.)

Con respecto al crecimiento en términos de peso húmedo, a los 22 dpf (figura 11) la población de los tratamientos T2 y T4 que estadísticamente son similares muestran efecto positivo, en comparación con los T1 y T3 que mantienen similitud estadística pero con efectos negativos. El peso total promedio alcanzado en este estadio representa el 33.99 ± 2.44 mg.

A los 26 dpf no existen diferencias significativas entre T1, T3 y T4. Sólo T2 (Flan balanceado enriquecido con Algamac) mantiene diferencia significativa con respecto al resto,

con efecto positivo en el peso. El desarrollo tanto de longitud y peso en esta fase mantienen similitud.

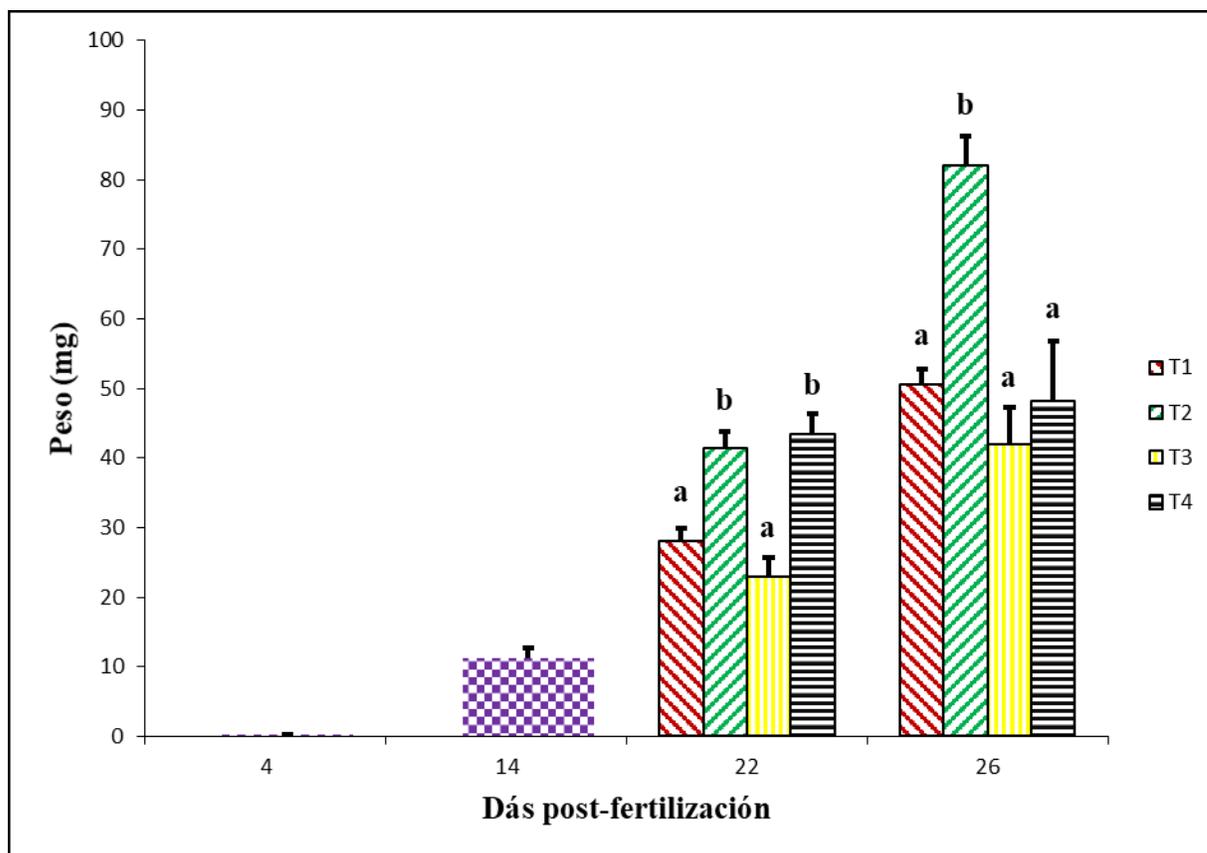


Figura 12. Promedios del peso (mg) por factor tratamiento (T) a los 4, 14, 22 y 26 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM

C. Supervivencia expresada en porcentaje.

Durante el primer destete existe diferencia significativa ($P=0,02$) entre los valores de supervivencia (figura 12) de los tratamientos T3 y T4, mostrando el menor efecto T3 ($27,22 \pm 1,81\%$) y mayor para T4 ($39,95 \pm 5,27 \%$). Lo que demuestra influencia de los tratamientos.

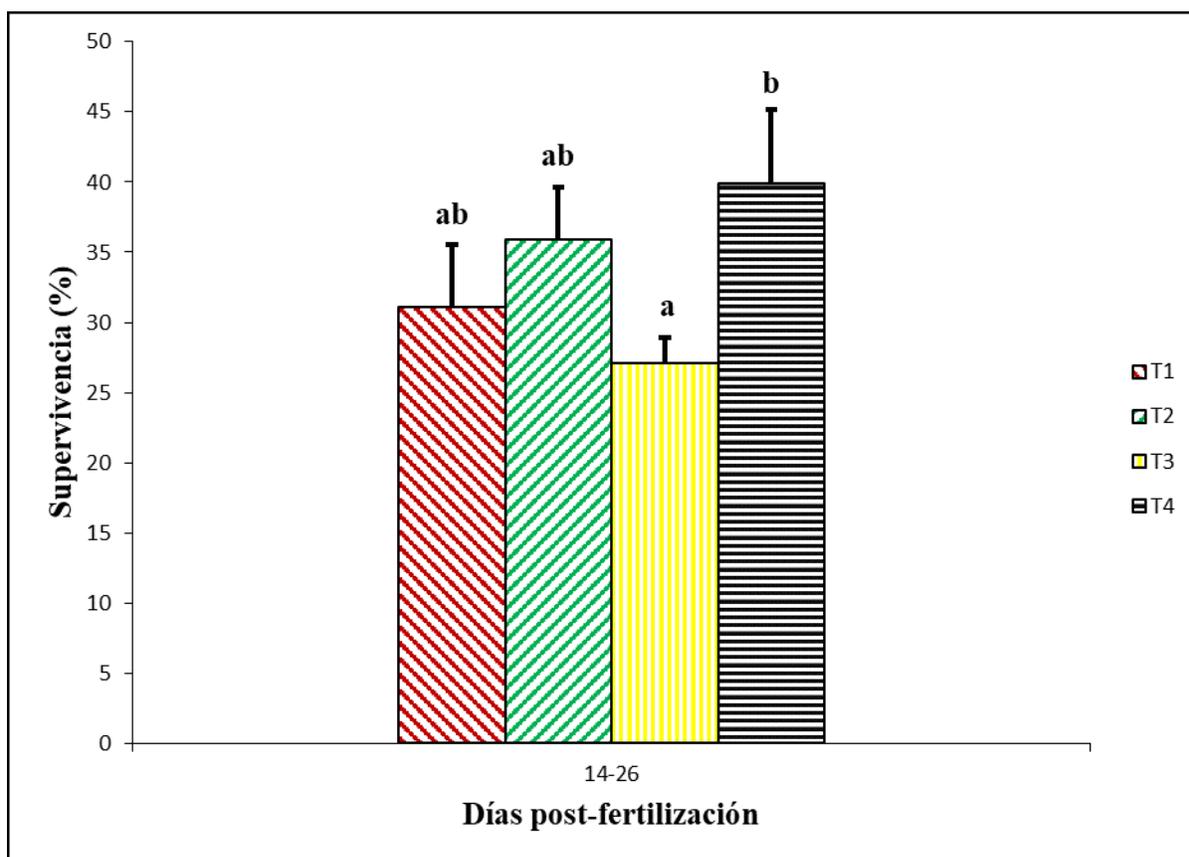


Figura 13. Promedios de supervivencia acumulada (%) por tratamiento (T) durante el proceso de adaptación (14-26 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM

4.1.3 Segundo Destete (27-36 dpf)

Durante el segundo destete el tratamiento T3 no fue tomado en cuenta, debido a la nula supervivencia. En esta fase sólo los tratamientos T1, T2 y T4 fueron considerados para las comparaciones.

A. *Comparación de las longitudes (mm).*

La longitud promedio de los tratamientos al inicio del segundo destete representa el $21,86 \pm 2,41$ mm, y una vez culminado dicho proceso a los 36 dpf el valor que se obtuvo fue de $30,88 \pm 5,58$ mm.

A los 36 dpf el análisis estadístico indica que no existe diferencia significativa ($P > 0,05$) entre T1 ($31,84 \pm 6,23$ mm) y T2 ($34,36 \pm 5,12$ mm), Sólo T4 ($26,44 \pm 5,40$ mm) mantiene diferencia ($P = 0,001$) con respecto a los demás, con efecto negativo, presentando los valores más bajos de longitud. Mientras que la tendencia para T2 es positiva, ligeramente mayor en comparación a T1.

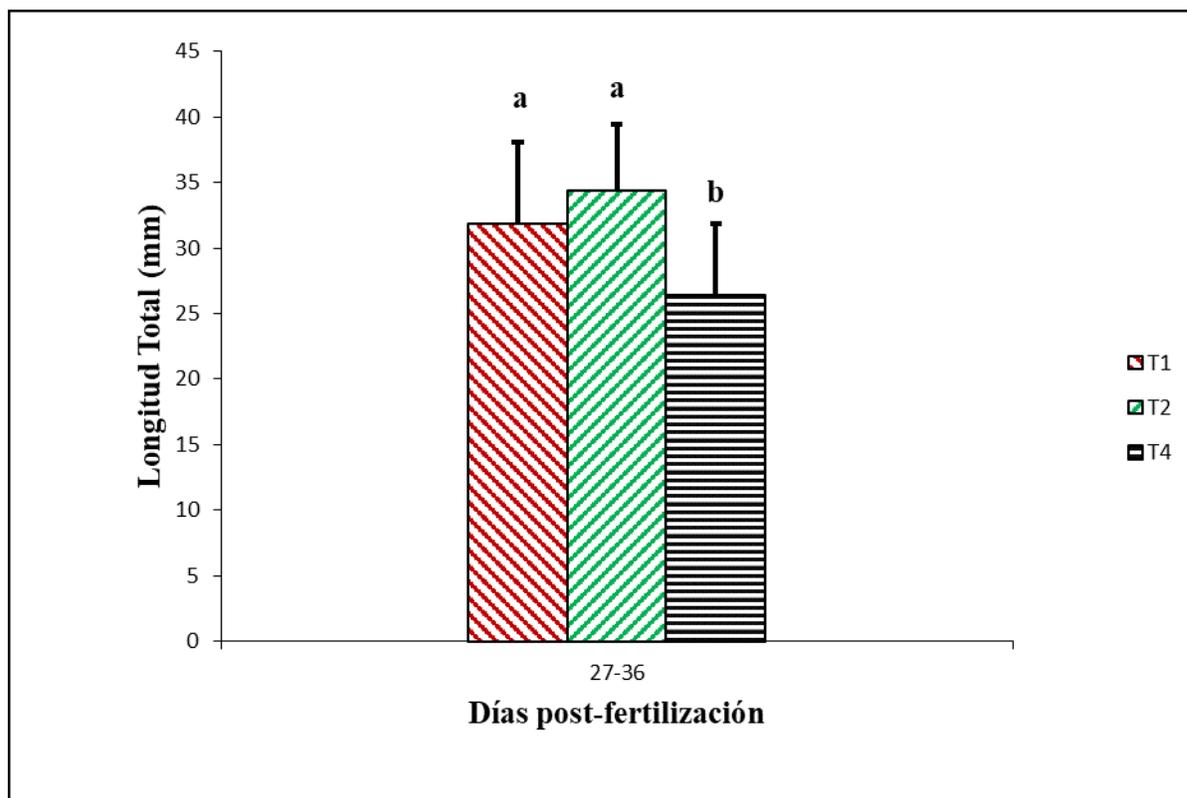


Figura 14. Promedios de la longitud total (mm) por factor tratamiento (T) entre los 27 y 36 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM

B. Comparación de los pesos (mg.)

En relación al peso, existe diferencia significativa entre T2 y T4, con efecto negativo para T4 que presenta los índices de pesos más bajos (136.74 ± 26.81 mg). Los mejores tratamientos están representados por T1 y T2 sin diferencia estadísticamente significativa entre ambos.

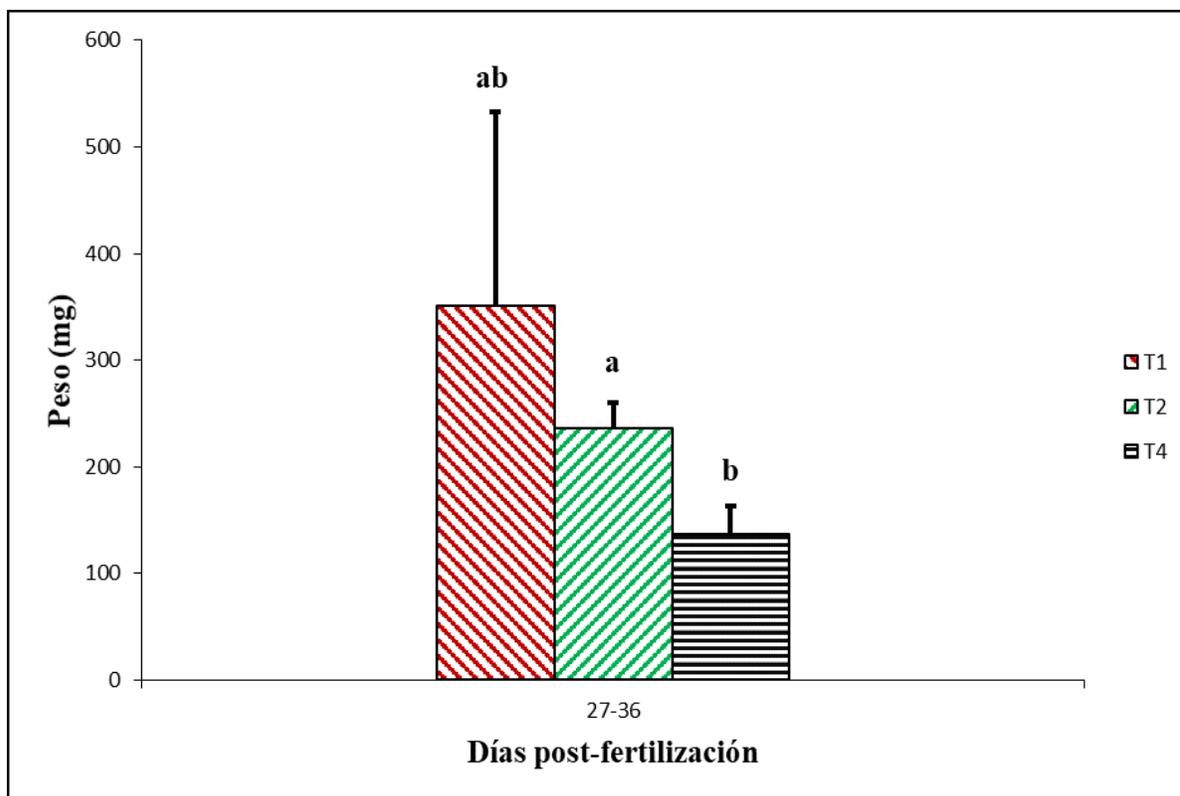


Figura 15. Promedios del peso (mg) por factor tratamiento (T) entre los 27 y 36 dpf. Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM.

C. Supervivencia expresada en porcentaje.

A nivel de supervivencia T2 ($P=0.001$) mantiene diferencia significativa con el resto (T1 y T4 estadísticamente similares). El mejor resultado de supervivencia está determinado por T2 (45, 32± 0,74%), secundado por T1 que representa el 21,60± 3,42%, mientras que T4 muestra el porcentaje más bajo (18,08± 7,78).

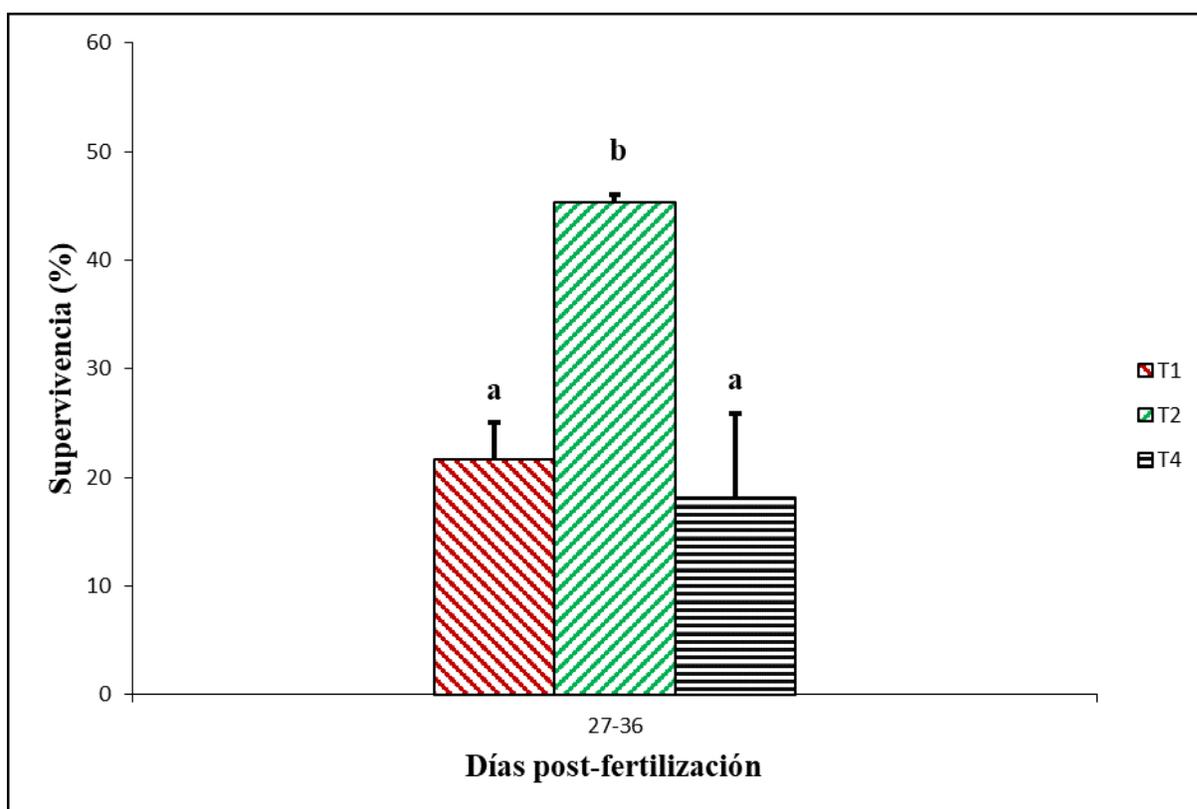


Figura 16. Promedios de supervivencia acumulada (%) por tratamiento (T) durante el proceso de adaptación (27-36 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey. T1=FB, T2=FBAGM, T3=FBAA, T4=CM

A. Número de caníbales observados durante la experimentación

A nivel de canibalismo (figura 13) sólo existe diferencia estadísticamente significativa entre la cantidad de caníbales del Tipo I de las dietas T1 y T4, siendo mayor en T1. Mientras que la presencia de caníbales del Tipo II en todas las dietas es estadísticamente similar, no existiendo diferencia significativa.

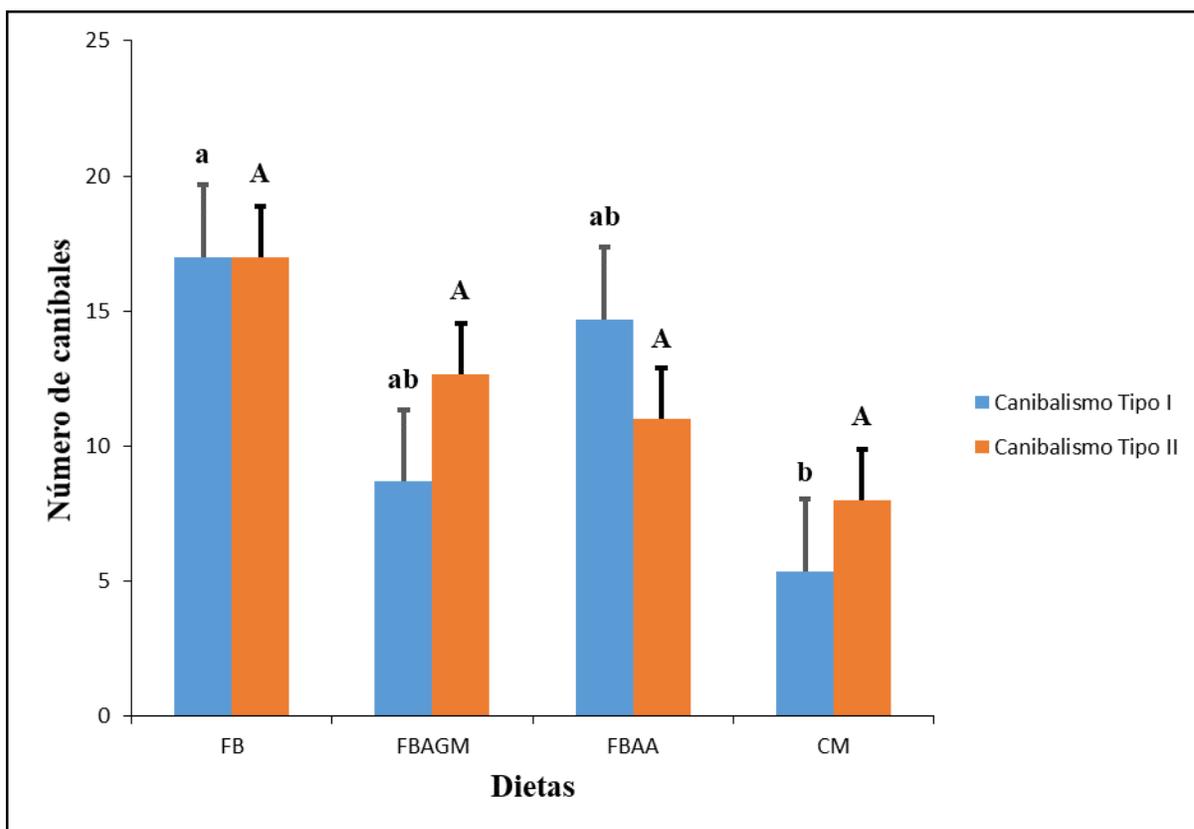


Figura 17. Representación gráfica del número y tipo de caníbales encontrados (acumulado) durante el proceso de adaptación (14-26 dpf). Barras verticales representan la desviación estándar. Letras distintas entre barras indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los promedios según la prueba de Tukey.

4.1.4 A Nivel de dietas

Flan balanceado (FB) fue diseñada utilizando alimento seco PuriPaiche® (Purina®, 45% de proteína) triturado y humedecido (10% de peso seco de alimento) usando gelatina neutra (0.1 g.ml⁻¹ de agua).

Flan Balanceado con Algamac (FBAGM) se utilizó alimento seco PuriPaiche® (Purina®, 45% de proteína) triturado, humedecido y enriquecido (30% de peso seco del alimento) con el mix de microalgas Algamac 3050.

Flan Balanceado con Lisina (FBAA) se empleó alimento seco PuriPaiche® (Purina®, 45% de proteína) triturado, humedecido y concentrado del aminoácido Lisina (1 % de peso seco del alimento).

Pomacea sp. “churo” (CM) licuado y refrigerado (27,86% de proteína).

La adición de enriquecedores a las dietas supondría mejoras en cuanto a textura y una atracción olfativa superior del alimento, lo que conllevaría a la mejor aceptación por parte de las larvas.

DISCUSIONES

5.1 Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua se mantuvieron estables, se observó que los niveles de temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitritos y nitrógeno amoniacal estuvieron dentro de los estándares requeridos para el agua en ríos, lagunas y lagos (D.S. N° 002 – 2008 – MINAM – Cat. 4) a excepción de una ligera variación en la concentración de nitratos. Siendo, en líneas generales, de variaciones pequeñas, considerado dentro de las condiciones óptimas para los peces tropicales (Boyd, 1990). Asimismo, no se registró mortalidad significativa relacionada a las variaciones de los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.

5.2. Comparación de las dietas

Al término del acondicionamiento a base de alimento vivo (hasta los 14 dpf) se reportó una tasa de supervivencia promedio de 78, $97 \pm 4,45\%$. Un experimento similar suministrando alimento a base de nauplio recién nacidos de *Artemia salina* reportó valores de supervivencia de hasta 46% en larvas *P. fasciatum* (Dugué *et al.*, 2005). Durante un experimento Luna-Figueroa *et al.* (2010) obtuvo mediante pruebas, que el alimento vivo como *Artemia* resulta conveniente, donde el peso inicial de las larvas no difirió estadísticamente, mientras que en el incremento final presentó diferencias significativas en los tratamientos, siendo la *Artemia franciscana* con lo cual se obtuvo mejor resultado. Lo que confirma, que usar dietas constituidas a base de nauplios de *Artemia* resulta eficiente para la supervivencia de larvas de *P. punctifer*.

A nivel estadístico ningún tratamiento durante la primera fase reportó diferencia significativa entre los tamaños (longitud total) y peso, esto debido a que todas las larvas fueron alimentadas a base de alimento vivo. Lo que indica que realizar la alimentación temprana a base de Artemia no influyo en el crecimiento en tamaño y peso húmedo. No se observó presencia de caníbales en esta fase.

El acondicionamiento a base de dietas húmedas se realizó de forma gradual para el primer destete, es importante tener en cuenta que el paso de alimento vivo a dietas húmedas inertes es una de las fases más delicadas y sensibles. Se observó que las larvas alimentas con dieta enriquecida a base Algamac (FBAGM) y churo (CM) resultaron ser mayores en crecimiento durante el periodo de destete (14-22 dpf), posteriormente sólo la dieta FBAGM (22-26 dpf) resultó la de mejor crecimiento tanto en tamaño como en peso, lo que destaca el efecto destete y que las larvas aceptaron la dieta húmeda enriquecida con Algamac.

Durante el primer destete el promedio global de supervivencia ($33,28 \pm 3,82\%$) representa índices relativamente bajos, sin embargo a nivel de dietas la mayor tasa de supervivencia registró CM ($39,95 \pm 5,27\%$), FBAGM ($35,87 \pm 3,80\%$), FB ($31,12 \pm 4,38\%$), mientras que la menor fue para FBAA ($27,11 \pm 1,81\%$). Estos resultados van de acorde con la cantidad de caníbales encontrados en cada tratamiento, lo que demuestra que las dietas húmedas compuestas de churo y aquella enriquecida con Algamac son efectivas durante la fase intermedia de destete (14-26 dpf).

Para el final del segundo destete (27-36 dpf) una vez culminado el cambio de dietas húmedas inertes a alimento comercial seco se obtuvo mejores resultados con los tratamientos T2 ($34,36 \pm 5,12\text{mm}$) y T1 ($31,84 \pm 6,23\text{mm}$) en términos de crecimiento de tamaño y peso, ligeramente T2 mayor en longitud y T1 en peso. A nivel de supervivencia se encontró diferencias estadísticamente significativas ($P=0,001$) con efecto positivo para T2 ($45,32 \pm 0,74\%$). El proceso de transición alimentaria de ración semi-húmeda a ración seca es eficaz para el acondicionamiento de especies carnívoras (Luz *et al.*, 2002), esta forma de transición alimentaria reduce la mortalidad producida por efectos de cambios bruscos en la alimentación. Lo que queda demostrado en este experimento.

A nivel de canibalismo, no existe diferencia significativa en cuanto al número de caníbales del Tipo I y II entre las dietas T1, T2 y T4. Solo existen ligeras variación de cantidad de mayor a menor en el orden descrito. Considerándose el canibalismo como una reacción al no consumo de dietas secas, mencionado como una de las principales dificultades en la piscicultura de peces carnívoros, en el proceso de destete (Atencio-García & Zaniboni-Filho, 2006). Mientras que en otros experimentos muestran que no hay diferencia en el uso de dietas húmedas con corazón de hígado o res, en comparación con alimento balanceado seco en el proceso de adiestramiento de 6 semanas en *Pseudoplatystoma sp.* (Marciales-Caro *et al.*, 2011). No fue necesario alimentar durante la noche, ya que el consumo de dietas balanceadas en un medio de cultivo controlado puede ser durante todo el día. Se ha demostrado que *P. punctifer* está activo y caza durante el día, especialmente en la mañana (Reid, 1983).

CONCLUSIONES

Las condiciones del CAC (Circuito de Agua Clara) permitieron la buena observación del comportamiento larval, así como el control ideal de las condiciones físico-químicas y biológicas durante el desarrollo experimental.

En relación al tipo de dieta, T2 (flan balanceado enriquecido a base de Algamac) mantuvo diferencias estadísticamente significativas ($P=0,001$) con respecto a los demás tratamientos, con efecto positivo en cuanto a crecimiento en tamaño ($34,36 \pm 5,12$ mm) y supervivencia ($45,32 \pm 0,74\%$) e influyo sobre el comportamiento caníbal de las larvas de doncella. Los hallazgos sugieren que es posible optimizar la producción de alevinos adaptando los regímenes de alimentación a las necesidades nutricionales del pez.

Queda demostrado que es posible realizar el destete de la doncella a los 14 dpf durante una fase de 15 días adaptando protocolos de alimentación específicos a las capacidades digestivas nutricionales con el fin de optimizar costos asociados a la producción de alimento vivo.

Desarrollar un protocolo de alimentación que permite un mejor crecimiento, supervivencia y disminuir la mortalidad a efectos del canibalismo, estrés y manejo inadecuado fue positivo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atencio-García, V., Zaniboni-Filho, E. (2006).** *El canibalismo en la larvicultura de peces. Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia.* 11:9-19.
- Baras, E. (2005).** *Minimización del canibalismo en especies de peces con larvas piscívoras: estrategias y éxitos con el carácido Brycon moorei. Comunicaciones del Coloquio Internacional Biología de las poblaciones de peces de la Amazonía y Acuicultura, Iquitos, Perú.* (pp. 227-233).
- Baras, E., Silva, D. V., Montalván, G.V., Dugué, R., Chu, F., Duponchelle, F., Renno, J-F., Gracia-Dávila, C., & Nuñez, J. (2011).** How many meals a day to minimize cannibalism when rearing larvae of the Amazonian catfish *Pseudoplatystoma punctifer*? The cannibal's point of view. *Aquatic Living Resources*, 24(4), 379–390.
- Barthem, R. & M. Goulding. (1997).** *The catfish connection. Ecology, Migration, and Conservation of Amazon Predators. Ed. Columbia University, New York. USA.* (pp. 144).
- Boyd, C. E. (1990).** *Water quality in ponds for aquaculture. Alabama: Shrimp Mart (Thai) Co. Ltd.* (pp. 482).
- Buitrago Suárez, U. A. (2006).** *Anatomía comparada y evolución de las especies de Pseudoplatystoma, Bleeker 1862 (Siluriformes, Pimelodidae). Revista de la Academia Colombiana de Ciencia* 30(114): 117-141.
- Buitrago Suárez, U. A. & B. M. Burr. (2007).** Taxonomy of the Catfish genus *Pseudoplatystoma*, Bleeker (Siluriformes, Pimelodidae), with recognition of eight species. *Zootaxa (USA)*. 1512: 1-38.

- Burgess, W. (1989).** *A preliminary survey of Siluriformes. Atlas of Freshwater and Marine Catfish.* T.F.H. Publications, Inc. Neptune City, New Jersey. (pp. 782).
- Deza, S., Bazán, R. & Culquichicón, Z. (2005).** Biología y pesquería de *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766; Pisces), doncella, en la región Ucayali. *Folia amazónica.* 14 (2) IIAP.
- Díaz, J., Cruz, N., Marciales, L., Medina, V. & Cruz P. (2009).** Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum* Orinoquia. Universidad de Los Llanos Colombia 3(1): 21-30.
- Dugué, R.; Corcuay, N.; Duponchelle, F.; Renno, J.F.; Legendre, M.; Nuñez, J. (2005).** Influencia del fotoperiodo y del ritmo de alimentación sobre la sobrevivencia larval del surubí (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Comunicaciones del Coloquio Internacional. Biología de las poblaciones de Peces de la Amazonia y Piscicultura. Pp.199-204.
- Fernández, C., Castro-Ruiz, D., García-Dávila, C., Duponchelle, F., Renno, j-f. & Nuñez, J. (2012).** Adaptación, crecimiento y supervivencia de alevines de doncella *Pseudoplatystoma punctifer* al consumo de alimento balanceado. *Folia Amazónica*, 21(1-2), 63-69
- García-Davila, C., Duponchelle, F., Castro-Ruiz, D., Villacorta, J., Quérrouil, S., Chota-Macuyama, W., Nuñez, J., Romer, U., Carvajal-Vallejos, F. & Renno, J-F. (2013).** *Molecular identification of a cryptic species in the Amazonian predatory catfish genus Pseudoplatystoma (Blecker, 1962) from Peru.* Genetica, DOI 10.1007/s10709-013-9734-5.

- Goulding, M. (1980).** *The fishes and the forest: Explorations in Amazonian natural history.* University of Californian Press, Berkeley, CA, USA. (pp. 280).
- Hench, T. & Appelbaum, S. (1988).** Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larva and juvenile *Clarias gariepinus* (Clariidae: Pisces) under controlled conditions. *Zoology* 214: 21-44.
- Inturias, A. (2007).** Edad, crecimiento y reproducción de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *Pseudoplatystoma tigrinum* en la Amazonía boliviana. Tesis Mg Scientiarum. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, BO. 88p.
- Junk, W. (1997).** *The central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system.* Springer, Heidelberg, Alemania. (pp. 525).
- Kossowski, C. (1996).** Perspective de L'élevage des poissons-chats (Siluroidei) en Amérique du Sud. *Aquat. Living Resour.* 1996. Hors Série: 189-195.
- Kubitza, C. & Lovshin, J. (1999).** Formulated diets. Feeding strategies and cannibalism during intensive culture of juvenile carnivorous fishes. *Reviews in Fish Science*, v.7. (pp. 1-22).
- Lauzanne, L. & Loubens, G. (1985).** *Peces del río Mamoré.* Orston-Cordebene-Universidad Tecnológica del Beni.192:1-116
- Lauzanne, L., Loubens G. y Le Guennec, B. (1990).** Pesca y Biología pesquera en el Mamoré Medio (región de Trinidad). *Interciencia* 15(6): 452 - 460
- Loubens, G. & Panfili, J. (2000).** *Biologie de Pseudoplatystoma fasciatum et P. tigrinum (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne).* *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 11, 13 - 34.
- Luna-Figueroa, J., Vargas, Z. T. de J. & Figueroa, T. J. (2010).** *Alimento vivo como alternativa en la dieta de larvas y juveniles de Pterophyllum scalare (Lichtenstein, 1823).*

- Laboratorio de Acuicultura. Departamento de Hidrobiología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos, México. 14(3): 63-72.
- Luz, R., Salaro, A., Souto, E., Okano, W. & de Lima, R.R. (2002).** Condicionamiento alimentar de alevinos de trairão (*Hoplias cf. Lacerdae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(5):1881-1885.
- Marciales-Caro, L.J., Cruz-Casallas N.E., Díaz-Olarte J.J., Medina-Robles, V.M. & Cruz-Casallas, P.E. (2011).** Crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de bagre rayado (*Pseudoplatystoma sp*) y yaque (*Leiarius marmoratus*) consumiendo una dieta seca. *Rev Colomb Cienc Pecu*; 24:179-190.
- MINAM. (2008).** *Estandares Nacionales Ambientales de Calidad de Agua – Categoría 4*. Perú. 4pp. En: www.minam.gob.pe.
Leído el: 14/10/2015.
- Montalván, G. (2008).** Ontogenia de la doncella, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), y su relación con la dinámica del canibalismo. Tesis Ing. Pesq. Acui. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, PE. 113 p.
- Muñoz H. y Van Damme, P.A. (1998).** Parámetro de reproducción de 4 especies de peces comerciales (*Pseudoplatystoma fasciatum*, *P. tigrinum*, *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomum*) en la cuenca del río Ichilo (Bolivia). *Rev. Bol. de Ecología* Vol 4.
- Navia, C., Van Damme, P.A. & Nuñez, J. (2007).** Aspectos biológicos de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. corruscans* (PISCES, Pimelodidae) en la laguna Cáceres (Pantanal boliviano). (pp. 1243-1251).

- Nuñez, J., Dugué, R., Corcuay-Arana, N., Duponchelle, F., Renno, J.F., Raynaud, T., Hubert, N. & Legendre, M. (2008).** Induced breeding and larval rearing of Surubí, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), from the Bolivian Amazon. *Aquaculture Research*, 39, 7664-776
- Nuñez, J. (2009).** *Domesticación de nuevas especies d'interés piscícola en Amazonie. Cah Agric*, vol. 18(2-3), mars-juin 2009.
- Ortiz, N., & Iannacone, J. (2008).** Estado actual de los peces ornamentales amazónicos del Perú que presentan mayor demanda de exportación. *Biologist* 6(1), 54- 67
- Padilla, P., Alcántara, F. & Ismiño, R. (2001).** *Reproducción inducida de la doncella Pseudoplatystoma fasciatum y desarrollo embrionario – larval. Folia Amazónica*, 12 (1-2): 141- 155. IIAP.
- Priestley, S.M., Stevenson, A.E. & Alexander, L.G. (2006).** The influence of feeding frequency on growth and body condition of the common Goldfish (*Carassius auratus*). *Journal of Nutrition*, 136:1979-1981.
- Reid, S. (1983).** *La Biología de los Bagres Rayados Pseudoplatystoma fasciatum y P. tigrinum en la cuenca del río Apure, Venezuela. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Serie: Prod. Agric. Año 1/No. 1/ Barinas, Diciembre de 1983.*
- Síntesis de Gestión del IIAP. (2006 – 2012).** *Evaluación técnica y económica de alternativas de producción de peces en la Amazonía.* En: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF186.pdf>.
Leído el: 14/08/2014.

Tello, S. & García, A. (2009). *La pesquería de grandes bagres en la región Loreto*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 28 pp.

Torrico, J. P., Hubert, N., Desmarais, E., Duponchelle, F., Nunez, J., Montoya, J., Garcia, C., Carvajal, F., Grajales, A., Bonhomme, F., Renno, J.-F. (2009). Molecular phylogeny of the genus *Pseudoplatystoma* (Bleeker, 1862); Biogeographic and evolutionary implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 51: 588-594

Weitzman, S. H. & Weitzman, M. (1982). Biogeography and evolutionary diversification in neotropical freshwater fishes, with comments on the refuge theory. *Biological diversification in the tropics* pp. 403-422 (Eds. Prance, G. T.). Columbia University press, N. York.