



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y
ACUICULTURA**

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE POLLO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINES
DE “GAMITANA” Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)**

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autora:

Olivares Zamora, Cristina Pamela

Asesora:

Díaz Cachay, Catalina Beatriz
(ORCID: 0000-0003-1981-5616)

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Llontop Vélez, Carlos

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Lima - Perú

2023

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE POLLO EN EL CRECIMIENTO DE ALEVINES DE "GAMITANA" *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.iffocom Fuente de Internet	1%
4	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
7	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía Trabajo del estudiante	<1%



Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACEITE DE POLLO EN EL CRECIMIENTO DE
ALEVINOS DE “GAMITANA” *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)

Línea de investigación:

Tecnologías para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación.

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

Autora:

Olivares Zamora, Cristina Pamela

Asesora:

Díaz Cachay, Catalina Beatriz

ORCID: 0000-0003-1981-5616

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Llontop Vélez, Carlos

Mogollón Ávila, Santos Valentín

Lima-Perú

2023

DEDICATORIA

A la memoria de mi abuelita, Fortunata, la ayacuchana con el alma más bonita que el mundo pudo haber conocido. Tu dulzura encandiló mi infancia e inconscientemente adheriste en mí el chip de superación constante, tu mejor herencia.

A mis padres, Abelina y Benigno, por su apoyo constante, paciencia, los valores inculcados y el amor. Por hacer más llevadera esta aventura llamada Universidad.

Mamá, te mereces un especial reconocimiento por tu abnegación y creer siempre en mí. Nos pudieron faltar muchas cosas, pero tus ganas de luchar nos mantuvieron y mantienen de pie.

A mis hermanos, Dante y Paulo, quienes me ayudaron innumerables veces y confiaron siempre en mí.

A mi hija, Dalia Valentina y Martín, porque su amor me impulsa a seguir.

A mi tío, Godofredo Zamora Quinto.

A todos los niños, quienes merecen un mundo mejor, más humano, digno y sostenible.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora, Catalina Díaz:

Gracias por los cafés, la confianza y gentil paciencia para resolver mis dudas en la resolución de este trabajo de investigación. También le agradezco por estar pendiente de mi cuando me accidenté.

A la empresa Technofeed:

Por su loable apoyo a los tesisistas de esta casa de estudios, que ha logrado que muchos lleguemos a la meta.

También a quienes fueron mis docentes en las diferentes etapas de mi vida, por sus tantas clases amenas que lograron que me interesara en este vasto mundo del conocimiento.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	1
1.2 Antecedentes.....	4
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	9
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	9
1.4 Justificación	10
1.5 Hipótesis	11
1.5.1 <i>Hipótesis general</i>	11
1.5.2 <i>Hipótesis específicas</i>	11
II. MARCO TEÓRICO	12
2.1 Sobre la gamitana.....	12
2.1.1 <i>Taxonomía y distribución geográfica</i>	12
2.1.2 <i>Características biológicas y apariencia</i>	13
2.1.3 <i>Requerimientos nutricionales</i>	16
A. <i>Proteínas</i>	16
B. <i>Lípidos</i>	16
C. <i>Vitaminas</i>	16
D. <i>Minerales</i>	17

E. <i>Energía</i>	17
2.1.4 <i>Calidad del agua</i>	17
2.2 El aceite de pollo.....	19
2.2.1 <i>Proceso de obtención del aceite de pollo</i>	19
2.2.2 <i>Ácidos grasos totales y colesterol de aceite de aves versus aceite de anchoveta</i>	19
2.3 Variables zootécnicas	21
2.3.1 <i>Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)</i>	21
2.3.2 <i>Tasa de crecimiento específico (TCE)</i>	22
2.3.3 <i>Tasa de crecimiento relativo (TCR)</i>	22
2.3.4 <i>Factor de condición (K)</i>	22
2.3.5 <i>Sobrevivencia (S)</i>	23
2.3.6 <i>Índice de eficiencia proteica (PER)</i>	23
III. MÉTODO	24
3.1 Tipo de investigación.....	24
3.2 <i>Ámbito temporal y espacial</i>	24
3.3 Variables	24
3.3.1 <i>Variables independientes</i>	24
3.3.2 <i>Variables dependientes</i>	24
3.4 Población y muestra.....	25
3.5 Instrumentos.....	25

3.6 Procedimiento	27
3.6.1 Población experimental.....	27
3.6.2 Recepción y preparación de los peces	27
3.6.3 Fase experimental	27
3.6.3.1 Acondicionamiento del ambiente experimental.....	27
3.6.3.2 Seguimiento de la población.....	29
3.6.4 Dieta control y elaboración de dietas experimentales.....	29
3.6.5 Alimentación.....	36
3.6.6 Parámetros fisicoquímicos	37
3.6.7 Análisis proximal de las dietas	37
3.7 Análisis de datos	37
IV. RESULTADOS	38
4.1 Resultados sobre las dietas	38
4.1.1 Análisis químico y físico de las dietas control y tratamiento.....	38
4.2 Resultados de biometría e indicadores zootécnicos.....	39
4.2.1 Resultados del análisis comparativo en función del peso unitario promedio.....	39
4.2.2 Resultados del análisis comparativo en función de la longitud unitaria promedio..	40
4.2.3 Resultados del análisis comparativo en función de la ganancia de peso total.....	41
4.2.4 Resultados del análisis comparativo en función del índice de conversión alimenticia aparente ICAA	43

4.2.5	<i>Resultados del análisis comparativo en función de la tasa de crecimiento específica</i>	
<i>TCE</i>	44
4.2.6	<i>Resultados del análisis comparativo en función de la tasa de crecimiento relativo</i>	
<i>TCR</i>	46
4.2.7	<i>Resultados del análisis comparativo en función del valor K</i>	46
4.2.8	<i>Resultados del análisis comparativo en función de la eficiencia proteica PER</i>	48
4.3	Resultados respecto a parámetros fisicoquímicos	49
4.4	Análisis del costo de raciones empleadas	50
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
VI.	CONCLUSIONES	58
VII.	RECOMENDACIONES	59
VIII.	REFERENCIAS	60
IX.	ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de desarrollo de la gamitana	14
Figura 2: Vía metabólica de ácidos grasos en los peces de agua dulce	21
Figura 3: Ambiente de experimentación con acuarios acondicionados	27
Figura 4: Aceite de pollo de la empresa Technofeed.....	30
Figura 5: Manufactura de las dietas experimentales.....	32
Figura 6: Preparación del alimento para la experimentación (fase húmeda).....	34
Figura 7: Secado de alimentos	34
Figura 8: Fragmentado del alimento seco	35
Figura 9: Tamizado de los piensos según dieta	35
Figura 10: Pesado de las dietas en recipientes rotulados	36
Figura 11: Alimentación de las gamitanas en acuarios experimentales	36
Figura 12: Curvas de peso promedio (g) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días	40
Figura 13: Curvas de longitud promedio (cm) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días	41
Figura 14: Curvas de ganancia de peso (g) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días	42
Figura 15: Curvas de los promedios del ICAA de las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días	44
Figura 16: Curvas de los valores promedios de la TCE de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días	45
Figura 17: Valores promedio de la TCR obtenidos al final de la experimentación.....	46
Figura 18: Promedios finales del factor de condición de las gamitanas alimentadas con las dietas experimentales	47

Figura 19: Promedios finales de la eficiencia proteica de las gamitanas alimentadas con las dietas experimentales 49

Figura 20: Costos estimados para producir un kg de gamitana según los ICAA de las dietas 53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Etapas del desarrollo de <i>Colossoma macropomum</i>	15
Tabla 2: Parámetros de calidad de agua para cultivo de gamitana	18
Tabla 3: Contenido de ácidos grasos totales y colesterol del aceite de aves versus aceite de anchoveta	19
Tabla 4: Inclusión porcentual de insumos según dieta	31
Tabla 5: Composición química de las dietas empleadas en la experimentación	38
Tabla 6: Valores promedio del peso unitario (g) por cada biometría y dieta	39
Tabla 7: Valores promedio de longitud unitaria (cm) por cada biometría y dieta	40
Tabla 8: Valores promedio de ganancia de peso (g) por cada biometría y tipo de dieta	42
Tabla 9: Valores promedio del ICAA por cada biometría y dieta	43
Tabla 10: Valores promedio de la TCE (%/día) por cada biometría y dieta.....	45
Tabla 11: Valores promedio de K por cada biometría y dieta	47
Tabla 12: Valores promedio de PER por cada biometría y dieta.....	48
Tabla 13: Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua y ambiente.....	50
Tabla 14: Insumos, precio, porcentaje de inclusión y costo por kilogramo de las dietas C, A, P y M.....	51
Tabla 15: Costo del kg de pescado producido según tiempo e ICAA de las dietas C, A, P y M .	52

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la inclusión de aceite de pollo en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum*. La investigación fue experimental, a nivel de laboratorio, trabajándose con 120 alevines distribuidos en 12 acuarios para un diseño aleatorizado por triplicado. Los peces fueron alimentados durante 60 días con tres dietas conteniendo 0,25% (A); 0,5% (P) y 1% (M) de aceite de pollo y un control, realizándose controles biométricos cada 15 días para evaluar el peso, la longitud, el índice de conversión alimenticia aparente (ICAA), la tasa de crecimiento específico (TCE), la tasa de crecimiento relativo (TCR), el factor de condición (K), el porcentaje de sobrevivencia y el índice de eficiencia proteica (PER). Los peces alimentados con la dieta M tuvieron mejores resultados a los 15 y 30 días, encontrándose diferencias significativas ($p < 0,05$) en relación con el peso unitario promedio entre M, P y C, ganancia de peso total, TCE, TCR y PER entre M y C. Además de mostrarse diferencias significativas ($p < 0,05$) a los 30 días en su ICAA entre M, P y C. No encontrándose diferencias significativas ($p > 0,05$), durante toda la experiencia, para la longitud y K. Concluyendo que la inclusión de aceite de pollo en 1% en dietas para alevines de gamitana no afecta su crecimiento, por lo que se puede emplear como alternativa a los aceites convencionales.

Palabras clave: aceite de pollo, alevinos, dietas no convencionales, gamitana

ABSTRACT

This research was aimed to evaluate the effect of the inclusion of chicken oil on the growth of gamitana fingerlings *Colossoma macropomum*. It was experimental research, at the laboratory level, with 120 fingerlings distributed in 12 aquariums for a randomized design in triplicate. They were fed for 60 days with three diets containing at 0,25 (diet A); 0,5 (diet P) and 1% (diet M) of chicken oil and a control food; performing biometric controls every 15 days to evaluate the weight, length, apparent feed conversion ratio (ICAA), specific growth rate (TCE), relative growth rate (TCR), condition factor (K), survival percentage and protein efficiency rate (PER). The fish fed with diet M had better results at 15 and 30 days, finding significant differences ($p < 0,05$) in relation to the average unit weight between M, P and C, total weight gain, TCE, TCR and PER between M and C. Also showing significant differences ($p < 0,05$) at 30 days in ICAA between M, P and C. Not finding significant differences ($p < 0,05$), during the entire experience, for length and K. Concluding that the inclusion of chicken oil at 1% in diets for gamitana fingerlings does not affect their growth, so it can be used as an alternative to conventional oils.

Keywords: chicken oil, fingerlings, gamitana, unconventional diets

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción y formulación del problema

Según la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP, s.f.) el Perú contribuye con significativos porcentajes en la producción mundial de harina y aceite de pescado, habiendo liderado en el 2015 el ranking del anuario estadístico de The Marine Ingredients Organization IFFO y siendo, en general, el responsable del 25 al 30% en la producción de ambos ingredientes marinos; valores que se han mantenido en el tiempo, con una variación incremental entre el 2 al 3% registrado en el 2021, y pese a la baja que se obtuvo en la producción mundial de aceite de pescado por el pobre rendimiento de la segunda temporada de pesca (Plataforma de vigilancia tecnológica del PNIPA COINNOVA, 2022) sigue considerándosele como el líder de la producción mundial, seguido de Chile e India (IFFO, 2021).

La producción anual de aceite de pescado se encuentra en 200 000 toneladas al ser un insumo muy valorado en el mercado internacional por la especie de origen *Engraulis ringens* que, a comparación de sus pares del mundo, contiene más grado de omega 3 (Erausquín et al., 2017); se comercializa en grado crudo y es apreciado por la industria farmacéutica, que la demandan como concentrados de ácidos grasos poliinsaturados esenciales de la serie omega 3, sean *Eicosapentaenoic acid* (EPA) o Ácido eicosapentaenoico y *Docosahexaenoic acid* (DHA) o Ácido docosahexaenoico, asimismo, en cápsulas y suplementos. Se emplea también en la fabricación de pinturas, barnices, resinas y esporádicamente, como combustible (Valenzuela et al., 2012); configurándose como los competidores de la acuicultura sumado a las demás industrias que por tradición también lo demandan.

Refiere la Sociedad de comercio exterior del Perú (Comex Perú, marzo del 2018) que la captura de la anchoveta afronta serias dificultades ya que depende en gran parte de las condiciones

oceanográficas que en los últimos años ha cambiado notablemente y de manera incierta, debido a los efectos del cambio climático. Así, en el año 2016 debido al Fenómeno El Niño, se registró una caída considerable, en tanto que en el año 2017 se incrementó en 22% los volúmenes de exportación de envíos tradicionales convertidos en aceite de pescado. El 2018, entre enero y agosto, nuevamente representó una caída, un descenso del 48,5% para la pesca destinada a consumo humano indirecto o industrial (harina y aceite de pescado) como consecuencia del menor desembarque de anchoveta (-17,8%) (Agencia Peruana de Noticias, 2018). Luego, en el 2019, Guzmán añadió que “en el norte del país (Perú) no hay una entrada fuerte de aguas ecuatoriales, mientras que desde el lado oeste parece haber un desplazamiento de aguas oceánicas que podrían llevar a la anchoveta cerca de la costa”, palabras a considerar, debido que se obstaculizarían las operaciones de pesca de buques industriales a los cuales se les prohíbe pescar dentro de las 5 millas de costa.

Entre otros factores que agravan la situación se encuentran los problemas de enfrentamiento entre las embarcaciones industriales y artesanales. Según el Comex Perú (octubre del 2018), se debe tener en cuenta que la pesca no es toda industrial ni formal pues cerca del 90% representan a las embarcaciones pesqueras artesanales y el 70% de ellas son informales, una pesca artesanal que “experimenta un crecimiento desordenado, sin valor agregado, nula incorporación tecnológica y un alto grado de informalidad e ilegalidad”. Convirtiendo, poco a poco, las cuotas de pesca establecidas por el Instituto del Mar del Perú en datos inalcanzables.

La acuicultura es una actividad que sigue en crecimiento y requiere para su alimentación o formulación el uso de harina y aceite de pescado, considerándosele como los piensos más caros del mercado. Al respecto, Fitzsimmons y Tlustý (Holland, 2018), quienes crearon en sociedad una iniciativa a modo de competencia científica, llamada *Future of Fish Feed (F3)*, concuerdan que la

acuicultura enfrenta un cuello de botella debido a la limitación de éstos y para seguir con su expansión necesitará desarrollar ingredientes confiables y alternativos.

La acuicultura que se desarrolla en la Amazonía peruana no es ajena a este problema, puesto que, si bien hay un notable desarrollo, en parte por las innovaciones en la producción de alevinos de gamitana *Colossoma macropomum* y paco *Piaractus brachypomus* (Campos, 2015), el tema económico sigue siendo un tema pendiente por resolver, al respecto el representante del Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica-Pesquero Amazónico manifestó que los piscicultores de menor escala se enfrentan a altísimos costos de producción al emplear alimentos balanceados ya que éstos representan el 70% (Ramos, 2016); otro aspecto que agrava la situación es que son pocas las plantas de producción de alimentos balanceados que existen en la región ocasionando que el precio de venta del pescado, producto de la acuicultura, sea muy elevado. Existen trabajos de investigación que buscan reemplazar total o parcialmente tanto la harina como el aceite de pescado con insumos regionales, según Info región (2013) “los ingredientes priorizados para la preparación de alimentos balanceados son los productos de la localidad, como la torta de castaña, un desecho de la industria del aceite de castaña, que aporta proteínas de alta calidad a bajo costo...”. Abriendo la posibilidad de aprovechar otros ingredientes considerados desechos de la región.

La gamitana ha resultado ser la especie de cultivo de preferencia del acuicultor en la Amazonía, usualmente al criarla a menor escala, pues es mucho más rentable alimentarla con dietas elaboradas de manera artesanal, con insumos de disponibilidad local y en algunos casos, según Díaz (2017) suministrando alimentos formulados para otros animales e incluso, residuos crudos de origen avícola o piscícola, que afectan la producción y la calidad del agua. Si bien los residuos avícolas son considerados como una alternativa interesante como sustituto de la harina de pescado

debido a su calidad proteica y su contenido de grasas, los trabajos se centran en reemplazo del aporte proteico más no en el contenido de grasas que también es una cuestión discutible ya que los aceites empleados en reemplazo del aceite de pescado son de origen vegetal.

Bajo este contexto, cabe decir que en nuestro país el consumo de pollo per cápita del 2019 se estimó en 70 kg para Lima y 35 kg en provincias (Miñán, 2019). Además, para el Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA, 2013, como se citó en Cárdenas y Panduro, 2018), el consumo diario en Iquitos es en promedio de 3 600 pollos procedentes de 40 mataderos, con aproximadamente 1 310 400 aves sacrificadas al año. Considerando que sólo una parte es aprovechada para consumo humano directo, se estima que existe una gran cantidad de residuos que la industria avícola genera y representa un punto crítico de gran impacto ambiental. Existen empresas como TECHNOFEED que recolectan los residuos generados por las plantas de procesamiento y elaboran principalmente harina y aceite. El aceite de pollo es obtenido luego de un proceso controlado de cocción a bajas temperaturas de las vísceras, cabezas y patas con adición de antioxidantes y que es comercializado para la elaboración de alimentos para cerdos y aves (Technofeed, 2013). Debido a la tendencia actual de revalorizar los residuos y contribuyendo con la economía circular se propuso llevar a cabo esta investigación, para evaluar la posibilidad de pueda ser considerado como una alternativa a los aceites convencionales que se utilizan en la producción de alimentos para la acuicultura.

Por todo lo expuesto, se cuestiona ¿Cuál será el efecto en el crecimiento al incluir aceite de pollo de dietas formuladas para gamitanas *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)?

1.2 Antecedentes

Existen escasas investigaciones que abordan al aceite de pollo como fuente lipídica en dietas para organismos de acuicultura, a pesar de la creciente necesidad de hallar alternativas

económica, ecológica y nutricionalmente viables, que reemplacen al aceite de pescado. Dentro de las más destacables, que servirán de base para la presente, están la de Greenee y Selivonchick (1990) quienes compararon el efecto en el crecimiento, nutrición y perfil tisular de lípidos de varias grasas animales (aceite de salmón, aceite de pollo, manteca de cerdo y sebo de res) y vegetales (aceite de soya y aceite de linaza) al incluirlas en la dieta de truchas arco iris *Oncorhynchus mykiss*, frente a un alimento comercial común (pellet húmedo de Oregón); no evidenciando diferencias significativas en la tasa de conversión alimenticia de las diferentes dietas. Se obtuvo valores del índice de eficiencia alimenticia de 0,88 en los peces alimentados con aceite de pollo; en tanto que la grasa corporal total, de los peces alimentados con dieta a base de aceite de pollo, registraron junto con los peces alimentados con la dieta respectiva a base de sebo de res, el porcentaje más bajo del 6,7%. Respecto a la composición lipídica, en los filetes fue de $4,3\% \pm 0,9$; sin diferencias significativas con los demás grupos. En las pruebas hematológicas, no se reveló estrés oxidativo causado por la dieta con aceite de pollo (sólo en dieta con aceite de salmón), medida por hemólisis. Concluyendo que es posible suministrar alimento a truchas arco iris, durante 20 semanas incluyendo 6% de aceite de pollo, sin afectar el crecimiento comparado con aquellos que fueron alimentados con otras fuentes lipídicas.

Liu et al. (2004) investigaron la idoneidad de la lecitina de soya/maíz y la grasa de ave como sustitutos parciales del aceite de “lacha” (obtenida de peces forrajeros) en dietas para juveniles de trucha *O. mykiss*. Emplearon dietas experimentales que contenían 10% de aceite de lacha, 10% de grasa de ave, 10% de lecitina y 15% de lecitina, añadiendo además 5% de aceite de lacha suplementario para dietas que contenían harina de pescado. Al finalizar las 16 semanas de experimentación no obtuvieron diferencias significativas en el aumento de peso corporal entre los tratamientos. Sin embargo, los autores llegaron a la conclusión que la lecitina (soya/maíz) o la

grasa de ave eran sustitutos nutricionales de la mayor parte del aceite de pescado añadido a los piensos para peces.

Salini et al., (2015) trabajaron con juveniles de barramundi *Lates calcarifer*, los alimentaron durante 12 semanas, con cinco dietas que contenían mezclas de aceite de pescado y grasa de aves, en las siguientes proporciones: 100/0, 60/40, 30/70, 15/85, 0/100 obteniendo rendimientos uniformes en el crecimiento de los distintos tratamientos, con una conversión alimenticia media de $1,14 \pm 0,02$. Sin embargo, evidenciaron retenciones desproporcionadas de algunos ácidos grasos con relación a otros; al reducir el porcentaje de aceite de pescado en la dieta se logró duplicar la retención de ácidos grasos poliinsaturados

Existen hallazgos resaltantes en especies eurihalinas, por ejemplo; Campos et al. (2018) tras alimentar a juveniles de *Dicentrarchus labrax* durante 16 semanas con dietas al 25, 50, 75 y 100% de inclusión de aceite de aves de corral y comparando con dieta comercial como control (con aceite de pescado) concluyendo que la incorporación de aceite de aves no afectó la digestibilidad de los nutrientes, los índices de conversión alimenticia, eficiencia proteica y composición corporal general, ya que fueron similares entre las dietas experimentales a distinto porcentaje de inclusión. Se reflejó un perfil de ácidos grasos con aumento de MUFA (*Monounsaturated Fatty Acids* o Ácidos grasos monoinsaturados) y disminución de PUFA (*Polyunsaturated Fatty Acids* o Ácidos grasos poliinsaturados) en músculos, hígado y corazón. Además, los niveles de EPA y DHA en peces alimentados con 25% y 50%, de aceite de aves, proporcionaron niveles musculares sugeridos para consumo humano, no obstante, los peces alimentados con 100% de este aceite mostraron mayor acumulación de lípidos hepáticos y niveles reducidos de omega-3 muscular.

Respecto al uso del aceite de pollo en peces amazónicos, los trabajos consultados hacen referencia del aceite como “proveniente de aves”, en ellas se evalúan tasas de inclusión y digestibilidad; Hertrampf y Piedad-Pascual (2000) sugieren la inclusión entre 5 a 10% de aceite de aves de corral en la formulación de dietas piscícolas, para mantener la calidad del pellet. Gonçalves y Cyrino (2013) trabajando con pacu *Piaractus mesopotamicus*, otro carácido omnívoro neotropical, obtuvieron un coeficiente de digestibilidad aparente de energía, lípidos y ácidos grasos, calificado como alto ($P > 0,05$), resaltando que el nivel de ácidos grasos saturados era más bajo que los mono y los poliinsaturados.

Para poder comparar los resultados obtenidos en la tesis, se consideró además de aquellos trabajos de investigación donde se emplearon aceite de pollo o aves de corral, los que emplearon insumos similares en las dietas y/o fueron evaluadas en gamitanas. Así Casanova-Flores y Chu-Koo (2008) evaluaron el uso del polvillo de malta de cebada *Hordeum vulgare* como insumo en dietas para gamitana, elaboraron cuatro dietas isoproteicas (26% proteína bruta) e isocalóricas (2500 kcal/kg) que contenían 0, 10, 20 y 30% de inclusión de polvillo de malta además de harina de trigo, polvillo de arroz, harina de pescado y torta de soya; obteniendo como resultado dietas con contenido de grasa de 4,09% para aquellas que contenían polvillo de malta y 4,12% para el control, sobrevivencia del 100%, valores de ICAA de $1,5 \pm 0,1$ y $1,6 \pm 0,1$ y TCE de $1,7 \pm 0,04$ y $1,8 \pm 0,1$.

Gutiérrez et al. (2009) experimentaron el efecto de tres niveles de energía digestible 2,3, 2,5 y 2,7 kcal/g de alimento y dos porcentajes de proteína (25 y 35%) en el crecimiento de gamitana. Las dietas fueron elaboradas con harina de anchoveta y harina de torta de soya como fuentes de proteína y maíz amarillo, subproducto de trigo y subproducto de cervecería como fuentes de energía y aceite de pescado. Los resultados que obtuvieron demuestran que existe interacciones significativas entre el contenido de proteína y la energía digestible, así con 25% de

proteína y 2,7 kcal/g consiguieron los mejores resultados en ganancia de peso, conversión alimenticia ($1,51\pm 0,02$; $1,84\pm 0,05$ y $1,89\pm 0,05$), energía retenida y eficiencia proteica PER ($2,12\pm 0,06$; $2,17\pm 0,05$ y $2,64\pm 0,03$). Mientras que en las dietas con 35% se consiguieron valores de conversión alimenticia ($1,66\pm 0,04$; $1,98\pm 0,11$ y $2,01\pm 0,14$) y PER ($1,44\pm 0,08$; $1,42\pm 0,10$ y $1,72\pm 0,04$).

Gardini y Cáceres (2015) experimentaron con tres porcentajes de inclusión de harina de castaña *Bertholletia excelsa* (30, 35 y 40) en dietas para alevines de paco *Piaractus brachypomus* cultivados en corrales. Utilizaron como insumos harina de castaña, harina de pescado, polvillo de arroz y harina de maíz, obteniendo 20, 22 y 28% de proteína bruta, manteniendo una temperatura entre 27,16 y 28,11 °C. Logrando índices de conversión alimenticia aparente ICAA de $2,96\pm 0,03$; $2,83\pm 0,01$ y $2,84\pm 0,01$; así como TCE de $2,28\pm 0,01$ (para 20 y 22%) y 2,29 (para 28%), siendo el porcentaje de supervivencia del 100%.

Núñez y Tello (2017) evaluaron el efecto de dietas con diferentes niveles proteicos en el crecimiento y composición de alevinos de gamitana cultivados en estanques. Para lo cual, elaboraron tres dietas con diferentes contenidos proteicos incluyendo harina de pescado (24% PB), harina de yuca (26% PB) y harina de plátano (28% PB) además de torta de soya, polvillo de arroz y aceite de soya. Logrando valores de ICAA de $1,95\pm 0,08$; $1,94\pm 0,0$ y $1,90\pm 0,08$; así como valores de TCE de $2,98\pm 0,02$; $2,97\pm 0,05$; g y $2,85\pm 0,14$ g; factor de condición K de $1,82\pm 0,28$; $1,80\pm 0,1$ y $1,74\pm 0,18$; Del análisis del costo por kilogramo de pescado alimentado con estas dietas, concluyeron que con 24% de PB y un ICAA de 1,95 el pescado costaría S/ 3,45; con 26% de PB y un ICAA de 1,96 costaría S/ 4,51 y con la dieta al 28% PB con un ICAA de 1,90 costaría S/ 4,72.

Cárdenas y Panduro (2018) evaluaron el efecto de la harina de vísceras de pollo en el crecimiento de alevinos de gamitana, para lo cual elaboraron cuatro dietas (T1, T2, T3 y T4) con

0, 5, 10 y 15% de inclusión de harina de vísceras de pollo, además de harina de pescado, harina de maíz y polvillo de arroz; obteniendo contenidos proteicos de $16,88 \pm 0,115$; $18,19 \pm 0,24$; $19,50 \pm 0,095$ y $22,21 \pm 0,085$, extracto etéreo $10,50 \pm 0,115$ $7,79 \pm 0,09$; $8,67 \pm 0,095$; $9,27 \pm 0,085$, factor de condición de $2,2 \pm 0,15$ (para T1 y T2), $2,1 \pm 0,21$ (T3) y $2,1 \pm 0,15$ (T4) y valores de ICAA de $2,79 \pm 0,18$ (T1); $2,72 \pm 0,14$ (T2); $2,65 \pm 0,9$ (T3) y $2,58 \pm 0,04$ (T4).

Chirinos-Ochoa et al. (2022), evaluaron la viabilidad de incluir la torta de castaña y el fruto de macambo en alimento para juveniles de paco; elaboraron tres dietas empleando la relación 25/20, 30/20 y 35/20 de torta de castaña y macambo además de harina de maíz, harina de soya, harina de pescado, almidón de yuca y aceite de soya; emplearon como control el alimento comercial purigamitana 25. Obteniendo como resultados ICAA de 1,75; 1,51; 1,84 comparado con 1,54 del control; TCE (%/día) 1,27; 1,34; 1,18 frente a 1,36 del control. Concluyendo que la inclusión de 30% de torta de castaña y 20% de macambo tuvieron efecto significativo en el crecimiento de los peces.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la inclusión de aceite de pollo en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816).

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las variables zootécnicas: peso (g), longitud (cm), tasa de crecimiento específico (TCE), tasa de crecimiento relativo (TCR), factor de condición (K), porcentaje de sobrevivencia, índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) e índice de eficiencia proteica (PER).
- Determinar el porcentaje de inclusión de aceite de pollo con mejor rendimiento.

- Estimar el costo del alimento en función del ICAA para producir un kilogramo de alevinos.

1.4 Justificación

La acuicultura es una de las principales actividades con crecimiento sostenible, que demanda tanto harina como aceite de pescado para la producción de alimentos balanceados, considerados como insumos de alto costo. En esta situación y para la sostenibilidad a largo plazo de la actividad, sobre todo de la acuicultura rural donde los márgenes de ganancia usualmente tienden a ser marginales, urge la necesidad de reducir costos por alimento (De Silva, 2006), por lo que se debe evaluar la posibilidad de reemplazar aquellos insumos de alto costo por alternativas no convencionales, que sean accesibles y a su vez, de bajo costo, que no comprometan el crecimiento y calidad del producto.

En los últimos 10 años, según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2017), la acuicultura peruana ha demostrado su potencial, con un crecimiento de producción del 13% aproximado, siendo el 50% de origen continental proveniente del cultivo de trucha, gamitana, paco y paiche.

La gamitana, indica el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES, 2004), es un pez omnívoro oriundo de la cuenca del Amazonas y del Orinoco en Sudamérica, de mayor importancia económica y sustento proteico de los habitantes de la Amazonía; pudiendo llegar a 1,00 m de longitud total y 30 kg, y según Campos (2015) es una especie valiosa debido a su capacidad de adaptación a cualquier sistema de cultivo, resistencia al manipuleo, crecimiento más rápido que otros peces de aguas continentales y por ser muy receptiva al alimento balanceado, por lo que no nos debe sorprender que sea una especie contemplada como prioritaria en el Plan Nacional de Ciencia, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura 2010- 2021 (Ministerio de la Producción PRODUCE, s.f.).

En la alimentación de dicha especie se emplean alimentos balanceados con significativos volúmenes de harina y aceite de pescado producidos a partir de una especie que está siendo vulnerada por el factor climático, sobrepesca y la informalidad de las embarcaciones de captura.

Otra de las razones a considerar es que, como señala el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2016), existen instrumentos normativos que necesitan asumirse para contribuir con la sostenibilidad, por lo que es necesario seguir planes de análisis de puntos críticos e instrumentos de gestión ambiental (IGA), sin embargo, llama la atención que el 58% de las granjas avícolas supervisadas por la Dirección General de Asuntos Ambientales en el año 2018, no contaban con IGA así mismo la OEFA (2019), señala que el 58% de las granjas avícolas supervisadas por la Dirección General de Asuntos Ambientales Agrarios, también en el 2018, no manejaban adecuadamente sus residuos sólidos.

En consecuencia, por todas estas razones, se evalúa una alternativa asequible que permita a los piscicultores elaborar sus dietas con insumos disponibles en su localidad, en conjunto con otras fuentes lipídicas no tradicionales como el aceite de pollo a base de residuos de vísceras, patas y cabeza; buscando, de esta manera, minimizar los costos de alimentación y el impacto ambiental de estos residuos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El efecto en el crecimiento de gamitanas, al incluir aceite de pollo en sus dietas, como fuente lipídica, es similar a la dieta control.

1.5.2 Hipótesis específicas

- Los valores de las variables zootécnicas (peso (g), longitud (cm), TCE, TCR, K, porcentaje de sobrevivencia, ICAA y PER) son similares a la dieta control.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Sobre la gamitana

2.1.1 Taxonomía y distribución geográfica

Según el *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS, 2021), la jerarquía taxonómica de *Colossoma macropomum* es la siguiente:

Reino: Animalia

Subreino: Bilateria

Infra reino: Deuterostomia

Filo: Chordata

Superclase: Actinopterygii

Clase: Teleostei

Super orden: Ostariophysi

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Género: *Colossoma*

Especie: *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816)

Campos-Baca y Kohler (2005) afirman que esta especie es nativa de las cuencas del río Amazonas y Orinoco en América del Sur, donde los naturales le otorga nombres distintivos como “tambaqui” en Brasil, “cachama negra” en Colombia, “cachama” en Venezuela y “gamitana” en Perú, en este último país y según FONDEPES (s.f.), es cultivada en las regiones de Loreto, San Martín, Madre de Dios, Ucayali y Cusco.

2.1.2 Características biológicas y apariencia

La gamitana es una especie omnívora y con inclinación al alimento vegetal por su abundancia en su medio natural (FONDEPES, s.f.) y tiene un importante rol como agente dispersor de semillas; según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2010) en etapas de alevín y juvenil se desarrolla en aguas negras de planicies inundadas hasta alcanzar la madurez sexual y como adulto, en zonas boscosas, que le permite lograr una longitud de 108 cm y 40 kg de peso.

Cabe precisar que su adaptabilidad al consumo de frutos es gracias a que son heterodontos, con molares medios multicúspides y laterales premolares (Goulding & Leal, 1982), además de poseer “largos filamentos branquiales que están densamente localizados en los arcos branquiales, una característica de los peces planctívoros” (Campos, 2015), “un estómago muy desarrollado, con 43 a 75 ciegos pilóricos y una longitud intestinal de 2 a 2,5 veces la longitud estándar del pez” (Santana, 1974).

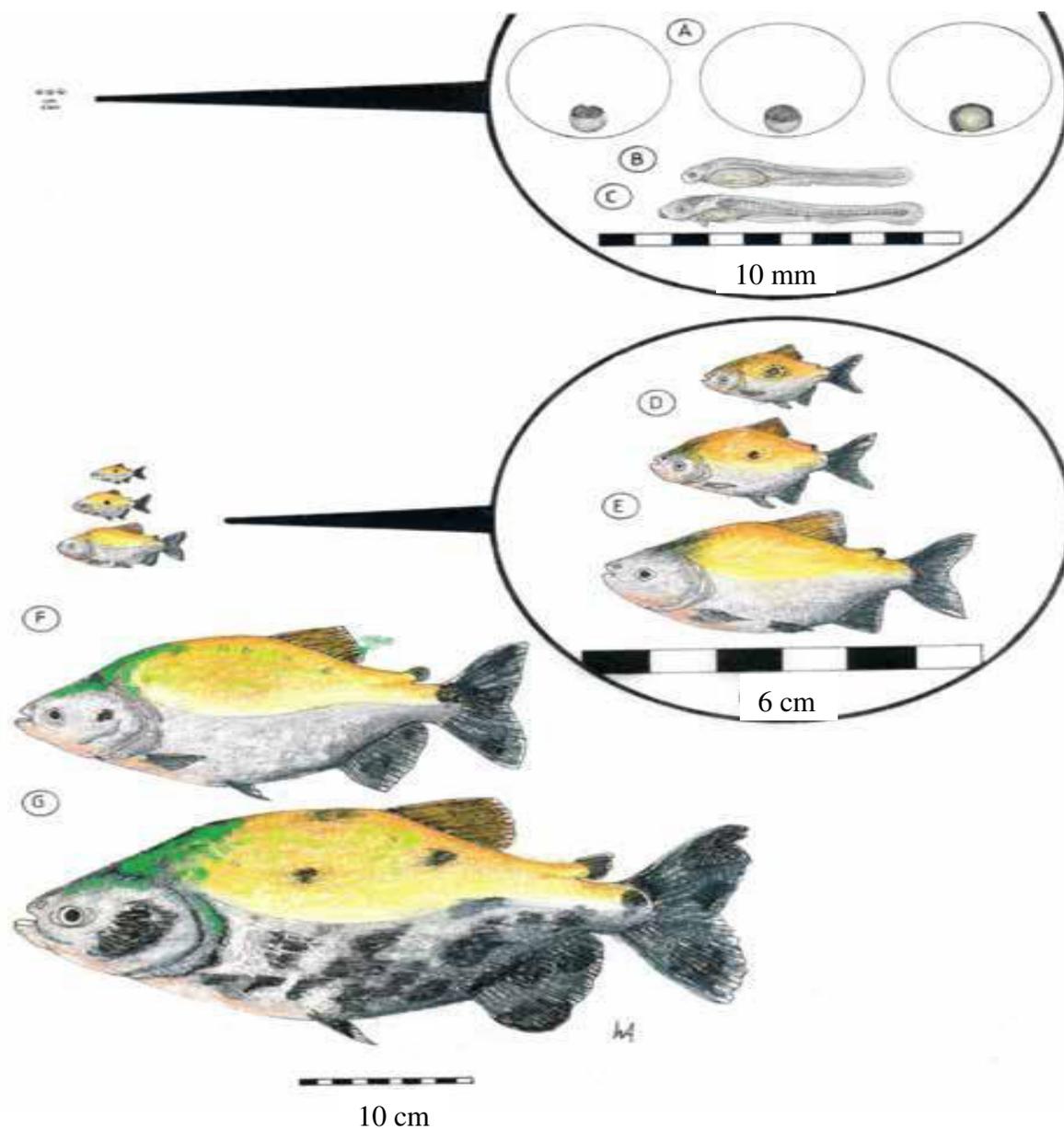
En cuanto a su morfología, es una especie romboidal redondeada, donde los alevines hasta los 40 días de edad se distinguen por una mancha negra u ocelo a los lados del pez, por encima de la zona central de la línea lateral; los juveniles y pre adultos se alargan cuando alcanzan la adultez (FAO, 2010).

La coloración del pez varía según la etapa y coloración del agua, puesto que inicia su vida con cuerpo plateado salpicado de puntos oscuros y pasando el primer mes se aprecia un dorso negruzco y vientre verde amarillento (FONDEPES, s.f.) mientras se encuentre en aguas relativamente claras, puesto que las aguas oscuras lo oscurecen más de lo normal y en aguas fangosas lo vuelve más amarillento y claro. En condiciones de cultivo en estanque, generalmente posee una cabeza frontal verde oliva, aleta dorsal y dorso amarillento claro a

oscuro, con un abdomen casi blanco que va virando a negro con dirección a la aleta anal (FAO, 2010), como se aprecia en la Figura 1.

Figura 1

Etapas de desarrollo de la gamitana



Nota. (A) huevo fértil y embrión en diferentes etapas de desarrollo, (B) larvas en desarrollo, (C) larvas en etapa de alimentación, (D) alevines de diferentes tamaños, (E) alevines, (F) pre adulto y (G) pez adulto. Fuente: FAO (2010).

Las etapas de desarrollo, características distintivas y el tiempo de duración, según la clasificación de la FAO (2010), se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Etapas del desarrollo de Colossoma macropomum

Etapas	Características distintivas	Duración
Huevos o embriones	Desde la fertilización de los huevos hasta que eclosionen.	13 a 18 horas.
Larvas	Mientras lleven el saco vitelino. Termina con el desarrollo del tracto digestivo, lo que provoca que empiecen a buscar alimento.	5 a 6 días.
Larvas de alimentación mixta	De alimentación endógena y exógena o en transición.	1 a 2 días.
Larvas de alimentación exógena	Momento oportuno para pasar a estanques de cría.	
Post larvas	Período que van tomando apariencia de pez.	10 a 15 días.
Post larvas avanzados	Desarrollo completo de ojos, sistema respiratorio, tracto digestivo y determinación somática del sexo. Longitud estándar de 1,5 a 2,5 cm.	10 a 20 días. La duración total del período de cría puede ser de 20 a 35 días.
Alevines	Los primeros 40 días tienen ocelo y abarcan un amplio rango de tamaño de 1 – 2 g a 100 g.	1 a 3 meses.
Juveniles	Comúnmente para referirse a los pescados vendidos para consumo humano, con 750 g - 3 kg.	0,5 a 2,5 años.
Reproductores	Peces sexualmente maduros.	3 a 4 años en condiciones de granja.

Nota. Elaboración propia.

2.1.3 *Requerimientos nutricionales*

A. *Proteínas.* Considerados como los nutrientes más destacados para el crecimiento del pez, debe otorgarse especial atención en el nivel de inclusión en sus dietas, siendo para las gamitanas los siguientes: del 30% en alevinaje, 25% en etapa de crecimiento, en engorde de 20% y 35% para reproductores (FONDEPES, 2004).

Existen ciertos aminoácidos que no son sintetizados y deben incorporarse, conocidos como aminoácidos esenciales, ya que su deficiencia conlleva a la interrupción del crecimiento en peso y talla (Muriel y Guillaume, 2004, como se citó en Sánchez, 2017), las cuales, para peces y camarones, son: la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina (dependiendo de la cantidad de cisteína en la dieta), fenilalanina (dependiendo del contenido de tirosina), treonina, triptófano y valina (Tacón, 1989).

B. *Lípidos.* Son responsables de poner a disposición el recurso como energía metabólica inmediata y ácidos grasos esenciales disponibles. El porcentaje recomendado en las dietas fluctúa entre el 6 al 8%, valores mayores puede producir rancidez ocasionando deterioro en la calidad del alimento y toxicidad en los peces (FONDEPES, 2004). Según el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP, s.f.b), “peces como gamitana, paco y sábalo de cola roja, crecen mejor cuando son alimentados con dietas que contiene una mezcla de ácido linolénico y linoleico” y deben ser incorporados al menos en un 1% en el alimento.

C. *Vitaminas.* Según el IIAP (s.f.b), los niveles óptimos de vitaminas para algunas especies tropicales no son bien conocidos, sin embargo, se pueden agrupar las que en su ausencia pueden causar enfermedades como escoliosis, anorexia e inclusive mortalidad, siendo algunas de estas vitaminas: las del grupo B (Tiamina, riboflavina, y vitamina B12), colina, vitamina C y ácido paraminobenzoico, por otro lado, están las solubles en grasa: vitaminas A, D, E y K.

D. *Minerales.* Cumplen un rol importante en los procesos de osmorregulación a nivel celular y en la formación de estructuras óseas (FONDEPES, 2004). Así los minerales son requeridos para procesos metabólicos y de crecimiento que usualmente son obtenidos directamente del agua, sin embargo, no siempre están disponibles y es necesario agregarlos a sus dietas, entre los principales se tiene al calcio, fósforo, sodio y potasio (IIAP, s.f.b).

E. *Energía.* Al igual que la proteína, la energía merece especial atención, no solo porque puede afectar el rendimiento piscícola sino a que niveles altos de energía conducirían a bajar el consumo del alimento y por ende la ingesta de nutrientes primordiales para un buen crecimiento. Por otro lado, bajos niveles de energía causarían que la proteína requiera ser empleada como fuente energética para el metabolismo basal de los especímenes, en vez de repercutir en el crecimiento (Morillo et al, 2020). Para calcular las exigencias de energía se debe considerar que: un gramo de proteína equivale a 5,65 kcal, un gramo de carbohidratos 4,15 kcal y uno de grasa 9,40 kcal (IIAP, s.f.b).

2.1.4 *Calidad del agua*

Siempre que el agua de cultivo sea de buena calidad, será posible mantener con vida y contribuir al desarrollo de los organismos; por tanto, se deben monitorear los parámetros que determinan la calidad del recurso hídrico, siendo las más importantes para los aspectos productivos y reproductivos: la temperatura, oxígeno disuelto y pH, que deben mantenerse dentro de los rangos óptimos (IIAP, 2006), éstos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2*Parámetros de calidad de agua para cultivo de gamitana*

Parámetros	Rango óptimo	Rango mortal	Fuente
Temperatura del agua	26 – 30 °C	36 °C a más	Pereyra (2013)
	25 a 30 °C	< 18 °C y ≥ 34 °C	FONDEPES (s.f.)
Oxígeno disuelto	≥ 5 mg/l y moderadamente adecuado de 3,5 a 4.	0,3 a 0,4 mg/l	FONDEPES (s.f.)
Alcalinidad	30–200 ppm de CaCO ₃		IIAP (s.f.a)
pH	7 – 8 y pudiendo soportar aguas de 6,5 a 9.		FONDEPES (s.f.)
Amonio	0 – 0,4 mg/l y aceptable por 15 días de 1 a 1,6 mg/l.	3 mg/l	FONDEPES (s.f.)
Nitritos	Óptimo de 0 mg/l y aceptable por 15 días de 0,006 mg/l.	0,08 mg/l	FONDEPES (s.f.)
Nitratos	≤ 25 mg/l y pudiendo soportar hasta 50 mg/l.		FONDEPES (s.f.)

Nota. Elaboración propia.

2.2 El aceite de pollo

2.2.1 *Proceso de obtención del aceite de pollo*

El aceite de pollo se produce luego de la cocción de subproductos de aves, constituido principalmente por vísceras, cabezas y patas, empleando bajas temperaturas y adicionando antioxidantes (Technofeed, 2013).

2.2.2 *Ácidos grasos totales y colesterol de aceite de aves versus aceite de anchoveta*

En la Tabla 3 se detallan los valores porcentuales de ácidos grasos y colesterol de aceite de aves y aceite de anchoveta, según el National Research Council (NRC, 2011).

Tabla 3

Contenido de ácidos grasos totales y colesterol del aceite de aves versus aceite de anchoveta

Ítem	Aceite de aves	Aceite de anchoveta
	Número internacional del insumo	
	4-09-319	7-01-994
Sat ≤ C12	0,1	-
14:0	0,9	7,4
16:0	21,6	17,4
18:0	6,0	4,0
Total Sat	31,2	34,6
16:1	5,7	10,5
18:1	37,3	11,6
20:1	0,1	1,6
22:1	-	1,2
Total Mono	43,1	24,9
18:2 n-6	19,5	1,2
18:3 n-6	-	0,1
20:4 n-6	-	0,1

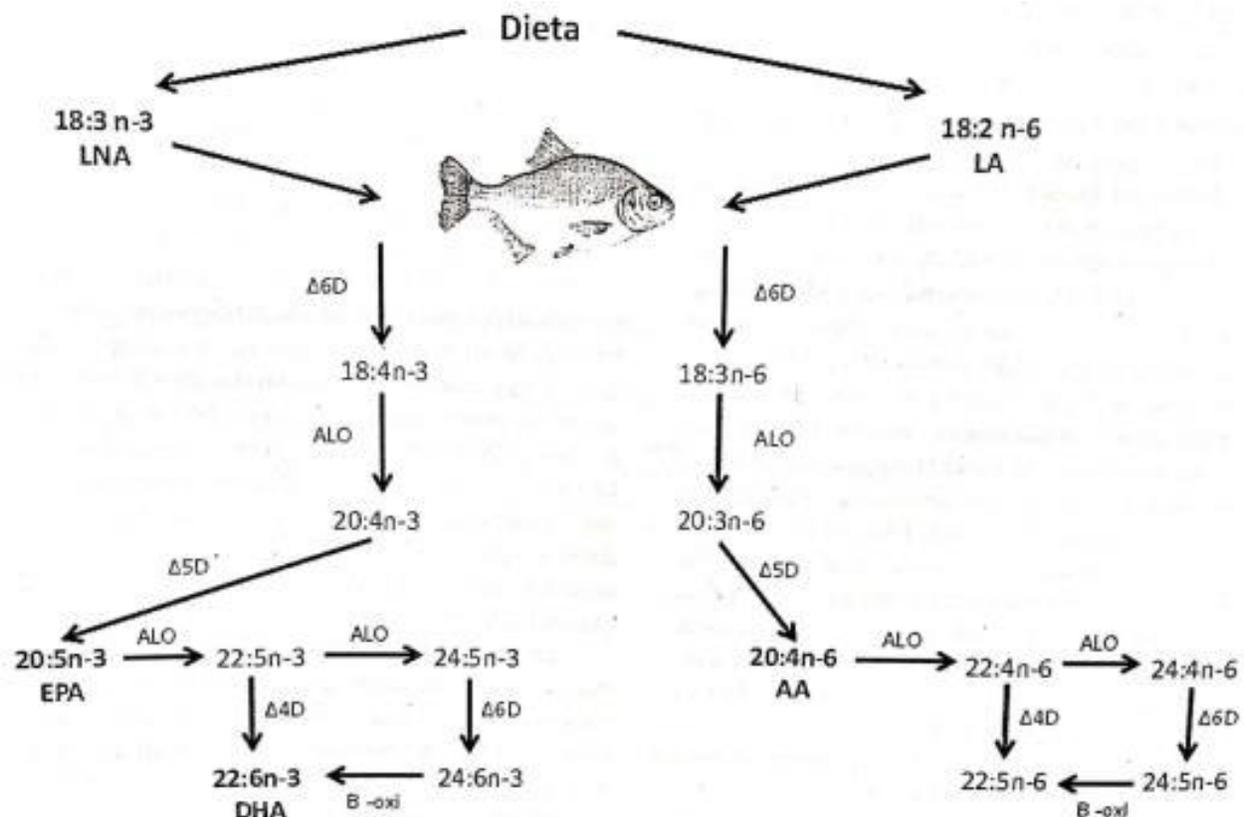
18:3 n-3	1,0	0,8
18:4 n-3	1,1	3,0
20:5 n-3	-	17,0
22:5 n-3	-	1,6
22:6 n-3	-	8,8
Proporción n 3: n 6	0,1	24,0
Total n-3 LC-PUFA	-	27,4
Saturados: Insaturados	2,2	1,9
Índice de yodo	78	183
Vitamina A (mg/ kg)	-	-
Vitamina D (mg/ kg)	-	-
Actividad de la Vitamina E (mg α-TE)	27	-
Colesterol (mg/ kg)	770	-
Energía (kcal/ kg) DE	8 520	8 445

Nota. Fuente: NRC (2011).

Referido al uso de nuevas alternativas lipídicas, se debe evaluar el nivel de ácidos grasos que, según Vásquez et al. (2019) son los peces marinos quienes poseen los mayores niveles de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en comparación con los de agua dulce con excepción de la trucha *Oncorhynchus mykiss*. Perea et al. (2008) al investigar al paco, concluyeron que se comprometería de manera importante su nutrición si se alimentaba con insuficiente AGPI de la serie n-3 (ácido alfa linoleico ALA, ácido eicosapentanoico EPA y ácido docosahexanoico DHA). Cabe indicar que una ventaja que tienen estos peces es la habilidad enzimática de elongar y desaturar el ALA a EPA y DHA (Moreno, 2013), como se puede apreciar en la Figura 2. Otro aspecto trascendental, es que la composición de ácidos grasos de los lípidos de la dieta contribuye en la composición del músculo del pescado.

Figura 2

Vía metabólica de ácidos grasos en los peces de agua dulce



Nota. Una desaturación de cadena carbónica es realizada por las enzimas $\Delta 6$ desaturasa ($\Delta 6D$), $\Delta 5$ desaturasa ($\Delta 5D$), $\Delta 4$ desaturasa ($\Delta 4D$), en cuanto al elongamiento, por la enzima elongasa (ALO) y la oxidación, por la enzima beta-oxidasa (β -oxi). Fuente: Vásquez et al. (2019).

2.3 Variables zootécnicas

Para evaluar el crecimiento de peces y el efecto del alimento es necesario considerar algunas variables zootécnicas.

2.3.1 Índice de conversión alimenticia aparente (ICAA)

Expresa la cantidad de alimento necesaria para obtener 1 kg de carne del pez en cultivo. Según Halver (1972, citado por Gardini y Cáceres, 2015) en el caso de dificultades para alcanzar valores iguales o menores que uno deben tenerse en cuenta a los alimentos

presentes en el hábitat de la especie. Se calculó aplicando la fórmula empleada por Casanova-Flores y Chu-Koo (2008):

$$ICAA = \frac{\text{Total de alimento ofrecido}}{\text{Total de biomasa ganada}}$$

Algunos autores emplean como sinónimo el factor de conversión alimenticia FCA, en ambos casos el valor obtenido es interpretado de manera similar. Según FONDEPES (s.f.) para gamitana se han reportado conversiones de 1,5 a 2, dependiendo del tipo de alimento suministrado.

2.3.2 *Tasa de crecimiento específico (TCE)*

Expresa el porcentaje de crecimiento diario, en peso, de los peces en cultivo. Se calculó aplicando la fórmula mencionada por Tacón (1989):

$$TCE = \left(\frac{\ln \text{Peso promedio final} - \ln \text{Peso promedio inicial}}{\text{Tiempo (días)}} \right) \times 100$$

2.3.3 *Tasa de crecimiento relativo (TCR)*

Expresa el porcentaje de peso ganado al final de la experimentación. Se calcula aplicando la fórmula mencionada Ruiz (2013):

$$TCR = \left(\frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100$$

2.3.4 *Factor de condición (K)*

Expresa la condición somática o grado de robustez de una población en relación con el medio que vive. Según Núñez y Tello (2017), valores de K superiores a la unidad se traducen en peces con mayor masa corporal y según De La Higuera (1987) está relacionado con cierto grado de engrasamiento. Se calcula aplicando la fórmula:

$$K = \frac{\text{Peso promedio final}}{(\text{Longitud promedio final})^3} \times 100$$

2.3.5 *Sobrevivencia (S)*

Según Gonzales et al. (2009) se calcula:

$$S = \frac{\text{Número de peces vivos al final}}{\text{Número de peces vivos al inicio}} \times 100$$

2.3.6 *Índice de eficiencia proteica (PER)*

Expresa los gramos de peso ganado por gramo de proteína consumida. Se calcula aplicando la fórmula mencionada por López et al. (2004):

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganancia de peso vivo (g)}}{\text{g de PB consumida}}$$

Según De La Higuera (1987), este índice pese a ser considerado como menos preciso es útil y fiable cuando las condiciones experimentales se encuentran estandarizadas. El PER varía con el contenido de proteína en las dietas.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

La investigación es de tipo experimental y aplicada ya que se orienta a descubrir el efecto en el crecimiento de alevines de gamitana al incluir el aceite de pollo en su dieta, bajo condiciones controladas.

3.2 Ámbito temporal y espacial

La investigación se realizó en la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura de la Universidad Nacional Federico Villarreal; ubicado en Calle Roma N° 350, distrito de Miraflores, Lima, Perú. Esta tuvo dos etapas: la primera con una duración de un mes, para adaptación y prueba de palatabilidad, y la segunda de 60 días efectivos de alimentación con las dietas experimentales.

3.3 Variables

3.3.1 *Variables independientes*

- Porcentaje de inclusión de aceite de pollo en el alimento.
- Análisis químico y físico de las dietas: humedad, cenizas, grasas y proteína.
- Parámetros físicos y químicos del agua: temperatura, pH y alcalinidad.

3.3.2 *Variables dependientes*

- Peso promedio.
- Longitud promedio.
- Índice de conversión alimenticia aparente.
- Tasa de crecimiento específico.
- Tasa de crecimiento relativo.
- Factor de condición.

- Porcentaje de sobrevivencia.
- Índice de eficiencia proteica.

3.4 Población y muestra

La población estuvo conformada por 120 alevines de *Colossoma macropomum* de características similares (peso y talla), seleccionados de un lote de un millar de peces adquiridos de un proveedor de la ciudad de Tarapoto. No se consideró tamaño de muestra puesto que, todos los peces fueron evaluados en la experimentación.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Materiales

- Ciento veinte alevines de gamitana *Colossoma macropomum*.
- Doce acuarios de 180 litros.
- Doce planchas de tecnopor, para las bases de los acuarios.
- Doce termostatos de 200 watts, marca ELITE.
- Dos estantes de fierro para colocar acuarios.
- Termómetro de alcohol rango 0 – 50°C, con $\pm 1^\circ\text{C}$ de precisión, para registro de temperatura ambiental.
- Termómetro digital TP3001 con rango -50 a 300 °C y $\pm 0,1^\circ\text{C}$ de precisión, punta de acero, para registro de temperatura del agua.
- Doce filtros de esponja.
- Redes de mano.
- Malla *rashell* negra.
- Piedras difusoras de aire.
- Doce baldes de 20 litros aproximados, con tapa.

- Manguera transparente de ¼”, para aireación.
- Conectores y llaves *by pass* de aire.
- Tamices de metal (2,00; 1,75; 0,85 y 425 mm de luz de malla).
- Crisoles y cápsulas.
- Un desecador.
- Regla de 30 cm con 0,1 cm de precisión.
- Insumos para elaborar la dieta: harina de pescado, torta de soya, polvillo de arroz, harina de trigo, afrechillo, aceite, maíz, vitaminas, minerales, sal y antifúngico.
- Aceite de pollo (facilitado por empresa *Technofeed.*).
- Reactivos para determinación de alcalinidad.

3.5.2 Equipos

- Un motor electromagnético RESUN.
- Estufa Memmert 0 – 250 °C.
- Mufla.
- Balanza marca WANT de 0,01 a 200 g, con 0,01 g de precisión.
- Balanza analítica marca OHAUS de 0,001 g de precisión.
- Potenciómetro digital PIN POINT- American Marine.
- Equipo para titular.
- Molino de carne.
- Molino de granos Corona.

3.6 Procedimiento

3.6.1 Población experimental

La población estuvo conformada por 120 alevines de gamitana, seleccionados con talla y peso de similares características y distribuidos en 12 acuarios.

3.6.2 Recepción y preparación de los peces

Se adquirió un millar de peces de un proveedor de Tarapoto, que fueron acondicionados para el transporte aéreo; en el laboratorio se distribuyeron en seis acuarios de 360 litros.

La preparación de los peces se dividió en aclimatación, cuarentena y adaptación (20 días) y palatabilidad (7 días). El agua utilizada en los acuarios fue tratada con 2 gotas de azul de metileno por cada 10 litros (Barriga y Clavijo, 2008) y sal, para evitar posibles infecciones. La prueba de palatabilidad consistió en la adaptación al alimento con 0,5% de inclusión de aceite de pollo. Previo a la selección de los peces para la experimentación, se los mantuvo en ayuno por dos días.

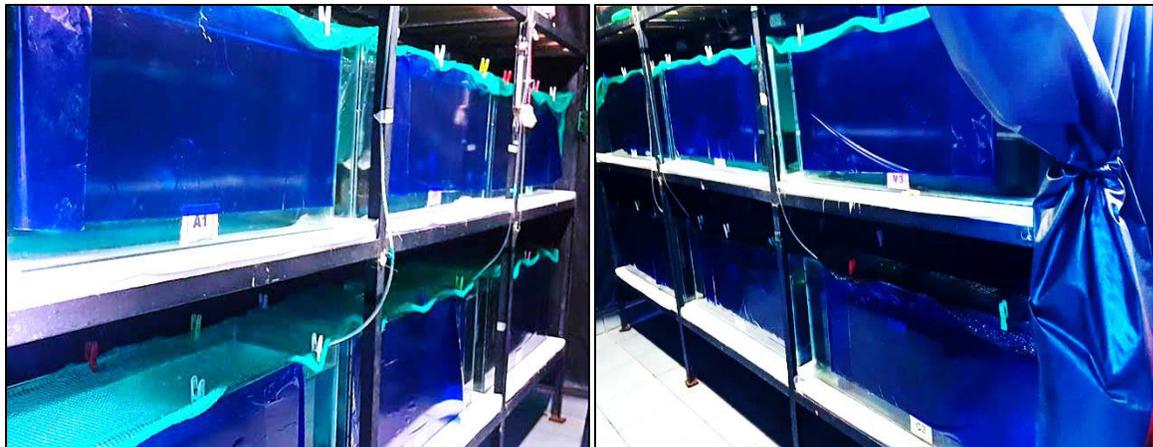
3.6.3 Fase experimental

3.6.3.1 Acondicionamiento del ambiente experimental. Se acondicionaron 12 acuarios de 180 litros de volumen efectivo (ver Figura 3), desinfectados con solución de hipoclorito de sodio, con sistema de aireación constante suministrado por un motor electromagnético RESUN, control de iluminación 12 horas luz y 12 horas oscuridad con temperatura estable (25 °C) controlada por termostatos sumergibles ELITE. La batería de acuarios se mantuvo dentro de un ambiente tipo invernadero y rotulados de maneras aleatorizada según recomienda Casanova-Flores y Chu-Koo (2008).

Se utilizó papel celofán azul para forrar las partes frontales y laterales de los acuarios, puesto que, según la cromoterapia, este color induce a la relajación y reposo (López et al., 2014).

Figura 3

Ambiente de experimentación con acuarios acondicionados



Fuente: Autoría propia.

Los acuarios y envases de alimentación fueron rotulados de la siguiente forma:

- **C:** Dieta control, con 0% de aceite de pollo (C1, C2 y C3).
- **A:** Dieta con 0,25% de aceite de pollo (A1, A2 y A3).
- **P:** Dieta con 0,5% de aceite de pollo (P1, P2 y P3).
- **M:** Dieta con 1,0% de aceite de pollo (M1, M2 y M3).

3.6.3.2 *Seguimiento de la población.* El tiempo de experimentación fue de 60 días efectivos de alimentación, realizándose controles biométricos cada 15 días. Se acondicionó una mesa con paños absorbentes para facilitar el manejo y evitar que los peces se maltraten. Se extrajeron los peces de cada acuario y colocaron en baldes rotulados según tratamiento (C, A, P o M) y réplica (1, 2 o 3), a cada uno se instaló una manguera de silicona con piedra difusora y flujo de aire constante. Para medir la longitud total de los peces se extrajo uno a uno, con ayuda de una red de mano (rotulada), se colocó sobre una regla y anotó la medida observada en la ficha de registro. Para el peso se utilizó una balanza digital (WANT), se utilizó un recipiente de plástico con tapa que era puesto sobre la plataforma para fijar el peso con el botón tare, luego se ponía el pez y anotaba el dato en la ficha de registro. Al finalizar el muestreo los peces se retornaban a sus respectivos acuarios que de manera simultánea eran limpiados y tratados con azul de metileno y sal. Los cambios de agua se realizaron cada 6 días (15% del volumen) y total en cada muestreo.

3.6.4 *Dieta control y elaboración de dietas experimentales*

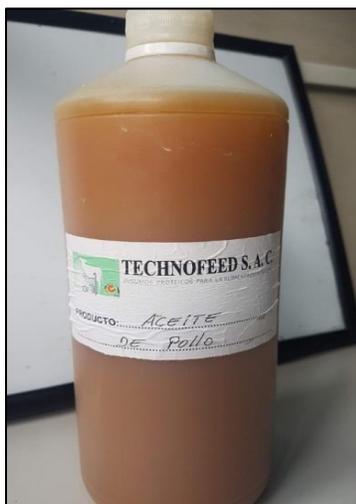
Se utilizó la fórmula de una dieta base para gamitana, evaluada previamente en otras investigaciones, empleada en el laboratorio de acuarística, a la cual se adicionó el aceite de pollo (Figura 4) para obtener las dietas experimentales. Para evitar variables intervinientes en las dietas, se trabajó con insumos adquiridos de un solo lote, manteniendo características similares.

La selección de insumos se realizó teniendo en cuenta lo sugerido por Campos (2015), respecto a la accesibilidad para los piscicultores de la Amazonia, entre éstos se tienen a: la torta de soya, polvillo de arroz, afrecho, harina de pescado, harina de trigo (empleado como aglomerante), PREMIX, colina, vitaminas, minerales, antifúngico, sal y agua. La composición de las dietas y los porcentajes de inclusión de los insumos se muestran en la Tabla 4, los porcentajes

de los insumos en la dieta control fueron obtenidos con el programa LINDO y para las dietas A, M y P sólo se variaron las cantidades de aceite en 0,25%, 0,5% y 1,0%.

Figura 4

Aceite de pollo de la empresa Technofeed



Fuente: Autoría propia.

Tabla 4*Inclusión porcentual de insumos según dieta*

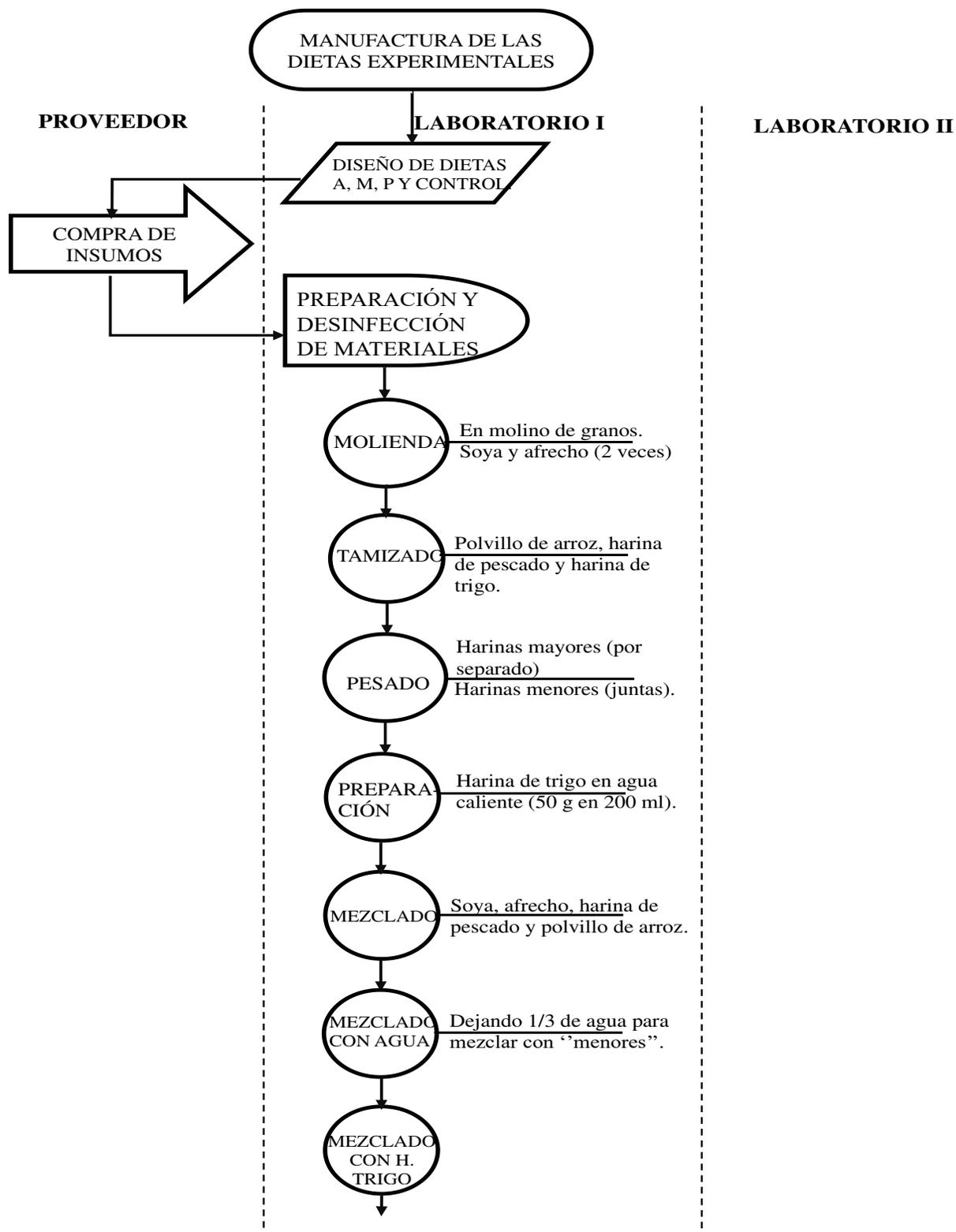
Insumos	Composición porcentual de dietas (%)			
	Control C	Tratamiento A	Tratamiento P	Tratamiento M
Polvillo de arroz	24,685	24,685	24,624	24,504
Afrecho	22,71	22,71	22,655	22,543
Harina de trigo	4,937	4,937	4,925	4,901
Harina de pescado	19,748	19,748	19,700	19,603
Torta de soya	26,66	26,66	26,594	26,464
Antifúngico	0,197	0,197	0,197	0,196
Premix	0,173	0,173	0,172	0,172
Colina-Sal (1:2)	0,197	0,197	0,197	0,196
Vitaminas	0,1	0,1	0,1	0,1
Sal	0,346	0,346	0,345	0,343
Aceite de pollo	-	0,25	0,5	1,0

Fuente: Elaboración propia.

La metodología empleada para la elaboración de las dietas (Figura 5) consistió en formar una masa homogénea húmeda con los insumos seleccionados para pasarla por un molino de carne y formar los pellets (Figura 6), luego secarlos en bandejas de metal en la estufa Memmert a 60 °C (Figura 7A y 7B), pasarlos por un molino de granos Corona para triturarlos (Figura 8) y finalmente tamizarlos (Figura 9) para obtener el tamaño de partícula de acuerdo con el tamaño de boca de los peces.

Figura 5

Manufactura de las dietas experimentales



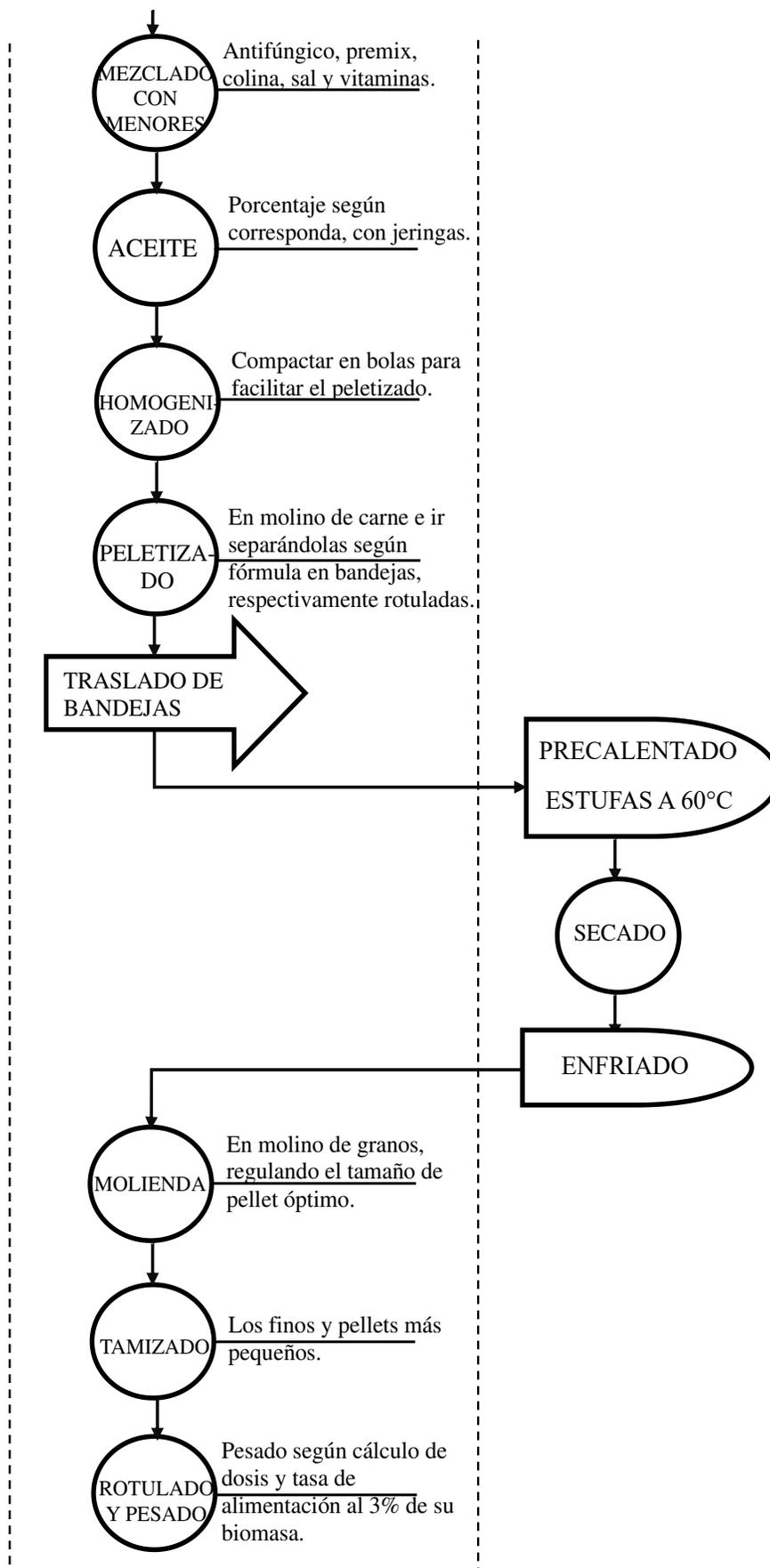


Figura 6

Preparación del alimento para la experimentación (fase húmeda)



Nota. A) proceso de mezclado de insumos tamizados y pesados. B) proceso de compactación y formación de pellets empleando molino de carne. Fuente: Autoría propia.

Figura 7

Secado de alimentos



Nota. A y B) alimento húmedo en bandejas (C, A, P y M) dentro de las estufas para el proceso de secado. C) alimento seco. Fuente: Autoría propia.

Figura 8

Fragmentado del alimento seco



Nota. A) recipientes de almacenamiento de alimento seco.

B) fracturado del alimento en molino de granos.

C) alimento quebrado. Fuente: Autoría propia.

Figura 9

Tamizado de los piensos según dieta



Fuente: Autoría propia.

3.6.5 Alimentación

El cálculo de la ración se realizó considerando la biomasa de cada unidad experimental multiplicada por la tasa de alimentación (3%) y dividida entre tres porciones. Se pesó las raciones empleando la balanza (Figura 10) en recipientes de plástico rotulados según tipo de dieta, replicado y ración. Se alimentó a los peces (Figura 11) de lunes a sábado, los 60 días efectivos que duró el trabajo experimental, tres veces al día (08:00, 12:00 y 16:00 horas).

Figura 10

Pesado de dietas en recipientes rotulados



Fuente: Autoría propia.

Figura 11

Alimentación de las gamitanas en acuarios experimentales



Fuente: Autoría propia.

3.6.6 Parámetros fisicoquímicos

Durante la experimentación se registró la temperatura ambiental (con un termómetro de alcohol) y del agua (con termómetro digital TP3001), cada vez que se alimentó. Asimismo, cada quince días se determinó el pH del agua con el potenciómetro digital PIN POINT- American Marine, mientras que la alcalinidad, por método volumétrico.

3.6.7 Análisis proximal de las dietas

Se realizó el análisis porcentual de cenizas de cada dieta mediante un método estandarizado, en el laboratorio de Química de la FOPCA, mientras que, para evaluar humedad, grasas, carbohidratos y proteínas, se enviaron muestras a un laboratorio externo certificado. Los valores de energía se realizaron mediante cálculos.

3.7 Análisis de datos

Se empleó un diseño completamente al azar con tres réplicas por tratamiento, distribuyendo los acuarios y los peces de tal manera que posean condiciones y características similares. Los resultados de las evaluaciones de crecimiento se sometieron a análisis de ANOVA con un nivel de significancia de $\alpha= 0,05$; aplicándose la prueba de comparación de promedios de Tukey para determinar diferencias significativas entre las medias, con la ayuda del Software *Statgraphics*.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados sobre las dietas

4.1.1 Análisis químico y físico de las dietas control y tratamiento

En la Tabla 5 se muestran los valores de los análisis realizados a las dietas C, A, P y M. El escrutinio de cenizas de cada dieta se llevó a cabo en el laboratorio de química de la FOPCA, mientras que los porcentajes de humedad, grasas, carbohidratos y proteínas fueron brindados por el laboratorio SAT (Anexo A) y para realizar los cálculos de energía se utilizaron los valores teóricos equivalentes para proteína, carbohidratos y grasa, mencionados por IIAP (s.f.b).

Tabla 5

Composición química de las dietas empleadas en la experimentación

Análisis	Expresado en porcentaje (g/100)			
	C	A	P	M
Carbohidratos	47,26	45,78	47,278	46,431
Cenizas	9,96	9,47	8,842	8,4192
Grasa	6,68	8,41	8,58	8,77
Humedad	7,45	6,78	5,74	6,82
Proteína	28,65	29,56	29,56	29,56
Energía total (kcal/100 g)	420,793	436,055	443,87	442,14

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Resultados de biometría e indicadores zootécnicos

4.2.1 Resultados del análisis comparativo en función del peso unitario promedio

Los valores promedio de los pesos desde el día cero (día de la selección de los alevines) y cada 15 días se muestran en la Tabla 6, habiéndose evidenciado diferencias estadísticamente significativas entre las dietas P, M y C a los 15 y 30 días de la experimentación, a un nivel de confianza del 95%; mientras que, entre los 45 y 60 días de la experimentación, no se evidenció alguna diferencia estadísticamente significativa, bajo la prueba Tukey HSD.

Tabla 6

Valores promedio del peso unitario (g) por cada biometría y dieta

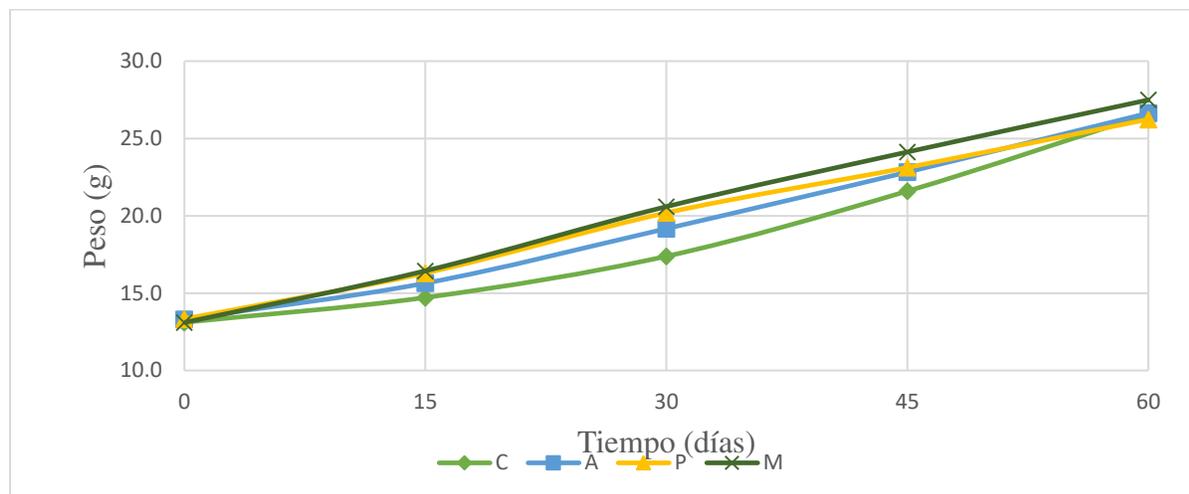
Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
0	13,11±0,26 ^a	13,316±0,14 ^a	13,335±0,02 ^a	13,099±0,196 ^a
15	14,72±0,31 ^a	15,64±0,82 ^{abc}	16,30±0,35 ^c	16,44±0,72 ^b
30	17,38±0,44 ^a	19,17±0,69 ^{ab}	20,19±0,62 ^{ab}	20,59±1,95 ^b
45	21,59±0,69 ^a	22,82±0,37 ^a	23,12±0,57 ^a	24,13±3,02 ^a
60	26,58±0,36 ^a	26,64±1,93 ^a	26,24±0,24 ^a	27,49±3,17 ^a

Nota. Superíndices con letras distintas indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 12 se evidencia la tendencia del peso promedio unitario durante los 60 días de alimentación efectiva, en todos los casos fue ascendente. Se observa un desarrollo similar entre los tratamientos P y M hasta los 30 días, seguido del tratamiento A, que llega a lograr resultados similares al tratamiento P a los 45 días y finalmente el control, que alcanza a los demás tratamientos a los 60 días. Al concluir la investigación, los peces alimentados con la dieta M obtuvieron un mayor peso respecto a los demás tratamientos.

Figura 12

Curvas de los promedios de peso unitario (g) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Resultados del análisis comparativo en función de la longitud unitaria promedio

Los valores promedio de las tallas de las dietas C, A, P y M desde el día cero y cada 15 días se muestran en la Tabla 7, no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, a un nivel de confianza del 95%, bajo la prueba Tukey HSD.

Tabla 7

Valores promedio de longitud unitaria (cm) por cada biometría y dieta

Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
0	8,72±0,04 ^a	8,77±0,07 ^a	8,84±0,03 ^a	8,76±0,05 ^a
15	9,16± 0,13 ^a	9,52± 0,19 ^a	9,47± 0,06 ^a	9,50±0,25 ^a
30	9,75 ± 0,08 ^a	10,07±0,17 ^a	10,25±0,13 ^a	10,25±0,35 ^a
45	10,67±0,22 ^a	10,88±0,12 ^a	10,81±0,09 ^a	11,11±0,45 ^a
60	11,64±0,28 ^a	11,30±0,36 ^a	11,62±0,43 ^a	11,64±0,11 ^a

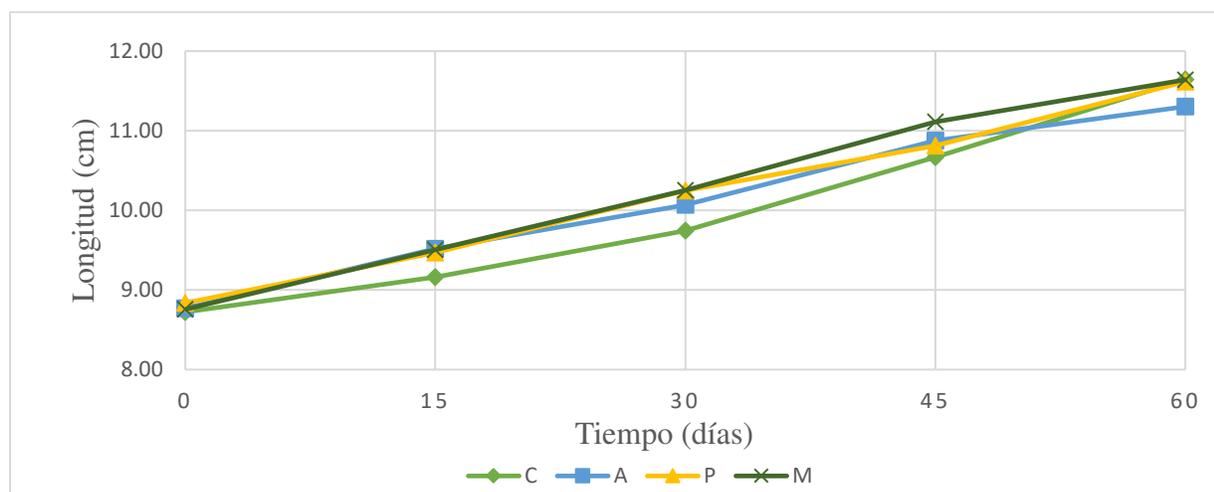
Nota. Superíndices con letras distintas, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente:

Elaboración propia.

En la Figura 13 se evidencia la tendencia del crecimiento en relación con la longitud unitaria promedio durante los 60 días de alimentación efectiva, en todas se observa que es ascendente. El desarrollo es similar entre los tratamientos A, P y M hasta los 15 días, a los 45 días los tratamientos P y M se mantienen muy similares, siendo el tratamiento A, quien a los 60 días termina en último lugar. El control, hasta los 45 días se mantuvo por debajo de los tres tratamientos logrando compensar el crecimiento al final de la experiencia (60 días).

Figura 13

Curvas de longitud promedio (cm) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días



Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Resultados del análisis comparativo en función de la ganancia de peso total

Los valores promedio de la ganancia de peso de las dietas C, A, P y M, durante la etapa experimental, se muestran en la Tabla 8; habiéndose evidenciado diferencias estadísticamente significativas entre los 15 y 30 días de la experimentación entre las dietas M y C, a un nivel de confianza del 95%, mientras que, entre los 45 y 60 días de la experimentación, no se evidenció diferencia estadísticamente significativa alguna, bajo la prueba Tukey HSD.

Tabla 8

Valores promedio de ganancia de peso (g) por cada biometría y tipo de dieta

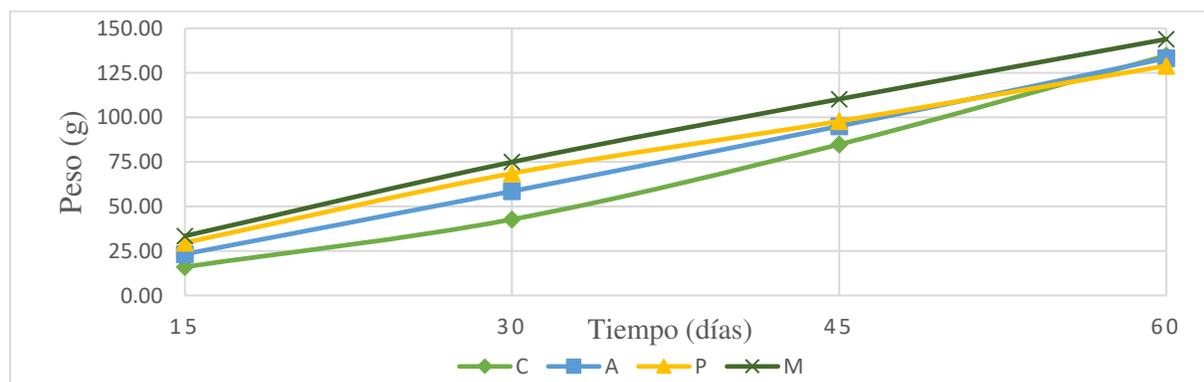
Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
15	16,03±0,97 ^a	23,28±8,91 ^{ab}	29,64±3,44 ^{ab}	33,42±5,40 ^b
30	42,73±4,59 ^a	58,54±7,44 ^{ab}	68,57±6,08 ^{ab}	74,94±17,84 ^b
45	84,83±8,06 ^a	95,08±4,31 ^a	97,86±5,55 ^a	110,26±28,52 ^a
60	134,69±5,71 ^a	133,24±19,78 ^a	129,01±2,28 ^a	143,94±29,87 ^a

Nota. Superíndices con letras distintas, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 14 se evidencia la tendencia de la ganancia de peso del control y de los tratamientos durante los 60 días de alimentación efectiva. En todos los casos se observa que son ascendentes, siendo el tratamiento M el que se mantuvo por encima de los demás durante toda etapa experimental. A los 45 días los tratamientos A y P mostraron un desarrollo similar, mientras que a los 60 días lo tuvieron el control y el tratamiento A. Al concluir la investigación, los peces alimentados con la dieta M obtuvieron un mayor peso respecto a los demás tratamientos.

Figura 14

Curvas de ganancia de peso (g) de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días



Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 Resultados del análisis comparativo en función del índice de conversión alimenticia aparente ICAA

Los valores promedio del índice de conversión alimenticia aparente de las dietas C, A, P y M, durante la etapa experimental, se muestran en la Tabla 9, habiéndose evidenciado diferencias estadísticamente significativas sólo a los 30 días entre las dietas P, C y M, a un nivel de confianza del 95% bajo la prueba Tukey HSD.

Tabla 9

Valores promedio del ICAA por cada biometría y dieta

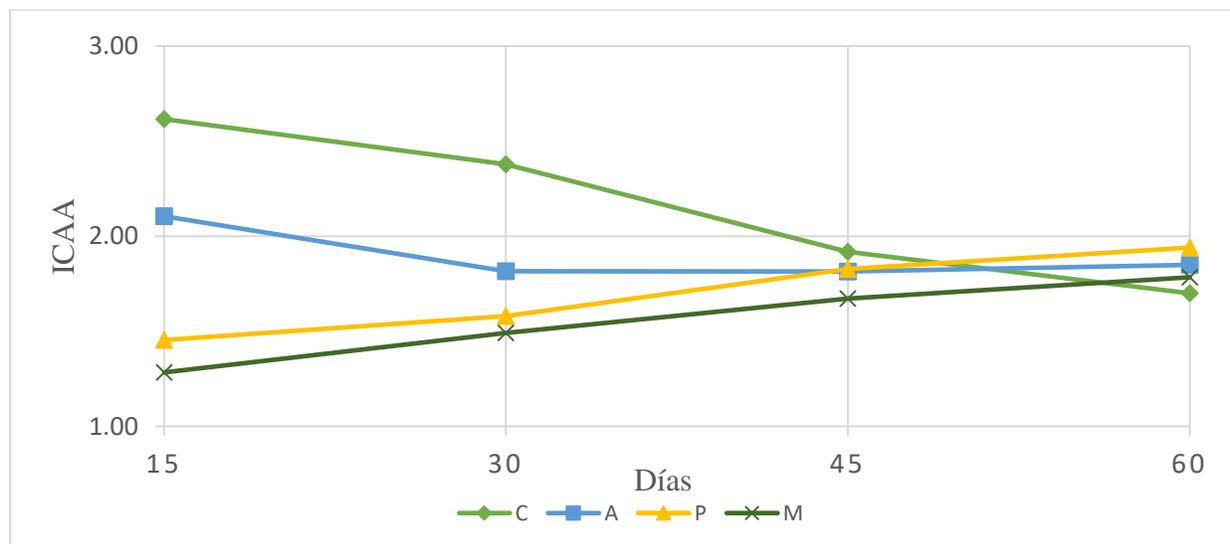
Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
15	2,62±0,14 ^a	2,11±1,02 ^a	1,45±0,18 ^a	1,28±0,22 ^a
30	2,38±0,27 ^a	1,82±0,19 ^{abc}	1,58±0,12 ^b	1,49±0,34 ^c
45	1,92±0,19 ^a	1,81±0,03 ^a	1,83±0,07 ^a	1,67±0,42 ^a
60	1,70±0,08 ^a	1,85±0,24 ^a	1,94±0,07 ^a	1,78±0,29 ^a

Nota. Superíndices con letras distintas, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 15 se presenta el comportamiento del índice de conversión alimenticia aparente durante los 60 días de alimentación efectiva, observándose una tendencia similar entre el tratamiento P y M durante toda la experimentación. A los 45 días las cuatro dietas registraron valores menores a 2.

Figura 15

Curvas de los promedios del ICAA de las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días



Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 Resultados del análisis comparativo en función de la tasa de crecimiento específica

TCE

Los valores promedio de la tasa de crecimiento específica de las dietas C, A, P y M, se muestran en la Tabla 10, habiéndose evidenciado diferencias estadísticamente significativas a los 15 y 30 días de la experimentación entre las dietas M y C, a un nivel de confianza del 95%; mientras que, entre los 45 y 60 días, no se registró diferencias estadísticamente significativas, empleando la prueba Tukey HSD.

Tabla 10

Valores promedio de la TCE (%/día) por cada biometría y dieta.

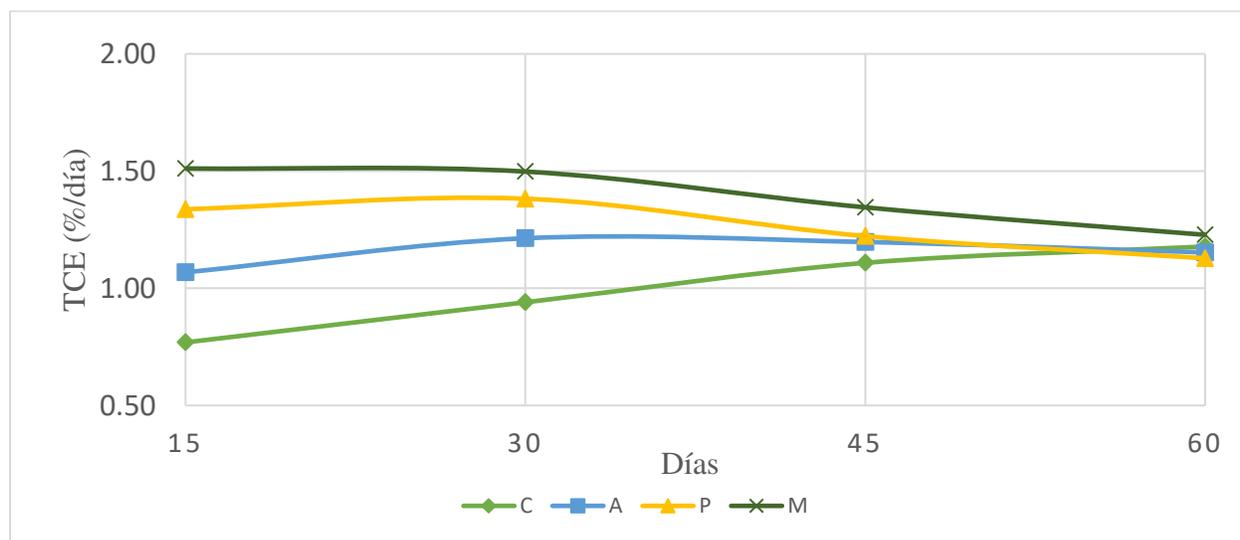
Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
15	0,77±0,04 ^a	1,07±0,39 ^{ab}	1,34±0,14 ^{ab}	1,51±0,205 ^b
30	0,94±0,09 ^a	1,21±0,14 ^{ab}	1,38±0,099 ^{ab}	1,498±0,281 ^b
45	1,11±0,09 ^a	1,197±0,05 ^a	1,22±0,05 ^a	1,34±0,26 ^a
60	1,18±0,05 ^a	1,15±0,13 ^a	1,13±0,01 ^a	1,23±0,18 ^a

Nota. Superíndices con letras distintas, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 16 se presenta el comportamiento de la tasa de crecimiento específico durante los 60 días de alimentación efectiva, la dieta M muestra la mayor TCE, que, si bien hasta los 30 días mantuvo un valor constante, posteriormente descendió. El control por el contrario tuvo una tendencia diferente a las demás, con valores ascendentes.

Figura 16

Curvas de los valores promedios de la TCE de las gamitanas alimentadas con las dietas a los 15, 30, 45 y 60 días



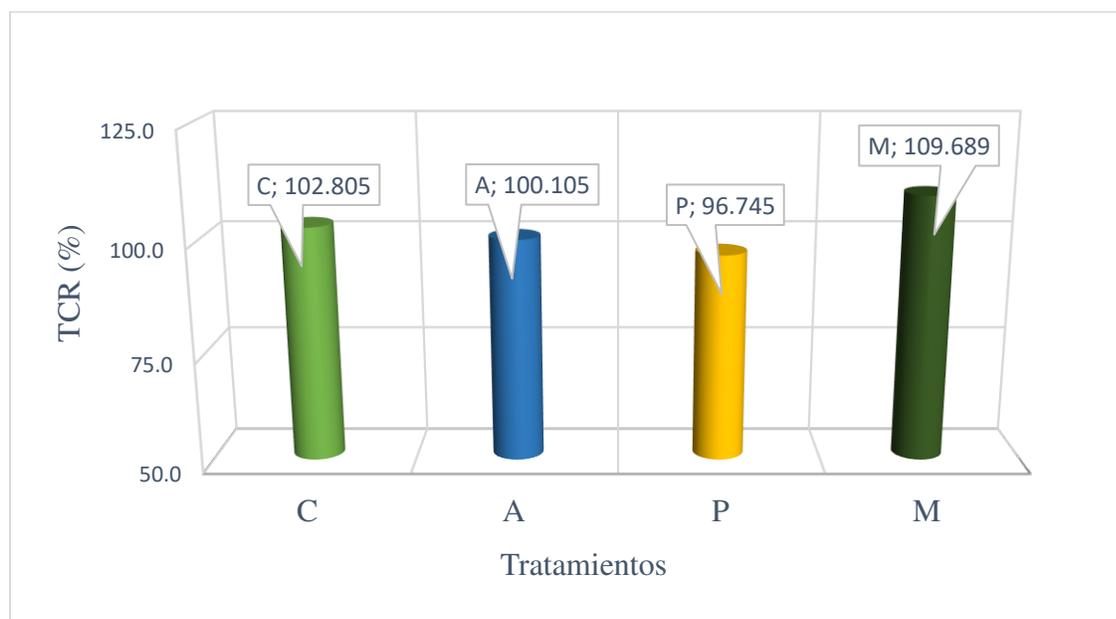
Fuente: Elaboración propia.

4.2.6 Resultados del análisis comparativo en función de la tasa de crecimiento relativo TCR

En la Figura 17 se evidencia el comportamiento de la tasa de crecimiento relativo a los 60 días de alimentación efectiva. Al igual que en los análisis anteriores la dieta M registra un valor superior porcentual superior al final de la experimentación.

Figura 17

Valores promedio de la TCR obtenidos al final de la experimentación



Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Resultados del análisis comparativo en función del valor K

Los valores promedio del factor de condición de las dietas C, A, P y M se muestran en la Tabla 11, no evidenciándose diferencias estadísticamente significativas durante toda la experimentación, a un nivel de confianza del 95%, empleando la prueba Tukey HSD.

Tabla 11

Valores promedio de *K* por cada biometría y dieta

Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
15	1,91±0,04 ^a	1,81±0,01 ^a	1,92± 0,01 ^a	1,92±0,08 ^a
30	1,88±0,01 ^a	1,88±0,07 ^a	1,88± 0,06 ^a	1,91±0,02 ^a
45	1,78±0,07 ^a	1,77±0,04 ^a	1,83±0,01 ^a	1,75±0,03 ^a
60	1,69±0,14 ^a	1,85±0,11 ^a	1,68±0,21 ^a	1,74±0,21 ^a

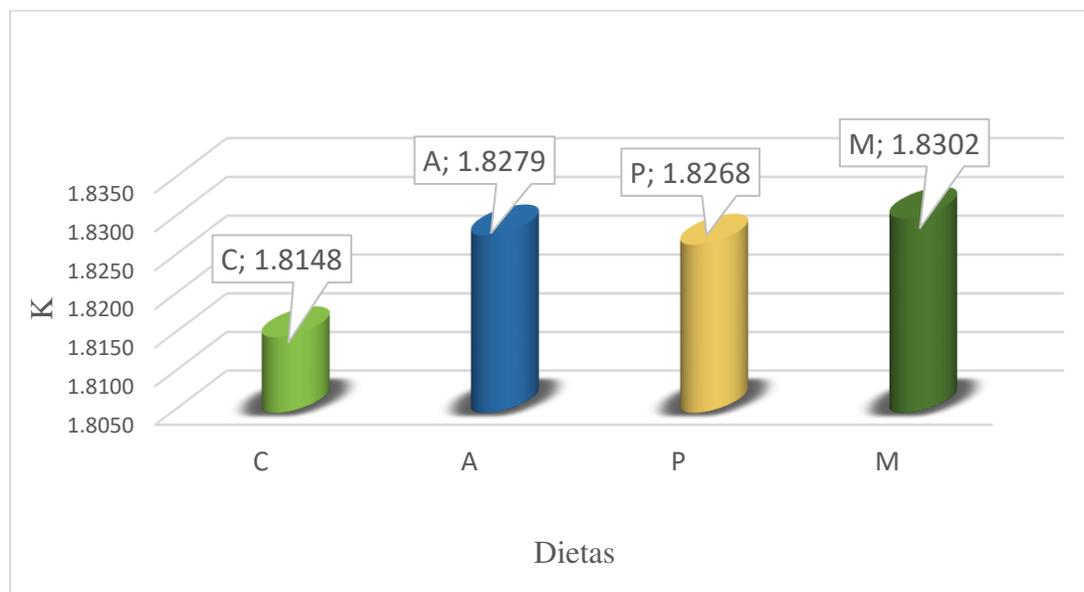
Nota. Superíndices con letras distintas, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente:

Elaboración propia.

En la Figura 18 se evidencian los valores promedios que toma el factor de condición de C, A, P y M a los 60 días de alimentación efectiva. Observando que en general se mantienen entre 1,81 y 1,83, y cercanos al control.

Figura 18

Promedios finales del factor de condición de las gamitanas alimentadas con las dietas experimentales



Fuente: Elaboración propia.

4.2.8 Resultados del análisis comparativo en función de la eficiencia proteica PER

Los valores promedio de eficiencia proteica, se muestran en la Tabla 12, encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las dietas M y C a los 15 y 30 días de la experimentación, a un nivel de confianza del 95%; mientras que, entre los 45 y 60 días de la experimentación, no se evidenció diferencia estadísticamente significativa alguna, bajo la prueba Tukey HSD.

Tabla 12

Valores promedio de PER por cada biometría y dieta

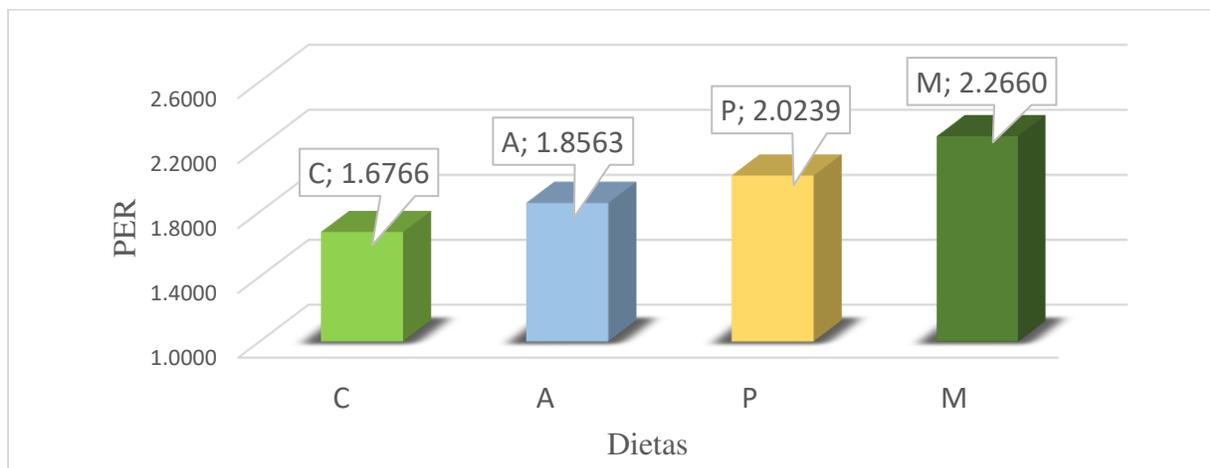
Días efectivos de alimentación	C	A	P	M
15	1,34±0,08 ^a	1,84±0,70 ^{ab}	2,35±0,27 ^{ab}	2,68±0,43 ^b
30	1,48±0,17 ^a	1,88±0,18 ^{ab}	2,15±0,16 ^{ab}	2,34±0,49 ^b
45	1,83±0,18 ^a	1,86±0,03 ^a	1,85±0,07 ^a	2,11±0,49 ^a
60	2,06±0,96 ^a	1,85±0,23 ^a	1,74±0,06 ^a	1,93±0,29 ^a

Nota. Superíndices distintos, indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 19 se evidencia el comportamiento de la eficiencia proteica durante los 60 días de alimentación efectiva. Observándose una relación directamente proporcional entre el contenido porcentual de inclusión de aceite de pollo y PER respectivos, en promedio.

Figura 19

Promedios finales de la eficiencia proteica (PER) de las gamitanas alimentadas con las dietas experimentales



Fuente: Elaboración propia.

4.2.9 Sobrevivencia

La inclusión del aceite de pollo en las dietas no tuvo efecto adverso en las gamitanas, durante la investigación no hubo mortalidad en ninguna unidad experimental (tratamiento-réplica).

4.3 Resultados respecto a parámetros fisicoquímicos

En la Tabla 13 se presentan los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos evaluados durante la experiencia.

Tabla 13

Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua y ambiente durante la investigación

Parámetros	C	A	P	M
Alcalinidad				
(ppm de CaCO₃)	90,26±12,58	90,26±24,21	86,33±15,61	90,26±15,62
pH	7,19±0,23	7,11±0,49	7,198±0,334	7,23±0,34
Temperatura del agua	26,411±0,798	26,39±0,78	26,532±0,799	26,39±0,84
Temperatura del ambiente	28,09±1,52	28,09±1,52	28,09±1,52	28,09±1,52

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Análisis del costo de raciones empleadas

En la Tabla 14 se detallan los insumos que se emplearon para elaborar las dietas A, P y M, el costo de cada insumo por kilogramo (en soles), el porcentaje necesario de cada insumo para su elaboración y el costo final (en soles) para elaborar un kilogramo de alimento, sin incluir costos de manufactura. Teniendo la dieta control un costo de 1,38; la dieta A un costo de 1,37; la dieta P un costo de 1,38 y M un costo de 1,40 soles por cada kilogramo de alimento.

Tabla 14

Insumos, precio, porcentaje de inclusión y costo por kilogramo de las dietas C, A, P y M

Insumos	Precio Insumo /kg (S/)	Tratamientos con inclusión de aceite de pollo							
		Control C		A 0,25%		P 0,5%		M 1,0%	
		%	Costo/kg (S/)	%	Costo/kg (S/)	%	Costo/kg (S/)	%	Costo/kg (S/)
Harina de pescado	2,50	19,7	0,49	19,7	0,49	19,7	0,49	19,6	0,49
Torta de soya	1,50	26,7	0,40	26,7	0,40	26,6	0,40	26,5	0,40
Afrecho	0,80	22,7	0,18	22,7	0,18	22,6	0,18	22,5	0,18
Polvillo de arroz	0,85	24,7	0,21	24,7	0,21	24,6	0,21	24,5	0,21
Aceite de pollo	5,00	-	-	0,25	0,01	0,5	0,02	1,0	0,05
Aceite control	7,80	0,25	0,02	-	-	-	-	-	-
Vitaminas/minerales	15	0,5	0,08	0,5	0,08	0,5	0,08	0,5	0,08
Precio por kilogramo de alimento (S/)			1,38		1,37		1,38		1,40

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1 Costo por kilogramo de gamitana producida

En la Tabla 15 se muestra el costo del kilogramo de gamitana producida considerando el costo del alimento por kilogramo y su índice de conversión alimenticia aparente (ICAA).

Tabla 15*Costo del kilogramo de pescado producido según tiempo e ICAA de las dietas C, A, P y M*

	TRATAMIENTOS	ICAA	Costo de alimentación (soles/kg)	Costo de producción (soles/kg)
15 DÍAS	Control	2,616	1,38	3,61
	A (0,25% AP)	2,105	1,37	2,88
	P (0,5% AP)	1,454	1,38	2,01
	M (1% AP)	1,284	1,40	1,80
30 DÍAS	Control	2,377	1,38	3,28
	A (0,25% AP)	1,816	1,37	2,49
	P (0,5% AP)	1,581	1,38	2,18
	M (1% AP)	1,491	1,40	2,09
45 DÍAS	Control	1,918	1,38	2,65
	A (0,25% AP)	1,814	1,37	2,48
	P (0,5% AP)	1,828	1,38	2,52
	M (1% AP)	1,672	1,40	2,34
60 DÍAS	Control	1,700	1,38	2,35
	A (0,25% AP)	1,850	1,37	2,54
	P (0,5% AP)	1,940	1,38	2,68
	M (1% AP)	1,784	1,40	2,50

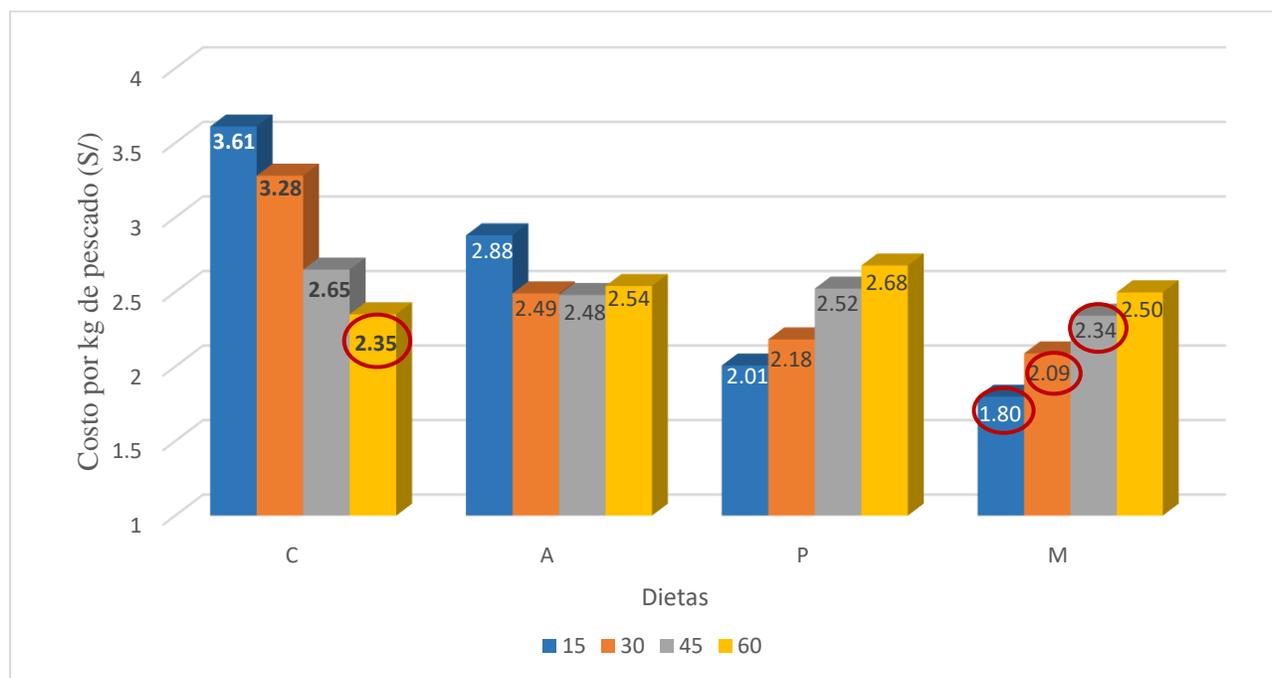
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 20 se muestra el gráfico de barras para comparar el costo de alimento para producir un kilogramo de gamitana, calculado sobre la base de los índices de conversión alimenticia aparente (ICAA) obtenido a los 15, 30, 45 y 60 días de muestreo. En el primer grupo (control) se observa que el costo más alto fue a los 15 días (3,61 soles/kg) y el más bajo, a los 60 días (2,35 soles/kg); en el segundo grupo (tratamiento A) el costo más alto fue los 15 días con 2,88 soles/kg y el más bajo, a los 30 y 45 días con 2,48 y 2,49 soles/kg respectivamente; en el tercer grupo (tratamiento P), el costo más alto se obtuvo a los 60 días con 2,68 soles/kg y el más bajo, a

los 15 días con 2,01 soles/kg; por último, el cuarto grupo (tratamiento M), tiene como valor más alto de costo de pescado a los 60 días con 2,50 soles/kg y el más bajo, a los 15 días con 1,80 soles/kg. Comparando entre los tratamientos a los 15, 30 y 45 el menor costo se obtiene con la dieta M, mientras que a los 60 días el control es relativamente menor a la dieta M.

Figura 20

Costos estimados para producir un kg de gamitana según los ICAA de las dietas



Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación inició con pesos unitarios promedios, estadísticamente similares, de 13,111 g (control); 13,316 g (tratamiento A); 13,335 g (P) y de 13,099 g (M), como podemos ver en la Tabla 6; manteniendo el criterio de homogeneidad en la población de estudio, otorgándole a la investigación coherencia y grado de confiabilidad para realizar las comparaciones entre tratamientos. Se ubicaron los acuarios en posiciones totalmente aleatorias, como sugieren Casanova-Flores y Chu-Koo (2008), además de cumplir con un proceso de adaptación, ayuno previo, alimentación a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas y biometría cada 15 días para reajuste de raciones, aplicado por los mismos autores. Durante toda la experimentación la población en estudio fue mantenida bajo las mismas condiciones, por lo que los resultados obtenidos son producto del efecto de los porcentajes del aceite de pollo incluidos en las dietas de gamitana.

La tendencia ascendente de la curva de ganancia de peso corporal obtenida durante el experimento (Figura 14), indica que el aceite de pollo representa una alternativa a considerar en la alimentación de esta especie, bajo condiciones controladas, por lo que su inclusión en 1% (Dieta M) favorece el crecimiento de las gamitanas. En analogía con los hallazgos de Greene y Selivonchick (1990), Liu et al. (2004), Salini et al. (2015) y Campos et al. (2018), quienes trabajaron en otras especies empleando fuentes lipídicas similares llegaron a la conclusión que su inclusión en las dietas no afecta el crecimiento.

Para analizar las variables zootécnicas se realizaron comparaciones con investigaciones que emplearon insumos no convencionales en sus dietas, similares a las empleadas en el trabajo de investigación y para la especie *Colossoma macropomum*. Se obtuvieron resultados de índice de conversión alimenticia aparente (ICAA) (Tabla 9) de $1,7\pm 0,08$ para el control, $1,85\pm 0,24$ (A); $1,94\pm 0,07$ (P) y $1,78\pm 0,29$ (M); que se encuentran dentro del rango de 1,5 a 2 reportado por

FONDEPES (s.f.) y cercano a los obtenidos por Gutiérrez et al. (2009) quienes obtuvieron ICAA que fluctuaron entre 1,51-1,89 para dietas con 25% de proteína, que contenían harina de anchoveta, harina de torta de soya, maíz amarillo, subproducto de trigo y subproducto de cervecería y aceite de pescado. Siendo mejores a los reportados por Núñez y Tello (2017) de 1,90; 1,94 y 1,95 para dietas elaborados con harina de plátano, harina de yuca, harina de pescado, torta de soya, polvillo de arroz y aceite de soya.

Referente a la tasa de crecimiento específico TCE (Tabla 10) los resultados obtenidos de porcentaje de crecimiento diario fueron de $1,18 \pm 0,05$ (C); $1,15 \pm 0,13$ (A); $1,13 \pm 0,01$ (P) y $1,23 \pm 0,18$ (M); distando de los hallazgos de Casanova-Flores y Chu-Koo (2008) de $1,7 \pm 0,04$ y $1,8 \pm 0,1$ quienes alimentaron con dietas con 10 a 30% de polvillo de malta de cebada; de igual manera de los obtenidos por Núñez y Tello (2017) de $2,98 \pm 0,02$ y $2,85 \pm 0,14$. Una posible explicación de esta diferencia es que en ambos casos los trabajos se realizaron en estanques a la intemperie, donde habitualmente por influencia de otras variables externas se pueden generar otras fuentes de alimentación.

Con respecto a la tasa de crecimiento relativo (Figura 17), lo cual se traduce en el porcentaje ganado de peso al final de la experimentación, indica que los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento M (109,689%) seguido del control (102,805%), el tratamiento A (100,105%) y finalmente el tratamiento P (96,745%).

Los valores del porcentaje proteico del control (28,65%) y las dietas con aceite de pollo (29,56%) son cercanos al 30% recomendado por FONDEPES (2004) en relación a este nutriente y la cantidad de alimento consumido se obtuvo valores de eficiencia proteica PER que al término de la experimentación (Tabla 12) fue $1,93 \pm 0,29$ para el tratamiento M, $1,85 \pm 0,23$ (A) y $1,74 \pm 0,06$ (P), frente al control $2,06 \pm 0,96$; si bien los valores del tratamiento son cercanos al control difieren

de los obtenidos por Gutiérrez et al. (2009) de $2,12\pm 0,06$; $2,17\pm 0,05$ y $2,64\pm 0,03$ para dietas con menor contenido proteico (25%).

Los resultados obtenidos respecto al factor de condición K fueron: $1,69\pm 0,14$ (control); $1,85\pm 0,11$ (A); $1,68\pm 0,21$ (P) y $1,74\pm 0,21$ (M) superiores a uno que según Núñez y Tello (2017) significa que los peces tienen mayor masa corporal que longitud; siendo inferiores a los obtenidos por Cárdenas y Panduro (2018) quienes obtuvieron valores de K para gamitanas de: $2,2\pm 0,15$ y $2,1\pm 0,21$ empleando dietas con 5 a 15% de harina de vísceras de pollo.

Durante la etapa de experimentación, no hubo mortalidad de la población en estudio, reportándose el 100% de sobrevivencia; a diferencia de otros autores que empleando fuentes no convencionales como la harina de castaña alcanzaron sobrevivencia del 95% (Alagon et al., 2021) o con harina de yuca con $98\pm 2\%$ (Núñez y Tello, 2017). Al haber obtenido en la presente investigación una alta tasa de sobrevivencia indica que la gamitana se adaptó tanto al alimento como a las condiciones empleadas en la experimentación (Casanova-Flores y Chu-Koo, 2008).

En cuanto a la calidad del agua el pH se mantuvo entre 7,11 a 7,23 conforme a lo recomendado por FONDEPES (s.f.), y la alcalinidad entre 86,33 y 90,26 ppm de CaCO_3 que según el IIAP (s.f.a) se debe mantener en el rango de 30-200, puesto que una variación de pH en menos de 24 horas dependerá de que tan elevado sea la concentración de carbonato y bicarbonato para que el agua tenga capacidad de amortiguamiento. Por otro lado, la temperatura promedio del agua fue de 26,39 a 26,53 °C valores que se encuentran dentro de lo recomendado por Pereyra (2013) y FONDEPES (s.f.).

Con relación al costo del alimento balanceado para acuicultura, y ya que este equivale a más del 70% de los costos de producción (Ramos, 2016), se analizó teniendo en cuenta los ICAA y el costo del alimento de cada dieta para hallar obtener el costo para producir un kilogramo de

gamitana, obteniendo que a los 15 días se ahorra S/ 1,81 empleando la dieta M (S/1,80 CP/kg) en comparación del control (S/ 3,61 CP/kg), a los 30 días con la dieta M (S/ 2,09 CP/kg) se ahorraría S/ 1,19 frente al control de (S/ 3,28 CP/kg) y a los 45 días nuevamente con la dieta M (S/ 2,34 CP/kg) se logra un ahorro de S/ de 0,31 frente al control de (S/ 2,65 CP/kg). Estos resultados de las dietas, con inclusión de aceite de pollo, son inferiores a los obtenidos por Núñez y Tello (2017) quienes, alimentando con dietas de harina de pescado, harina de yuca y harina de plátano, con un ICAA promedio de 1,94 obtuvieron costos por cada kilogramo de S/ 3,45; 4,51 y 4,72 respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- El aceite de pollo incluido en las dietas de las gamitanas a un 0,25% (dieta A), 0,5% (dieta P) y 1% (dieta M) no provocó efectos adversos en su crecimiento durante los 60 días de alimentación efectiva, el cual se caracterizó por ser uniforme y con tendencia positiva para todos los tratamientos obteniéndose mejor resultado con el tratamiento M, frente al control.
- El tratamiento M tuvo mejor desempeño que A y P y frente al alimento control (C) en la mayoría de los parámetros evaluados; a excepción del factor de condición K, donde P se desarrolló mejor; no obstante, teniendo en cuenta los valores promedio los tres tratamientos se encuentran muy cercanos al control.
- Se estima que cada kilogramo de gamitana cuesta producir, según los ICAA mínimos y máximos de la investigación, sin considerar otros costos, alimentando con la dieta A entre 2,49 y 2,88 soles/kg, con la dieta P entre 2,01 y 2,68 soles/kg y con la dieta M entre 1,80 y 2,50 soles/kg, comparado con el control 2,35 y 3,61 soles/kg. Generando un ahorro de hasta 1,81 soles/kg.
- Es factible la inclusión de aceite de pollo en dietas para gamitanas en 1%, puesto que se logra obtener buen crecimiento y un mayor ahorro en costos de alimentación.

VII. RECOMENDACIONES

- Incluir aceite de pollo en dietas para gamitanas de manera parcial, acompañado de una fuente lipídica rica en EPA y DHA, y evaluar su crecimiento a diferentes porcentajes de inclusión.
- Mantener bajo control el ambiente de experimentación, evitar situaciones de estrés en los peces; estar en constante alerta para detectar posibles comportamientos anómalos como nado errático, boqueo, falta de apetito, entre otros, que permita tomar acciones oportunas.
- Evitar la contaminación cruzada durante los recambios de agua y muestreos, rotulando materiales y utensilios para cada unidad experimental y realizando la limpieza y desinfección de estos después de haberlos usado.
- Es necesario continuar las investigaciones empleando porcentajes mayores de aceite de pollo, en alevines de gamitana y otras especies, complementando información del perfil de ácidos grasos, estudios hematológicos, índice hepatosomático y calidad nutricional del músculo.

VIII. REFERENCIAS

- Agencia Andina (28 de octubre del 2018). Sector pesca es el más dinámico en los primeros 8 meses del 2018. *Agencia Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-sector-pesca-es-mas-dinamico-los-primeros-8-meses-del-2018-730992.aspx>
- Agencia Peruana de Noticias (28 de octubre del 2018). Sector pesca es el más dinámico en los primeros 8 meses del 2018. *América economía*. <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/sector-pesca-en-peru-es-el-mas-dinamico-en-los-primeros-8-meses-del-2018>
- Alagon, G., Quispe, E., Eufrazio, P. y Pomiano, F. (2021). Utilización de torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) en la alimentación de gamitana (*Colossoma macropomum*). *Revista Universitaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*, 141(1), 133-140. <https://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/RU/article/view/475/513>
- Barriga, H. y Clavijo, D. (2008). *Evaluación del verde de malaquita con azul de metileno y extractos de ajo y tabaco, para el control y erradicación del ICK en el pez ornamental tigrillo (Pimelodus pictus)* [tesis de grado para obtener el título de zootecnista, Universidad de La Salle]. Repositorio de la Universidad de La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1078&context=zootecnia>
- BCRP (2017). *Potencial acuícola en el Perú* (Boletín N° 172). Departamento de indicadores de la actividad económica del BCRP y Departamento de indicadores del gasto agregado, empleo y remuneraciones del BCRP. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-172/moneda-172-07.pdf>
- Campos, I., Matos, E., Maia, M., Marques, A. & Valente, L. (2018). Partial and total replacement of fish oil by poultry fat in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles:

- Effects on nutrient utilization, growth performance, tissue composition and lipid metabolism. *Aquaculture*, 502(1), 107-120.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.004>
- Campos, L. (2015). *El cultivo de la gamitana en Latinoamérica*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana IIAP.
https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/108/1/Campos_2015.pdf
- Campos-Baca, L. & Kohler, Christopher (2005). Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America. *American Fisheries Society Symposium*. 46, 541-561.
https://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1066&context=fiaq_pubs
- Cárdenas, Z. y Panduro, P. (2018). *Efecto de la harina de vísceras de pollo en el crecimiento de alevinos de gamitana Colossoma macropomum Cuvier, 1818 (Pisces- Serrasalminidae), cultivado en corrales-piscigranja Quistococha UNAP* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital UNAP.
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6344/Zoila_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casanova-Flores, R. y Chu-Koo, F. (2008). Evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). *Folia Amazónica*, 17(1-2), pp. 15-22.
<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/foiaamazonica/article/view/262>
- Chirinos-Ochoa, N., Díaz-Viteri, J. y Mego-Mego, V. (2022). Efecto de dietas extruidas en base a torta de castaña y fruto de macambo, sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el

- cultivo de pacos juveniles. *Ariotake - Revista de Investigación Veterinaria y Amazonía*, 1(1), 176. <https://doi.org/10.55873/ariva.v1i1.176>
- Comex Perú (22 de marzo del 2018). *¿Cómo le fue al sector pesquero en 2017?* (Semnario 930). <https://www.comexperu.org.pe/articulo/como-le-fue-al-sector-pesquero-en-2017>
- Comex Perú (26 de octubre del 2018). *¿Cómo va el sector pesca? Cifras y situación* (Semnario 959). <https://www.comexperu.org.pe/en/articulo/como-va-el-sector-pesca-cifras-y-situacion>
- De La Higuera (1987). *Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas*. En Espinosa de los Monteros y U. Labarta (Ed.), *Nutrición en Acuicultura II* (pp. 300–310). Industrias Gráficas España.
- De Silva, S. (2006). Reducción de costos en la alimentación acuícola: ¿Es el uso de programas de alimentación combinada la respuesta para la práctica semi-intensiva? *Aquaculture Asia*, 10(4). <https://www.aquahoy.com/no-categorizado/338-reduccion-de-costos-en-la-alimentacion-acuicola-ies-el-uso-de-programas-de-alimentacion-combinada>
- Díaz, C. (2017). *Factibilidad técnica del uso de ensilados de sangre e intestinos de pollo, como sustitutos parciales de la harina de pescado en la formulación de alimento para tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) minimizando costos de producción* [tesis de maestría]. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Erausquín, R., Vargas, C., Randich, R., Medina, V. & Sattui, P. (2017). *Aceite de pescado deodorizado* [tesis de maestría, Universidad del Pacífico]. Repositorio Institucional de la UP https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1857/Rolando_Tesis_Maestria_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y

- FAO (2010). *Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo*. Serie Acuicultura en Latinoamérica 1. <http://www.fao.org/3/i1773s/i1773s.pdf>
- FONDEPES (2004). *Manual de cultivo de gamitana*. Acuerdo de colaboración interinstitucional AECI/PADESPA-FONDEPES.
http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_gamitana.pdf
- FONDEPES (s.f.). *Manual de cultivo de gamitana en ambientes convencionales*. Ministerio de la producción. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2499354/Manual-de-Cultivo-de-Gamitana.pdf>
- Gardini, K. y Cáceres, E. (2015). *Uso de harina de castaña, Bertholletia excelsa (Lecytidaceae) en dietas para alevines de pacu Piaractus brachypomus (Pisces, Serrasalminidae) criados en corrales* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio Institucional digital de la UNAP.
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5556>
- Gonçalves, L. & Cyrino, J. (2013). Digestibility of energy, lipids, and fatty acids of vegetable oils and poultry fat by pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887). *Aquaculture nutrition*, 20(6), 567-573. <https://doi.org/10.1111/anu.12108>
- Gonzales, J., Alcántara, F., Del Águila, M., Cubasguerra, R., Mori-Pinedo, L. y Chu-Koo, F. (2009). Pacu *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el Bujurqui-Tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae). Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazónica*, 18(1-2), 97-104.
<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL563.pdf>

- Goulding, M. & Leal, M. (1982). Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, 1(2). <https://doi.org/10.1590/S0101-81751982000200001>
- Greenee, D. & Selivonchick, D. (1990). Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 89(2), 165-182. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(90\)90308-A](https://doi.org/10.1016/0044-8486(90)90308-A)
- Gutiérrez, F., Zaldívar, J. y Contreras, G. (2009). Efecto de varios niveles de energía digestible y proteína en la dieta sobre el crecimiento de gamitana (*Colossoma macropomum*) Cuvier, 1818. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 20(2). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200005
- Guzmán, D. (2019). *Informe sobre el 6° Foro de Harina de pescado y Aceite de Pescado de IFFO / JCI – Whuzhen – 2019*. Organización Internacional de harina y aceite de pescado. <https://www.iffonet.es/blog/informe-sobre-el-6-%C2%B0-foro-de-harina-de-pescado-y>
- Hertrampf, J. & Piedad-Pascual, F. (2000). *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. Springer Science + Business Media Dordrecht.
- Holland, J. (4 de junio del 2018). Las alternativas de aceite de pescado están esperando en las alas. *Global Seafood Alliance*. <https://www.globalseafood.org/advocate/las-alternativas-de-aceite-de-pescado-estan-esperando-en-las-alas/>
- IFFO (14 de octubre del 2021). *La producción acumulada de harina de pescado en 2021 aumentó en 6,5%, el aceite de pescado aumentó un 12% en comparación con el mismo periodo en 2020*. Comunicado de prensa de la IFFO. <https://www.iffonet.com/es/la-produccion-acumulada-de-harina-de-pescado-en-2021-aumento-un-65-el-aceite-de-pescado-aumento-un>

- IIAP (2006). *Cultivando peces amazónicos*. Ministerio del ambiente.
http://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/IIAP/96/2/Humberto_Libro_2006.pdf
- IIAP (s.f.a). *Piscicultura amazónica con especies nativas. Tratado de Cooperación Amazónica*.
Capítulo 3: El ambiente acuático. Ministerio del ambiente.
<https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/texto01a.htm>
- IIAP (s.f.b). *Piscicultura amazónica con especies nativas. Tratado de Cooperación Amazónica*.
Capítulo 5: Alimentos y alimentación. Ministerio del ambiente.
<http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap1/TEXT003.htm#:~:text=Los%20requerimientos%20de%20prote%C3%ADna%20para,se%20requiere%20un%20alto%20porcentaje.>
- Info región (8 de julio del 2013). Madre de Dios cuenta con centro de investigación acuícola.
Info región Agencia de Prensa Ambiental. <http://www.inforegion.pe/162398/madre-de-dios-cuenta-con-centro-de-investigacion-acuicola/>
- ITIS (2021). *Taxonomic Serial N° 639908 Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=639908#null
- Liu, K., Barrows, F., Hardy, R. & Dong, F. (2004). Body composition, growth performance and product quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing poultry fat, soybean/corn lecithin, or menhaden oil. *Aquaculture*, 238(1-4), 309-328.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.03.022>
- López, Y., Díaz, Y., Cintra, Y. y Laugart, W. (2014). Manejo tradicional del estrés. *Revista de Información Científica*, 88(6), 1155-1164.
<https://www.redalyc.org/pdf/5517/551757253019.pdf>

- López, Y., Vásquez, W. y Wills, A. (2004). Evaluación de diferentes proporciones de energía/proteína en dietas para juveniles de yamú, *Brycon siebenthalae* (Eigenmann, 1912). *Orinoquia*, 8(1), 64-76. <https://www.redalyc.org/pdf/896/89680109.pdf>
- Miñán, W. (27 de junio del 2019). Consumo de pollo por habitante en el Perú llegará a 48 kilogramos este año. *Diario Gestión*. <https://gestion.pe/economia/consumo-habitante-peru-llegara-48-kilogramos-ano-271506-noticia/?ref=gesr>
- Moreno, J. (2013). Cambios en el perfil de ácidos grasos de filete de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus* en respuesta a diferentes fuentes lipídicas [tesis para optar el título de magíster en producción animal, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional de la UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/74946/jennymarcelamorenopoveda.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morillo, M., Visbal, T., Rial, L., Ovalles, F., Aguirre, P. y Medina A. (2020). Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. *Interciencia* 38(2), 121-127. <https://hal.inrae.fr/hal-02642672/document>
- NRC (2011). *Animal Nutrition series: Nutrient Requirements of Fish and Shrimp*. The National Academy Press. 345-346.
- Núñez, S. y Tello, J. (2017). *Efecto de dietas con diferentes niveles proteicos en el crecimiento y composición corporal de alevines de Colossoma macropomum (Serrasalminidae) gamitana cultivados en estanques* [tesis para optar el título de biólogo acuicultor, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5251/Shelly_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OEFA (2016). *Vinculación y retroalimentación entre la certificación y la fiscalización ambiental*.

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=17031

OEFA (2019). *Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental- PLANEFA 2020*.

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=34529

Perea, A., Gómez, E., Mayorga, Y. y Triana, C. (2008). Caracterización nutricional de pescados

de producción y consumo regional en Bucaramanga, Colombia. *Revista Archivos*

Latinoamericanos de Nutrición, 58 (1).

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-

[06222008000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Pereyra, G. (2013). *Guía técnica de piscicultura de especies amazónicas*. Agrobanco.

<https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/037-a-piscicultura.pdf>

Plataforma de vigilancia tecnológica del PNIPA COINNOVA (18 de febrero del 2022).

Producción mundial de harina de pescado aumentó 2-3% en 2021. Programa nacional de

innovación en pesca y acuicultura.

<https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de->

[pescado-aument%C3%B3-2-3-en-](https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de-pescado-aument%C3%B3-2-3-en-)

[2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20](https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de-pescado-aument%C3%B3-2-3-en-2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20)

[de%20pescado%20aument%C3%B3-2-3-en-2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20](https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de-pescado-aument%C3%B3-2-3-en-2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20)

[ucci%C3%B3n%20mundial%20se%20estima,la%20segunda%20temporada%20en%20P](https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de-pescado-aument%C3%B3-2-3-en-2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20)

[er%C3%BA](https://coinnova.pnipa.gob.pe/noticias/producci%C3%B3n-mundial-de-harina-de-pescado-aument%C3%B3-2-3-en-2021/CO2022022416010#:~:text=Producci%C3%B3n%20mundial%20de%20harina%20)

PRODUCE (s.f.). *Perspectivas para el fortalecimiento de la acuicultura amazónica en el Perú*.

<http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/-1/seminarios-y-talleres/seminario->

[internacional-de-paiche-y-otras-](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/-1/seminarios-y-talleres/seminario-internacional-de-paiche-y-otras-)

especies/01%20Perspectivas%20para%20el%20Fortalecimiento%20de%20la%20Acuicultura%20Amazonica.pdf

Ramos, E. (8 de noviembre del 2016). Compra de alimento balanceado para acuicultura en la selva representa más del 70% del costo de producción. *Agencia agraria de noticias*. <https://agraria.pe/noticias/compra-de-alimento-balanceado-para-acuicultura-en-la-selva-r-12525>

Ruiz, J. (2013). *Viabilidad del uso de tres insumos vegetales y del ensilado biológico de pescado en dietas para alevinos de gamitana, Colossoma macropomum (Cuvier, 1818), criados en jaulas, en la localidad de El Estrecho, río Putumayo, Perú* [tesis para optar el título profesional de biólogo, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana] Repositorio Institucional de la UNAP. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/3453/Jorge_Tesis_Titulo_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salini, M., Irvin, S., Bourne, N., Blyth, D., Cheers, S., Habilay, N. & Glencross, B. (2015). Marginal efficiencies of long chain-polyunsaturated fatty acid use by barramundi (*Lates calcarifer*) when fed diets with varying blends of fish oil and poultry fat. *Aquaculture*, 449(1), 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.02.027>

Sánchez, L. (2017). *Evaluación de dos niveles de inclusión de torta de sachá inchi (Pluketenia huayllabambana) en la dieta para alevinos de Colossoma macropomum* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio Institucional de la UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3285>

Santana, E. (1974). Contribuição ao conhecimento da biologia de peixes do Amazonas. II - Alimentação de tambaqui, *Colossoma bidens*. Instituto Nacional de Pesquisas da

- Amazonia. *Acta Amazónica*, 4(2).
<https://www.scielo.br/j/aa/a/q4byddPF4FqCRqVxjVgHL6y/?format=pdf&lang=pt>
- SNP (s.f.). *Industria pesquera: Exportaciones pesqueras*. <https://www.snp.org.pe/industria-pesquera/exportaciones-pesqueras/>
- Tacón, A. (1989). *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación del Proyecto Aquila II*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://www.fao.org/3/ab492s/AB492S00.htm#TOC>
- Technofeed (2013). *Insumos proteicos para la alimentación animal: Aceite de pollo*. <http://www.technofeed.com.pe/aceite-pollo.html>
- Uribe, E. y Luna - Figueroa, J. (2003). Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre de balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces:Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. *Revista AquaTIC*, 18(1), 39-47. http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/18_7.pdf
- Valenzuela, A., Sanhueza, J. y De la Barra, F. (2012). El aceite de pescado: Ayer un desecho industrial, hoy un producto de alto valor nutricional. *Revista chilena de nutrición*, 39(2), 201-209. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000200009>
- Vásquez, W., Porturas, R. y Crispín, F. (2019). Efecto de la inclusión de diferentes fuentes lipídicas en la dieta de engorde sobre el perfil de ácidos grasos poliinsaturados en filete de paco *Piaractus brachypomus*. *Revista Soc. Quím. Del Perú* 85(3). <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n3/a04v85n3.pdf>

IX. ANEXOS

ANEXO A. Informe del análisis proximal realizado por el laboratorio SAT de la muestra A



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

N° DI-00889-2020-01

**INFORME DE ANÁLISIS
(CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS)**

SERV-08004-2020

- I. DATOS DEL SOLICITANTE**
Nombre : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Dirección : JR. LOS TORNILLOS N° 551, URB. LAS FLORES DE PRIMAVERA, SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA / LIMA
- II. DATOS DEL PRODUCTO**
Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES TRATAMIENTO A
Marca (*) : NO INDICA
Envase (*) : TAPER DE POLIETILENO TRANSPARENTE, CON ETIQUETA
- III. DATOS DE LA MUESTRA**
Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 200 g APROX.
Análisis SAT : 01 UNIDAD x 200 g APROX.
Dirimencia SAT : SIN MUESTRA DIRIMENTE
Identificación : TRATAMIENTO A / TESISISTA: CRISTINA PAMELA OLIVARES ZAMORA
Fecha de producción (*) : NO INDICA
Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
N° de Lote (*) : NO INDICA
Nombre del productor : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Fecha de recepción de la muestra : 2020-10-24 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición : PRODUCTO PELETIZADO / TEMPERATURA AMBIENTE
(*) Declarado por el solicitante
- IV. MÉTODOS DE ENSAYO**
Carbohidratos : Por Cálculo
Ceniza : AOAC 942.05, 21st. Ed. (2019). Ash in Animal Feed
Energía Total : Por Cálculo
Grasa : NTP 209.263:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Papilla. Enriquecido lácteo. Determinación de grasa. Método gravimétrico
Humedad : NTP 209.264:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de humedad. Método gravimétrico
Proteína : NTP 209.264:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de humedad. Método gravimétrico
- V. RESULTADOS** : Según Informe de Ensayo N° DT-04032-01-2020

5.1.- RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

ANÁLISIS		RESULTADOS
Carbohidratos	(g/100g)	45,78
Ceniza	(g/100g)	9,47
Energía Total	(kcal/100g)	377,05
Grasa	(g/100g)	8,41
Humedad	(g/100g)	6,78
Proteína (Nx6,25)	(g/100g)	29,56

Lima, 29 de Octubre de 2020
KT/.

ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
JEFE DIVISIÓN DE INSPECCIONES (e)
C.I.P. N° 35392



DOCUMENTO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO Y APLICABLE SOLO PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CUENTE. PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. NO ES VALIDO SI ES FOTOCOPIA.

ANEXO B. Informe del análisis proximal realizado por el laboratorio SAT de la muestra M



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

N° DI-00889-2020-02

INFORME DE ANÁLISIS (CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS)

SERV-08004-2020

- I. DATOS DEL SOLICITANTE**
Nombre : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Dirección : JR. LOS TORNILLOS N° 551, URB. LAS FLORES DE PRIMAVERA; SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA / LIMA
- II. DATOS DEL PRODUCTO**
Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES TRATAMIENTO M
Marca (*) : NO INDICA
Envase (*) : TAPER DE POLIETILENO TRANSPARENTE CON ETIQUETA
- III. DATOS DE LA MUESTRA**
Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 500 g APROX.
Análisis SAT : 01 UNIDAD x 500 g APROX.
Dirimencia SAT : SIN MUESTRA DIRIMENTE
Identificación : TRATAMIENTO M / TESISISTA: CRISTINA PAMELA OLIVARES ZAMORA
Fecha de producción (*) : NO INDICA
Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
N° de Lote (*) : NO INDICA
Nombre del productor : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Fecha de recepción de la muestra : 2020-10-24 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición : PRODUCTO PELETIZADO / TEMPERATURA AMBIENTE
(*) Declarado por el solicitante
- IV. MÉTODOS DE ENSAYO**
Grasa : NTP 209.263:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Papilla. Enriquecido lácteo. Determinación de grasa. Método gravimétrico
Humedad : NTP 209.264:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de humedad. Método gravimétrico
- V. RESULTADOS** : Según Informe de Ensayo N° DT-04032-02-2020

5.1.- RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

ANÁLISIS	RESULTADOS
Grasa (g/100g)	8,77
Humedad (g/100g)	6,82

Lima, 29 de Octubre de 2020
KT/.

ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
JEFE DIVISIÓN DE INSPECCIONES (e)
C.I.P N° 35392



DOCUMENTO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO Y APLICABLE SOLO PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE. PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. NO ES VALIDO SI ES FOTOCOPIA.

ANEXO C. Informe del análisis proximal realizado por el laboratorio SAT de la muestra P



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSE N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

N° DI-00889-2020-03

INFORME DE ANÁLISIS (CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS)

SERV-08004-2020

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Dirección : JR. LOS TORNILLOS N° 551, URB. LAS FLORES DE PRIMAVERA; SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA / LIMA

II. DATOS DEL PRODUCTO

Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES TRATAMIENTO P
Marca (*) : NO INDICA
Envase (*) : TAPER DE POLIETILENO TRANSPARENTE CON ETIQUETA

III. DATOS DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 500 g APROX.
Análisis SAT : 01 UNIDAD x 500 g APROX.
Dirimencia SAT : SIN MUESTRA DIRIMENTE
Identificación : TRATAMIENTO P / TESISTA: CRISTINA PAMELA OLIVARES ZAMORA
Fecha de producción (*) : NO INDICA
Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
N° de Lote (*) : NO INDICA
Nombre del productor : DIAZ CACHAY CATALINA BEATRIZ
Fecha de recepción de la muestra : 2020-10-24 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición : PRODUCTO PELETIZADO / TEMPERATURA AMBIENTE
(*) Declarado por el solicitante

IV. MÉTODOS DE ENSAYO

Grasa : NTP 209.263:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Papilla. Enriquecido lácteo. Determinación de grasa. Método gravimétrico
Humedad : NTP 209.264:2018. Alimentos Cocidos de reconstitución instantánea. Determinación de humedad. Método gravimétrico

V. RESULTADOS

: Según Informe de Ensayo N° DT-04032-03-2020

5.1.- RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS

ANÁLISIS	RESULTADOS
Grasa (g/100g)	8,58
Humedad (g/100g)	5,74

Lima, 29 de Octubre de 2020
KT/.

ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
JEFE DIVISIÓN DE INSPECCIONES (e)
C.I.P. N° 35392



DOCUMENTO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO Y APLICABLE SOLO PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE. PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. NO ES VALIDO SI ES FOTOCOPIA.

ANEXO D. Fotografías de equipos y procedimiento para análisis de agua

Medición de temperatura del agua



Calibración del potenciómetro



Análisis de pH de muestras de agua de los acuarios



Mesa de trabajo para análisis agua



Reactivos indicadores para análisis de alcalinidad



Análisis de alcalinidad del agua



Titulación para análisis de alcalinidad



Verificación del punto final de la titulación

