



Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura

EFFECTO DE HARINA DE PESCADO PRETRATADA CON PAPA YA Y PIÑA EN
EL CRECIMIENTO DE ALEVINES DE GAMITANA *Colossoma*
macropomum (Cuvier, 1816).

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor

AUTOR

Alvarado Sánchez, César Augusto

ASESORA

Mg. Díaz Cachay, Catalina Beatriz

JURADO

Dr. Moreno Garro, Víctor Raúl

Ing. Figueroa Vargas-Machuca, Manuel Eduardo

Ing. Mogollón Ávila, Santos Valentín

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los más grandes promotores de mis sueños, mis padres, Cecilia Sánchez y Luis Alvarado, por haberme brindado su amor y apoyo incondicional en todo momento, así como sus consejos, valores y motivación constante.

A mi hermana Karina Alvarado, quien me ha apoyado en todo momento y con la que he vivido experiencias únicas e inolvidables. A mi sobrino Ihan Ghael, por regalarme tanto amor y muchas sonrisas en todos estos años, y por motivarme a ser para él, un ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios, por permitirme haber hecho realidad este logro y por darme fortalezas en los momentos más difíciles de esta etapa.

A mi madre Cecilia y a mi padre Luis, por haberme motivado día a día para no rendirme y, sobre todo, creer en mí. Gracias por todo mamá y papá, por haberme apoyado tanto y por haber creído siempre en mí, sinceramente no encontré palabras para agradecerles todo lo que me han dado en la vida.

A mi hermana Karina y a mi sobrino Ihan por estar en los buenos y malos momentos de mi vida. A cada miembro de mi familia, abuelitos, tíos, primos y padrinos, por ser parte esencial en mi vida, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y fortaleza para seguir adelante.

A mi asesora, la Magíster Catalina Díaz Cachay, ya que, gracias a su valioso tiempo, compromiso, apoyo, motivación y mucha paciencia pude concluir de manera exitosa la presente tesis.

A los Ingenieros, Carlos Llontop, Manuel Figueroa, Valentín Mogollón y Claudio Álvarez por su apoyo antes y durante del desarrollo de este trabajo, así como a todos los docentes por sus enseñanzas.

A la señorita Liliana Ávila, por haberme dado tantos consejos, apoyo y motivación durante todos estos años; gracias por brindarme su amistad y haber compartido tanto conmigo.

A mis grandes amigas Zarela Chate, Marisabel Guillermo, Yohanna Infante y Priscilla Sánchez, gracias por su valiosa amistad y soporte en todo este tiempo, así como el hacerme sonreír en todo momento.

De igual manera agradezco a mis compañeros y amigos Chris, Luz, Marilyn, Cristina, Lía, Gina, Elsa, Mishelle, Ángela y muchos más que de una u otra forma contribuyeron en la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | II |
| AGRADECIMIENTOS | III |
| ÍNDICE GENERAL | IV |
| LISTA DE TABLAS | VII |
| LISTA DE FIGURAS | VIII |
| RESUMEN | IX |
| ABSTRACT | X |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Descripción y formulación del problema | 4 |
| 1.2. Antecedentes | 5 |
| 1.3. Objetivos | 10 |
| 1.3.1. Objetivo general | 10 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 10 |
| 1.4. Justificación..... | 11 |
| 1.5. Hipótesis..... | 12 |
| II. MARCO TEÓRICO | 13 |
| 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación..... | 13 |
| 2.1.1. Gamitana <i>Colossoma macropomum</i> | 13 |
| 2.1.2. Enzimas digestivas | 18 |
| 2.1.3. Proteasas..... | 19 |
| 2.1.4. Papaína | 20 |
| 2.1.5. Bromelina | 20 |
| 2.1.6. Harina de pescado | 22 |
| 2.1.7. Hematocrito | 23 |
| III. MÉTODO..... | 24 |
| 3.1. Tipo de investigación | 24 |

| | |
|---|----|
| 3.2. Ámbito temporal y espacial..... | 24 |
| 3.3. Variables..... | 24 |
| 3.3.1. Variables dependientes..... | 24 |
| 3.3.2. Variables independientes..... | 25 |
| 3.4. Población y muestra | 25 |
| 3.5. Instrumentos | 25 |
| 3.5.1. Acuarios y accesorios..... | 25 |
| 3.5.2. Kits y equipos..... | 26 |
| 3.5.3. Materiales | 27 |
| 3.5.4. Reactivos | 28 |
| 3.5.5. Software | 28 |
| 3.6. Procedimientos | 29 |
| 3.6.1. Preparación de los acuarios | 29 |
| 3.6.2. Aclimatación de los peces | 29 |
| 3.6.3. Población experimental | 30 |
| 3.6.4. Obtención de los insumos para la elaboración de dietas..... | 30 |
| 3.6.5. Fórmula de la dieta base..... | 30 |
| 3.6.6. Pretratamiento de la harina de pescado con piña y papaya | 31 |
| 3.6.7. Elaboración de las dietas experimentales..... | 32 |
| 3.6.8. Composición química de las dietas experimentales..... | 32 |
| 3.6.9. Fase Experimental | 33 |
| 3.6.10. Evaluación fisicoquímica del agua | 33 |
| 3.6.11. Análisis de hematocrito | 34 |
| 3.6.12. Evaluación de los peces | 34 |
| 3.7 Análisis de datos..... | 37 |
| IV. RESULTADOS | 38 |
| 4.1. Análisis fisicoquímico de las dietas | 38 |

| | |
|---|----|
| 4.2. Valores promedio de los principales indicadores..... | 38 |
| 4.2.1. Después de 60 días efectivos de evaluación..... | 38 |
| 4.2.2. Peso promedio según control biométrico | 39 |
| 4.2.3. Longitud promedio según control biométrico | 40 |
| 4.2.4. Factor de conversión alimenticia (FCA) | 42 |
| 4.2.5. Factor de condición (K)..... | 43 |
| 4.2.6. Coeficiente de eficiencia proteica (PER) | 44 |
| 4.2.7. Determinación del Volumen Globular o Hematocrito | 45 |
| 4.3. Parámetros fisicoquímicos durante la investigación | 45 |
| V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 47 |
| VI. CONCLUSIONES | 49 |
| VII. RECOMENDACIONES | 51 |
| VIII. REFERENCIAS | 52 |
| IX. ANEXOS..... | 66 |
| 9.1. Recepción y aclimatación de Gamitanas <i>Colossoma macropomum</i> en laboratorio..... | 66 |
| 9.2. Diagrama del proceso de elaboración de dietas experimentales | 67 |
| 9.3. Elaboración de dietas experimentales | 68 |
| 9.4. Pretratamientos de las dietas experimentales Y y Z con papaya y piña respectivamente | 69 |
| 9.5. Resultados del análisis proximal de la dieta X..... | 70 |
| 9.6. Resultados del análisis proximal de la dieta Y..... | 71 |
| 9.7. Resultados del análisis proximal de la dieta Z | 72 |
| 9.8. Análisis físico de las dietas experimentales | 73 |
| 9.9. Análisis proximal de las dietas experimentales..... | 73 |
| 9.10. Análisis fisicoquímico del agua..... | 74 |
| 9.11. Control biométrico de los peces | 74 |
| 9.12. Determinación del Volumen Globular o Hematocrito | 75 |

LISTA DE TABLAS

| | | Página |
|-----------|---|--------|
| Tabla 1. | Clasificación de las proteasas por familias | 19 |
| Tabla 2. | Composición nutricional de la harina de pescado (%) | 22 |
| Tabla 3. | Porcentaje de inclusión de insumos en las dietas utilizadas para la parte experimental | 31 |
| Tabla 4. | Composición física y química de las dietas | 38 |
| Tabla 5. | Valores promedio de los principales indicadores de la evaluación | 39 |
| Tabla 6. | Valores promedio de los pesos según tratamiento y etapa de investigación | 39 |
| Tabla 7. | Valores promedio de las longitudes según tratamiento y etapa de investigación | 41 |
| Tabla 8. | Valores promedio de los factores de conversión alimenticia según tratamiento y etapa de investigación | 40 |
| Tabla 9. | Valores promedio del factor de condición según tratamiento y etapa de investigación | 43 |
| Tabla 10. | Valores promedio del coeficiente de eficiencia proteica según tratamiento y etapa de investigación..... | 44 |
| Tabla 11. | Valores promedio del hematocrito según tratamiento al término de la investigación | 45 |
| Tabla 12. | Valores promedio de la temperatura del agua, temperatura del ambiente, pH, alcalinidad y dureza durante la investigación | 46 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Gamitana <i>Colossoma macropomum</i> | 13 |
| Figura 2. Tendencia del peso según tratamiento y etapa de la investigación. | 40 |
| Figura 3. Tendencia de la longitud según tratamiento y etapa de la investigación | 41 |
| Figura 4. Factor de conversión según tratamiento y etapa de la investigación | 42 |
| Figura 5. Factor de condición según tratamiento y etapa de la investigación | 43 |
| Figura 6. Coeficiente de eficiencia proteica según tratamiento y etapa de la investigación..... | 44 |

RESUMEN

El constante crecimiento de la acuicultura a nivel mundial está ejerciendo presión en la demanda y el precio de los alimentos, esto ha impulsado la necesidad de buscar fuentes alternativas de insumos o maximizar la utilización de las principales fuentes proteicas empleadas en los piensos. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de harina de pescado pretratada con papaya y piña en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum*. Se emplearon tres tratamientos, control X (con harina de pescado sin pretratamiento), Y (harina de pescado pretratada con papaya) y Z (harina de pescado pretratada con piña). Se utilizaron 135 gamitanas, 45 por dieta distribuidos aleatoriamente en tres unidades experimentales con peso inicial promedio $1,38 \pm 0,20$ g y longitud total promedio $4,47 \pm 0,26$ cm. Los peces recibieron alimentación tres veces al día a una tasa del 3 % de su biomasa. Los resultados evidencian que los peces alimentados con la dieta Z tuvieron crecimiento (peso y longitud) similar al control X y superior a Y. Los valores promedio para el factor de condición (K) fueron $X = 1,64 \pm 0,07$; $Y = 1,62 \pm 0,07$ y $Z = 1,61 \pm 0,05$. En cuanto al factor de conversión del alimento (FCA) se obtuvieron valores para $X = 1,32 \pm 0,14$; $Y = 2,03 \pm 0,21$ y $Z = 1,60 \pm 0,16$ existiendo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos con el control. El coeficiente de eficiencia proteica (PER) de las dietas fue: $2,99 \pm 0,32$ para X; $1,95 \pm 0,24$ para Y, y $2,56 \pm 0,36$ para Z. Los valores de hematocrito obtenidos al final de la experiencia demostraron que los peces se encontraban con buena salud, siendo estos para: $X = 20,93 \pm 2,45$ %; $Y = 20,37 \pm 1,97$ % y $Z = 20,39 \pm 2,53$ %, no existiendo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos. Con estos resultados se puede concluir que, si bien la inclusión de piña ofrece una mejora en el crecimiento a diferencia del uso de la papaya, el pretratamiento es indiferente bajo las condiciones realizadas en este estudio.

Palabras clave: Gamitana, papaya, piña, harina de pescado, dietas.

ABSTRACT

The constant growth of aquaculture worldwide is putting pressure on the demand and price of food, this has driven the need to seek alternative sources of inputs or maximize the use of the main protein sources used in feed. This research aimed to evaluate the effect of fishmeal pretreated with papaya and pineapple on the growth of gossip fry *Colossoma macropomum*. Three treatments were used, control X (with fishmeal without pretreatment), Y (fishmeal pretreated with papaya) and Z (fishmeal pretreated with pineapple). 135 gamitanas were used, 45 per diet randomly distributed in three experimental units with average initial weight $1,38 \pm 0,20$ g and average total length $4,47 \pm 0,26$ cm. The fish were fed three times a day at a rate of 3 % of their biomass. The results show that fish fed the Z diet had growth (weight and length) similar to control X and greater than Y. The average values for the condition factor (K) were $X = 1,64 \pm 0,07$; $Y = 1,62 \pm 0,07$ and $Z = 1,61 \pm 0,05$. As for the feed conversion factor (FCA), values were obtained for $X = 1,32 \pm 0,14$; $Y = 2,03 \pm 0,21$ and $Z = 1,60 \pm 0,16$ with significant differences ($p < 0,05$) between treatments with the control. The protein efficiency coefficient (PER) of the diets was: $2,99 \pm 0,32$ for X; $1,95 \pm 0,24$ for Y, and $2,56 \pm 0,36$ for Z. The hematocrit values obtained at the end of the experience showed that the fish were in good health, these being for: $X = 20,93 \pm 2,45$ %; $Y = 20,37 \pm 1,97$ % and $Z = 20,39 \pm 2,53$ %, with no significant differences ($p > 0,05$) between treatments. With these results, it can be concluded that, although the inclusion of pineapple offers an improvement in growth as opposed to the use of papaya, pretreatment is indifferent under the conditions carried out in this study.

Keywords: Gamitana, papaya, pineapple, fishmeal, diets.

I. INTRODUCCIÓN

Desde hace unos años, la acuicultura es el sistema de producción alimenticio de más rápido crecimiento en el mundo, con una producción de peces del 84,3% de la producción total, siendo unos 67,5 millones de toneladas para el año 2016. (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2018). Aunque muchas especies crecen utilizando sistemas de producción extensivo, la industria está cambiando hacia los sistemas alimenticios intensivos y/o producción de especies carnívoras de alto valor. Junto a este cambio se encuentran asociados los compuestos alimenticios, con los cuales se busca disminuir el impacto ambiental del sistema de producción.

La piscicultura en la región amazónica peruana es una actividad productiva importante y necesaria para asegurar en calidad y cantidad el suministro de pescado para consumo humano directo. Según las estadísticas del Ministerio de la Producción, la cosecha de especies amazónicas provenientes de la acuicultura se incrementó de 4800 TM en el 2012 a 6150 TM en el 2017 (Ministerio de la Producción - PRODUCE, 2018) y se estima que esta tendencia se mantenga en el próximo lustro. Asimismo, la demanda de pescado por las poblaciones urbanas, rurales e indígenas de la Amazonía también se acrecentó, debido al rápido crecimiento poblacional, la escasez de pescado por efectos de la sobrepesca (García, Tello, Vargas & Duponchelle, 2009) y la contaminación de los ecosistemas acuáticos. En este escenario, se hace necesario expandir la piscicultura de especies nativas como una medida exitosa de disminuir la escasez de pescado y generar ingresos en la Amazonía (Ramírez, Sandoval y Vicente, 2018).

Los peces del género *Colossoma* son apreciados en toda Latinoamérica, debido a que presentan una serie de características que los hacen idóneos para realizar actividades acuícolas de gran importancia y envergadura. *Colossoma macropomum* es la segunda especie escamada, después de *Arapaima gigas* (Osteoglossidae), con mayor longitud en

la cuenca amazónica, alcanzando pesos de hasta 30 kg en el ambiente natural (Goulding & Leal, 1982), presenta características únicas que lo hacen apto para la acuicultura, resiste el manipuleo y soporta aguas de calidad muy pobre, crece más rápido que otros peces usados en acuicultura de la región, puede ser criado en alta densidad, tiene buena aceptación en el mercado, se puede comercializar con un alto precio y puede además ser usado como pez ornamental (Campos, 2015).

La producción local de esta especie todavía se realiza de manera extensiva, pero posee una gran demanda y alcanza precios elevados en el mercado, esto motiva a los agricultores locales a invertir en la producción de esta especie (Kohler, Kohler, De Jesus, Alcántara, & Tello, 1998); sin embargo, no existe una uniformidad de las dietas ya que estas no se encuentran disponibles en la región de forma constante. Para que el cultivo presente un mejor rendimiento, se requiere que los peces reciban alimentos cuya formulación cubra sus exigencias nutricionales. En dicha formulación se consideran como base dos insumos convencionales, la harina de pescado y harina de soya, los cuales son requeridos por su elevado aporte proteico y su perfil de aminoácidos esenciales, pero estos a su vez tienen altos precios por kilogramo y no siempre se encuentran con disponibilidad, adicionando a ello que pocas veces son aprovechados en su totalidad (FAO, 2013).

La harina y el aceite de pescado siguen considerándose los ingredientes más nutritivos y digeribles destinados a piensos para peces de acuicultura, pero los índices de inclusión de los mismos en los piensos compuestos para acuicultura han seguido una clara tendencia descendente, en gran parte como consecuencia de la variación del suministro y los precios. Se utilizan cada vez de manera más selectiva, como en determinadas etapas de producción; particularmente en dietas de criaderos, reproducción y etapa final. Por

ejemplo, actualmente el porcentaje de estos productos en las dietas de los reproductores para el salmón del Atlántico cultivado es inferior al 10 % (FAO, 2018).

Sin bien es cierto que las dietas están formuladas en base a la harina de pescado, teniendo a este como insumo padrón en función de su valor biológico, equilibrio de niveles de aminoácidos, calcio y fósforo y su importancia en el crecimiento de los peces, estas también contienen otros insumos tradicionales de origen vegetal, como torta de soya, maíz, polvillo de arroz y subproducto de trigo, en cuya composición se encuentran básicamente carbohidratos solubles y estructurales que no están presentes en los alimentos naturales, y al ingresar como componentes de la dieta deben ser digeridos y absorbidos en el intestino; una mayor o menor digestión está asociada con la presencia de enzimas digestivas específicas para cada sustrato. Estas dietas, además, deben ser suplementadas con premezclas de vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales para garantizar un crecimiento óptimo. Sin embargo, es necesario conocer los cambios fisiológicos digestivos que ocurren en un proceso de adaptación a una dieta balanceada; por ello es importante conocer la expresión y actividad de las enzimas digestivas a nivel de membrana que son las encargadas de realizar el último proceso de la escala digestiva (Castillo, 2013).

Las enzimas son compuestos orgánicos de origen proteico que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y metabólicos del organismo, incluyendo las reacciones de síntesis y digestión-degradación que ocurren en el intestino y rumen del animal, teniendo las enzimas la función del motor que mueve la actividad en todas las células del organismo, y en consecuencia controlando ciertas funciones como el mantenimiento, crecimiento y la reproducción de los animales (Cotta, 1998).

Existen diferentes frutas y vegetales que contienen enzimas proteolíticas, las enzimas más conocidas y estudiadas son la papaína de la papaya, la bromelina de la piña,

la zingibaína del jengibre y la ficina del higo (Guacho y Rivas, 2017). La papaya ocupa el tercer lugar de las frutas tropicales más producidas a nivel mundial, siendo únicamente superado por el mango y la piña, considerada como una de las cuatro especies denominadas "frutas tropicales principales" (FAO, 2004). La producción a nivel mundial fue de 13 millones de toneladas para el año 2017 (Altendorf, 2018). En el año 2018, la producción de papaya en el Perú fue de 176 mil toneladas (Ministerio de Agricultura y Riego - MINAGRI, 2019). La piña ocupa el segundo lugar de frutas tropicales más importantes con una producción mundial de 25 millones de toneladas, siendo sus principales productores Brasil y Filipinas (Altendorf, 2018). En el año 2018, la producción en el Perú fue de 548 mil toneladas (MINAGRI, 2019).

1.1. Descripción y formulación del problema

El desarrollo y rentabilidad del cultivo intensivo de peces y crustáceos depende, inevitablemente, de la obtención de dietas comerciales que satisfagan los requerimientos de nutrientes esenciales y energía, y que sean aceptadas en cantidades adecuadas para asegurar el crecimiento óptimo.

Dado el alto porcentaje de costos totales en una actividad piscícola que representa el componente de alimentación, basada en un cultivo intensivo, no es raro observar que el piscicultor aspire a convertir, con máxima eficacia, kilos de pienso suministrado en kilos de animal producido. Por ello, si bien es cierto de que el alimento producido debe tener un equilibrio adecuado de los diversos nutrientes, igual de importante es que el alimento sea ingerido en cantidades adecuadas, paso imprescindible para lograr una buena rentabilidad del mismo (Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica - CAICYT, 1987).

En las últimas décadas, se han producido enormes cambios en la formulación y preparación de alimentos eficientes para peces de cultivo. Los efectos de la piscicultura en el ambiente acuático, junto con la dependencia que existe a la harina de pescado para la producción de alimentos para peces, también han influido en la formulación y fabricación de alimentos. Una mayor expansión de la producción acuícola puede ocurrir solo si los esfuerzos para reducir la contaminación y para utilizar ingredientes alimentarios sostenibles tienen éxito. Ambas partes afectan a la formulación y fabricación de los piensos. Los avances impulsados por la industria en la alimentación de peces durante la última década han mejorado significativamente la eficiencia de la acuicultura (Halver & Hardy, 2002).

Existe evidencia del uso de insumos no tradicionales que buscan reemplazar la harina de pescado, sin embargo, por la calidad de sus aminoácidos y ácidos grasos los

resultados son muy variables. La dependencia que existe de la acuicultura hacia la harina de pescado hace que se busque el empleo de insumos no tradicionales que cumplan con las exigencias nutritivas y brinden las mejoras en el desarrollo del pez. Recientes investigaciones buscan maximizar el uso de la proteína de la harina de pescado, empleando, por ejemplo, enzimas sintéticas o de origen vegetal para producir un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

El presente estudio plantea evaluar el siguiente problema:

¿Cuál será el efecto de harina de pescado pretratada con papaya o piña en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum*?

1.2. Antecedentes

Al incrementar la digestibilidad del alimento no solo se disminuye la contaminación ambiental, ya que en la acuicultura la mayoría de los problemas ocasionados por una mala calidad del agua están relacionados con el uso de alimentos pobres nutricionalmente o de mala calidad, y por estrategias de alimentación inadecuadas (Brandão et al., 2015), sino también disminuiría el costo total de producción por la reducción de gasto de nutrientes por unidad de producción. Entre los métodos para mejorar la digestibilidad de los insumos se emplean enzimas obtenidas de frutas, así como suplementos enzimáticos diseñados para mejorar la digestibilidad de materiales alimenticios que han sido exitosamente aplicado en alimentos para organismos terrestres y acuáticos (Wenk, 1992).

La bromelina, miembro de la familia papaína, ha sido aislada de órganos de plantas de la familia Bromeliaceae. Se extrajo por primera vez del jugo de la piña a finales del siglo XIX. Es la más abundante de las cisteino-proteasas identificadas en extractos de

órganos de la piña. Las aplicaciones de estas biomoléculas con fines alimenticios y terapéuticos son muy variadas, algunas se reconocen como medicinas naturales, otras como fármacos modificadores de la respuesta biológica. Sin embargo, la mayor y más antigua aplicación de la bromelina es como ablandador de carnes. Es también efectiva en la producción de hidrolizados y medios de cultivo (Hernández, Carvajal, Márquez y Chávez, 2004)

Candela (1990) logró realizar el hidrolizado de merluza mediante el empleo de la piña como fuente de la enzima bromelina, en dicho trabajo hizo un estudio cinético del grado de hidrólisis conseguido a diferentes concentraciones y temperaturas, obteniendo resultados positivos con una concentración de 6.9 % de sólidos totales a 55 °C. Ulviyadipura, Hutabarat & Pinandoyo (2017) evaluaron el efecto del extracto de piña en el crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum* mediante el uso de la enzima bromelina contenida en la fruta, demostrando que la dosis óptima de suministro de extracto de piña en concentraciones de 1,85% tienen efectos significativos en la ingesta del alimento y en la eficacia del uso del alimento, y con el suministro de 1,81% de extracto de piña se produce una alta tasa de crecimiento relativa de 3,30% por día. Asimismo, Subandiyono, Hastuti & Nugroho (2018) utilizaron el extracto para evaluar el efecto en el crecimiento en lengüeta de Java (*Puntius javanicus*) en la cual aplicaron un método que constaba de 5 tratamientos y 4 réplicas. Dichos tratamientos fueron según el extracto de piña de 0,00; 0,75; 1,50; 2,25 y 3,00 %. Los resultados mostraron que el extracto de piña en la alimentación de prueba de 1,50 % dio el valor más alto para la eficiencia de utilización de alimento (FUE) ($37,63 \pm 5,99$), el índice de eficiencia de proteína (PER) ($1,14 \pm 0,18$), la tasa de crecimiento relativo (RGR) ($1,94 \pm 0,39$) y la tasa de crecimiento relativo de longitud (RGR-L) ($0,84 \pm 0,13$ %). Yuangsoi, Klahan, Charoenwattanasak & Lin (2018), en su trabajo donde evalúan la adición del extracto de piña en niveles del 1,

2 y 3 % de extracto, en la alimentación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) obtienen valores de FCA de $1,13 \pm 0,02$ a $1,54 \pm 0,04$; y en la que demuestran que con la adición del extracto en 1 % se obtiene un crecimiento óptimo y una mejora en la utilización del alimento. Del mismo modo, Slamet, Subandiyono & Arini (2014), quienes trabajaron con carpa (*Cyprinus carpio*) presentaron un elevado valor de coeficiente de eficiencia proteica (PER) de $0,81 \pm 0,12$ con la adición del 0,75 % del extracto de piña con una inclusión del 28 % de harina de pescado.

El extracto de papaya contiene a la papaína, la cual es una enzima proteolítica que puede romper los enlaces peptídicos de una molécula de proteína, este extracto generalmente deriva de la savia de las frutas de papaya inmaduras o de látex de papaya que se puede recolectar directamente de la fruta que todavía cuelga del árbol (Rumokoy, Pudjihastuti, Untu & Toar, 2016). Existen trabajos realizados por Kanyinji & Zulu (2014) en diferentes animales comerciales quienes aplicaron papaína en las raciones para aves de corral, demostrando mejoras en la conversión alimenticia. Otros investigadores utilizaron la hoja de papaya como fuente de papaína además del extracto crudo de la savia de la fruta. Sudjatinah, Wibowo & Widyaningrum (2009) informaron que al emplear extracto de hoja hasta en una concentración de 25 ml por litro de agua potable en la alimentación de aves de corral no mostraron ninguna influencia significativa en el rendimiento de la producción de pollos de engorde.

Respecto al empleo de papaína y bromelina en alimentos para animales acuáticos se encuentran: alimentación de la carpa común con un residuo de soya el cual fue predigerido con papaína, una proteasa aislada del látex de *Carica papaya* (papaya) (Wong, Tang & Kwok, 1996); la inclusión de un suplemento de una mezcla multienzimática exógena para *Penaeus monodon* (Buchanan, Sarac, Poppi & Cowan, 1997). En la investigación realizada por Latif, Rachmawati & Hutabarat (2017) quienes

trabajaron con dietas en las que se les añadió extracto de piña y probióticos, con dosis que van desde 0,76 % hasta 2,56 % de adición de extracto, obtuvieron resultados satisfactorios con la dosis de 2,25 % de extracto de piña y 1ml/L de probióticos, consiguiendo valores de 0,77 de eficiencia proteica y 11,20 % de tasa de crecimiento relativo diario. Asimismo, Rostika, Sunarto, Sugiyanto & Dewant (2018), evaluaron el nivel efectivo de la enzima papaína para incrementar la eficiencia del alimento (FUE), el índice de eficiencia de proteína (PER) y la ganancia diaria promedio (ADG) en tilapia *Oreochromis niloticus*, obteniendo como resultados que con una dosis óptima del 3,75 % de la enzima se incrementaban en 48,31 % el nivel de eficiencia del alimento.

Choi, Lam, Mo & Wong (2016), realizaron un estudio con la carpa china o herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) en la cual evaluaron el crecimiento y la inmunidad, mediante la proteína total, la inmunoglobulina total (IgI) y la actividad de nitroblue tetrazolium (NBT) de la sangre, demostrando que los individuos se desarrollaban deficientemente cuando se alimentaban con alimentos sin la inclusión de enzimas, concluyendo que con la adición de bromelina y papaína en la alimentación de los peces, se lograba el uso eficiente de los desechos producto de los alimentos, y se mejoraba el crecimiento y la inmunidad de los peces.

Estos estudios indican que la incorporación de frutas que contengan a ciertos suplementos enzimáticos en los alimentos o ingredientes alimenticios tiene el potencial de mejorar la utilización de nutrientes dietéticos, activar zimógeno(s) endógeno(s) y proveer enzimas que no se pueden encontrar de manera natural en el sistema digestivo del organismo cultivado.

Los parámetros hematológicos son un indicador del estado fisiológico de un organismo, el cual se está empleando con más frecuencia en la acuicultura para optimizar el cultivo, mejorando el control de enfermedades ante posibles cambios

medioambientales, desequilibrios nutricionales y factores externos que generen estrés (Hrubec, Cardinale & Smith, 2008), por ello y debido a cierto factor que genera estrés en la acuicultura como lo es la densidad de cultivo, Soberón, Chu-Koo y Alcántara (2007) elaboraron un trabajo en el que evaluaron hematológicamente a gamitanas (*Colossoma macropomum*) mantenidas en jaulas flotantes con diferentes densidades (10, 20 y 30 peces/m²), demostrando con ello en que su análisis hematológico únicamente presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en los niveles de glucosa para la densidad más óptima, la cual fue de 20 peces/m².

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de harina de pescado pretratada con papaya y piña en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de harina de pescado pretratada con papaya y piña en el crecimiento de alevines de gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816).

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la composición nutricional de las dietas.
- Evaluar el efecto en el crecimiento (peso y longitud) de alevines de gamitana con las dietas formuladas comparadas con la dieta control.
- Evaluar las variables técnicas del cultivo: factor de conversión del alimento (FCA), factor de eficiencia proteica (PER), factor de condición (K).
- Evaluar el estado de salud mediante el análisis de hematocrito.

1.4. Justificación

La acuicultura no podrá ser una actividad productiva sustentable si depende exclusivamente de materias primas de origen marino y enfrenta el reto de identificar nuevos ingredientes para sustituir o aprovechar mejor la harina y el aceite de pescado en las dietas balanceadas comerciales. Particularmente en el caso de la harina de pescado, se considera que los sustitutos deben de ser abundantes, baratos y que su demanda no compita con el consumo directo por el ser humano o mejorar el aprovechamiento de los mismos. Asimismo, y desde el punto de vista ambiental, los ingredientes deben de tener una alta tasa de digestibilidad, una cantidad limitada de fósforo y que este tenga una alta bio-disponibilidad (Hernández y Fernández, 2013).

La piña en los últimos 10 años ha presentado un cultivo más rentable en la selva central. Las características externas e internas (alto contenido de sólidos solubles totales) de la fruta, le han permitido una preferencia creciente en el mercado nacional; con una demanda aún insatisfecha. Las áreas de producción se han ido incrementando en todo el país, concentrando a los mayores productores en las provincias de Chanchamayo y Satipo del departamento de Junín. Antes solo se sembraba en la selva central pero ahora se cultiva piña en Madre de Dios, Cusco, VRAEM, Amazonas, San Martín (Munive, 2015).

Las enzimas en la alimentación animal inician su uso en los años 80 y los países pioneros fueron Escandinavia, Inglaterra, Canadá y España. El primer sector alimentario que reaccionó de manera positiva a su uso fue la avicultura. En este ámbito la aplicación de enzimas empezó a intervenir de manera total en la producción de pollos en los años 90. La avicultura ligada a zonas de producción de cereales con alto contenido de polisacáridos no almidón, componentes de difícil digestión por parte de los enzimas propios de los pollos, fue la más receptiva al uso de enzimas con alta capacidad de hidrólisis de estos componentes a nivel digestivo.

Estas enzimas se incluyen en los piensos y en las raciones de los animales para mejorar la disponibilidad de los nutrientes que no pueden ser digeridos por el propio animal. De esta forma, se puede mejorar la disponibilidad de la energía (mediante carbohidrasas que liberan los monómeros de las diferentes fibras o lipasas que hidrolizan las grasas), de la proteína (mediante proteasas que mejoran la disponibilidad de aminoácidos) y de los minerales (mediante fitasas que liberan el fósforo vegetal poco disponible) del pienso. Esto supone una mejora del valor nutritivo de las materias primas de los piensos, del rendimiento de los animales a través de una mejora del índice de conversión y una reducción del precio del pienso que es lo que se busca (Pascual y Cambra, 2016).

Las enzimas proteasas, también conocidas como peptidasas, son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas. Se sintetizan y se encuentran de forma natural en todos los seres vivos, en los que intervienen en la digestión de las proteínas, facilitando su degradación, absorción y metabolismo (Martínez-Alesón, Korsbak, Brugger y Pontoppidan, 2010). Entre las enzimas vegetales destacan la papaína de la papaya y la bromelaína de la piña (endoproteasas cisteínicas), las cuales han sido utilizadas como ablandadores de carne, para mejorar algunas funcionalidades de proteínas, o para resaltar el sabor de alimentos (Briones y Cortés, 2008).

1.5. Hipótesis

El pretratamiento de la harina de pescado pretratada con papaya y piña favorece el crecimiento de alevines de gamitana.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Gamitana *Colossoma macropomum*

Este pez se considera como el carácido más grande de la Amazonía, nativo de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco en América del Sur. En Brasil es conocido como “tambaqui”, en Colombia como “cachama negra”, en Venezuela como “cachama”, y en Perú como “gamitana”. *Colossoma macropomum* es la segunda especie con escamas, después de *Arapaima gigas*, de mayor longitud en la cuenca amazónica, alcanzando pesos de hasta 30 kg en el ambiente natural (Campos, 2015).



Figura 1. Gamitana Colossoma macropomum

Fuente: Tavares-Dias & Oba (2016)

La descripción taxonómica de la gamitana es la siguiente:

Phylum: Vertebrata

Clase: Teleostei

Orden: Characiformes

Familia: Characidae

Sub-familia: Myleinae

Género: Colossoma

Especie: Colossoma macropomum (Cuvier, 1816)

Fuente: FONDEPES (2018)

a. Características morfológicas

C. macropomum se caracteriza por presentar una coloración negra en todo el cuerpo con excepción de la parte ventral que suele ser blanquecina, posee una aleta adiposa radiada, puede llegar a pesar 30 kg y medir hasta 100 cm (Maldonado, 2004).

Posee cuerpo romboide, robusto y de gran tamaño; cabeza grande, huesos preoperculares y operculares con bordes membranosos. Los adultos tienen el cuerpo y las aletas de color verde oscuro uniforme, casi negro. Escamas en la línea lateral numerosas (66 a 78). Poseen branquiespinas largas y variables conforme estos van creciendo (20 a 136). Aleta adiposa con radios osificados, siendo esta un carácter distintivo al igual que los huesos operculares anchos (García et al., 2018).

Los alevinos son de forma romboidal redondeada y tienen una coloración diferente, color plateado salpicado de puntos oscuros en la que destaca una mancha negra en la parte central de ambos lados del pez, lo que facilita su diferenciación de otros alevinos que comparten el mismo hábitat (FONDEPES, 2018).

b. Características del agua de cultivo

En el cultivo de esta especie, la temperatura óptima debe oscilar entre 25 y 30°C, puede tolerar por poco tiempo temperaturas hasta 36°C, sin embargo, temperaturas menores a 15°C puede ocasionar la muerte del animal (FONDEPES, 2004)

El agua debe tener las siguientes características, nivel de pH puede fluctuar entre 6.5 y 8.0, concentración de oxígeno disuelto entre 5 y 9 ppm, y dureza entre 20 y 80 ppm. (Campos, 2015), sin embargo, puede adaptarse y crecer con valores de hasta 150 ppm (Alejandro, 2016). Si estos parámetros están fuera de estos rangos se requiere manipulación química y física.

c. Alimentación

Estudios indican que, en su etapa inicial se alimenta mayormente de zooplancton, semillas y frutos. En su etapa juvenil consume grandes cantidades de semillas y frutos durante la época en que las aguas de los ríos y cochas de la Amazonía alcanzan su nivel más elevado, en esta etapa, las gamitanas pueden aprovechar estos dos tipos de alimento debido a los numerosos filamentos branquiales y a la serie de dientes molariformes que presentan. En su etapa adulta se alimentan también de zooplancton, especialmente en época de vaciante, cuando están aisladas del bosque (Campos, 2015).

d. Requerimientos nutricionales

- **Proteína**

La proteína es el más importante de todos los compuestos que forman parte del cuerpo de los animales por varias razones: Es el constituyente básico de las células, después del agua, las proteínas son el grupo químico más abundante en ellas, como nutriente es utilizado para el crecimiento y como principal fuente de energía, y como ingrediente en las dietas es el componente más costoso (Vásquez, 2004 citado en Mendez, 2011). En la elaboración de alimentos balanceados, el suplemento de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo total del alimento. Generalmente, la gamitana crece mejor con alimentos que contienen un nivel de proteína entre 20 a 30%. Los requerimientos de proteínas para gamitana en el estadio de alevinaje, crecimiento, engorde y reproducción es de 30%, 25%, 20% y 35% respectivamente (Palomino, 2004).

- **Lípidos**

Las funciones principales de los lípidos en la gamitana es que son usados como recurso inmediato de energía metabólica y como recurso de ácidos grasos esenciales. Durante la formulación de las dietas se recomienda utilizar valores moderados de grasa, entre 6 y 8%. Con valores elevados de grasa en el alimento se producirá rancidez durante su almacenamiento, dañando de esta manera la calidad del alimento e incluso exponiendo al pez a posibles problemas de toxicidad. Una buena fuente de lípidos es el aceite de pescado (Palomino, 2004). Otro efecto negativo de los elevados niveles de lípidos en dietas son la disminución del consumo de alimento afectando directamente el crecimiento del pez y alterando la calidad del agua (Vásquez, 2004 citado en Mendez, 2011).

- **Carbohidratos**

Son considerados como fuente importante de energía presente en la dieta de peces debido a su costo relativamente bajo, sin embargo, se tiene que considerar cuidadosamente su inclusión ya que los peces poseen una baja metabolización y utilización de estos. Una de las fuentes principales de carbohidratos es el almidón, el cual debe ser sometido a un tratamiento térmico ya que de forma cruda no es útil, ofreciendo así también la propiedad de ligante para lograr una mejor estabilidad en el agua (Noel, 2003).

En gamitana se han observado respuestas satisfactorias en cuanto al crecimiento y aprovechamiento de la proteína con niveles de carbohidratos entre 20 y 36%. El porcentaje recomendado en dietas se puede encontrar entre 30 y 40% para peces omnívoros y entre 10 a 20% para peces carnívoros (Vásquez, 2004).

- **Vitaminas**

La mayoría de estas no son sintetizadas por el pez, por tal motivo, tienen que ser incorporadas en la formulación de una dieta. Son importantes como factores del crecimiento ya que catalizan las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas como la gamitana requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta (FONDEPES, 2018).

- **Minerales**

Los minerales son importantes ya que su ausencia afecta los procesos de osmorregulación o intercambio de sales a nivel celular, influyendo también en la formación de los huesos, escamas y dientes (FONDEPES, 2018).

e. Reproducción

En ambiente natural se estima que la sobrevivencia desde la etapa de ovulación hasta la de alevinaje es de 0,01 a 0,05%. La gamitana, por ser un pez migratorio, no logra su reproducción de manera natural en condiciones de cautiverio, debido a que se genera un bloqueo en su sistema endocrino, en la etapa de ovoposición y desove. Los factores externos, es decir, los propios del medio ecológico determinan la madurez sexual del pez. El hipotálamo, al recibir el estímulo de esos factores externos, segrega y pone en circulación las hormonas liberadoras de gonadotropina, estas actúan sobre las gónadas encargadas de producir finalmente las hormonas esteroides o sexuales, que llevarán al pez a la maduración gonadal y finalmente al desove (Useche, 2005 citado en Vásquez, 2004).

2.1.2. Enzimas digestivas

Las enzimas son catalizadores del tipo biológico, de naturaleza orgánica, poseen estructura proteica tridimensional y funciones muy específicas (McDonald et al., 2011) pudiendo producir una alteración química. Las enzimas ligan sustratos y catalizan reacciones, estas varían en especificidad, es decir, algunas son de un sustrato específico, mientras que otras pueden ligarse a una gran variedad de sustratos y catalizar distintas reacciones. Las reacciones enzimáticas están formadas de procesos de oxidorreducción y de transferencia de grupos (Ruiz, 2011 citado en Rodríguez, 2016).

Participan en diversas reacciones, cuya finalidad es acelerarla, y potencian excesivamente la digestibilidad del alimento, haciéndolos más aprovechables para los animales (Torero, 2005). Poseen nomenclatura sencilla, únicamente combina el nombre del sustrato con la terminación “asa”; por ejemplo, la enzima que hidroliza al fitato o ácido fítico, se llama *fitasa*, las que actúan sobre proteínas son *proteasas*, sin embargo, hay algunas que han mantenido sus nombres, los cuales no se relacionan al sustrato o a la reacción, como la pepsina o la tripsina (Dale, 2006 citado en Rodríguez, 2016).

Todos los animales hacen el uso de las enzimas para la digestión de los alimentos que consumen; éstas pueden ser endógenas (las cuales son producción propia del animal) o producidas por microorganismos presentes de forma normal en el intestino, sin embargo, el aprovechamiento de nutrientes en el proceso digestivo no es 100% eficiente (McDonald et al., 2011), debido a diferentes factores tales como la ausencia de la enzima en intestino o la presencia de factores antinutricionales en el alimento. Actualmente, en la nutrición animal, los tipos de enzimas más utilizados son los que descomponen fibra, proteínas, almidón y fitato (Barletta, 2010).

2.1.3. Proteasas

Las proteasas son enzimas que catalizan la hidrólisis de los enlaces peptídicos que forman la estructura primaria de las proteínas, y están presentes en muchos organismos. Están implicadas en diferentes procesos como la digestión de proteínas, la activación de pro-enzimas y pre-hormonas y muchos otros (Stroud, 1975 citado en Alvarez, 2003).

Las proteasas también son usadas para descomponer las proteínas de almacenamiento en diversos materiales vegetales y antinutrientes proteicos en las proteínas vegetales. Dos antinutrientes proteicos principales son los inhibidores de tripsina y las lectinas. Los inhibidores de la tripsina se encuentran en las proteínas vegetales crudas, como la soya. Pueden inhibir la digestión ya que bloquean la enzima tripsina, que es secretada por el páncreas y ayuda a descomponer las proteínas en el intestino delgado (Barletta, 2010). Las proteasas pueden usarse para reducir los niveles de inhibidores de tripsina y lectinas, mejorando así la digestibilidad de las proteínas. Su clasificación según su secuencia amoniocídica es la siguiente:

Tabla 1

Clasificación de las proteasas por familias.

| Clase | Enzima | Origen |
|-----------|--------------------|------------------------------|
| Serina I | Tripsina | Páncreas |
| | Quimiotripsina | Páncreas |
| Serina II | Subtilisina | <i>Bacillus subtilis</i> |
| Cisteína | Papaína | <i>Papaya latex</i> |
| | Quimopapaína | <i>Papaya latex</i> |
| | Ficina | <i>Ficus latex</i> |
| | Bromelaína | <i>Ananas comosus</i> |
| | Catepsina B | Varios tejidos |
| Ácidas | Pepsina | Jugo gástrico |
| | Quimosina | Jugo gástrico (ind. jóvenes) |
| | Catepsina D | Hígado, bazo |
| Metal I | Carboxipeptidasa A | Páncreas bovino |
| Metal II | Termolisina | <i>Bacillus thompsoni</i> |

Fuente: Neurath (1989, citado en Alarcón, 1997).

2.1.4. Papaína

La papaína es una enzima proteolítica presente en la fruta de la *Carica papaya*, se extrae del látex de la papaya, tiene un rango de pH óptimo de 6,5 a 7,8. Es una proteasa no muy específica. Según Fernández et al. (citado en Chauca, 2018), la papaína es una enzima proteolítica ampliamente usada en diferentes líneas medicinales, aislamiento de células, detergentes, cuero y textiles, cosméticos, industria farmacéutica e industria dermatológica; en alimentos es usado principalmente como clarificador de cerveza y ablandador de carnes, siendo su uso principal el de mejorador de la textura de las carnes (Aguirre y Castillo, 2009).

La papaína concentrada, se caracteriza por ser un polvo granuloso de color blanco grisáceo, es ligeramente higroscópico e insoluble en agua y en la mayoría de solventes orgánicos. Es soluble en alcohol etílico y metílico. La papaína bruta, contiene un poco de agua, glúcidos, ácidos orgánicos y una mezcla de enzimas, donde destacan las denominadas proteasas que actúan rompiendo los enlaces péptidos en cualquier lugar de la cadena peptídica en la que se hallen situados (endopeptidasas). También contiene pequeñas cantidades de otras enzimas como la peptidasa A, lipasa y lisozima, enzimas que se encargan de romper las paredes de las células bacterianas (Chauca, 2018).

2.1.5. Bromelina

La bromelina es una enzima proteolítica que en inicios se encontró presente en las hojas y el tallo de la planta de *Ananas comosus*, luego se verificó su presencia en el mismo fruto de la planta y en otras especies de la familia *Bromeliaceae*. Su presencia fue descubierta por el farmacéutico venezolano Marcano en el año 1891. En un inicio se conocía como bromelina a la enzima extraída y purificada del tallo de la planta, pero

cuando se descubrió su presencia en el fruto se le denominó *fruit bromelain*, cabe mencionar que la denominación de bromelina es genérica y se aplica para hacer referencia a cualquier proteasa de cualquier especie de la familia *Bromeliaceae*. La enzima purificada es una cisteín-proteasa de carácter ácido, perteneciente de igual manera a la familia de la papaína la cual se extra de la papaya *Carica papaya*. No hay estudios que determinen la función que desempeña la bromelina en la misma planta sin embargo su estudio se enfoca principalmente a la producción comercial de dicha enzima (López, Díaz y Merino, 1996).

Heinicke & Gortner (1957) en su estudio afirman que la concentración de la bromelina en la pulpa del fruto no cambia al principio de su desarrollo, sin embargo, cuando la maduración empieza a surgir, el contenido de proteasa aumenta. Asimismo, señalan que entre sus aplicaciones se encuentra el batido de pieles, ablandamiento de carne y protección contra el frío de la cerveza.

Existen estudios en los que analizaron la distribución de las proteasas en el tallo maduro de la planta, demostrando que la mayor concentración de proteasas se encuentra en la parte basal del tallo, y la porción central o estela aparenta contener una mayor cantidad que el córtex, asimismo, dieron a conocer que en los tallos de 3 años de edad se encuentra a las proteasas en mayor proporción, estas a su vez están implicadas en los mecanismos de senescencia en las plantas, siendo las responsables de la degradación de sustancias de alto peso molecular a otras de menor peso para que sean fácilmente transportables hacia las zonas más jóvenes de la planta o hasta los órganos reproductores (López et al., 1996).

2.1.6. Harina de pescado

La harina de pescado es un producto que se obtiene por reducción del contenido de humedad y grasa de pescado entero, sin agregar sustancias extrañas, salvo aquellas que tienden a mantener la calidad original del producto (Medina, 1993 citado en Mejía y Mendoza, 2017).

La harina de pescado es la mejor fuente de calorías concentradas para la alimentación de animales con un 70% a 80% del producto en forma de proteína y grasa digerible, su contenido calórico es mayor que muchas otras proteínas animales o vegetales, ya que proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y un aceite rico en ácidos grasos omega-3 (DHA y EPA) indispensables para el crecimiento rápido de los animales. Asimismo, la harina de pescado tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo, en forma disponible para el animal. Las vitaminas también están presentes en niveles relativamente altos, como el complejo de vitamina B incluyendo la colina, la vitamina B12 así como las vitaminas A y D (FAO, 2001 citado en Costa y Denegri, 2015).

Tabla 2
Composición nutricional de la harina de pescado (%).

| Composición nutricional | Valor promedio |
|-------------------------|----------------|
| Proteínas | 65.00% |
| Metionina | 1.80% |
| Metionina + cistina | 1.95% |
| Lisina | 4.00% |
| Calcio | 7.50% |
| Fósforo disponible | 3.80% |
| Ácido Linoleico | 0.15% |
| Grasa | 14.00% |
| Fibra | 1.20% |
| Ceniza | 16.50% |

Fuente: Mariño (2012, citado en Mejía y Mendoza, 2017)

2.1.7. Hematocrito

La Hematología o control hematológico en peces es de importancia para el control sanitario de las poblaciones naturales y control nutricional en cautividad, al permitir evaluar la interacción entre los nutrientes y la posible presencia de tóxicos. También los patógenos y sustancias contaminantes producen alteraciones que se reflejan en algún grado de inmunosupresión y cambios en la sangre de los organismos. Las variaciones de parámetros hematológicos como el hematocrito (también conocido como la determinación del volumen globular), la concentración de hemoglobina, el recuento de leucocitos y la fórmula leucocitaria, pueden ser utilizadas como indicadores de contaminación (Wahli, 2002) y como indicadores fisiológicos de disfunción orgánica por estrés (Wedemeyer et al., citado en Alaye y Morales, 2013).

Se ha demostrado que los peces sufren considerables alteraciones de los valores hematológicos después de la captura y el estrés que son sometidos, los cuales afectan principalmente la concentración de hemoglobina, el tamaño de los eritrocitos, la concentración y las fracciones proteínicas del plasma (Fischer, 1990 citado en Salazar, Blanco, Centeno y Lemus, 2011). Del mismo modo se han comprobado que existen variaciones en los patrones hematológicos de peces sometidos a estrés por tóxicos ya sea en ambientes naturales o en condiciones de laboratorio (Pratap & Wenderlaar, 2007). La íntima relación entre los sistemas hematológicos e inmunológicos en todos los vertebrados, convierte a estos parámetros en una buena herramienta indicativa de los efectos de tóxicos presentes en el ambiente. Un análisis hematológico e inmunológica en peces brinda información indirecta sobre las condiciones de salud del ecosistema en donde habitan estos organismos, dado al papel que juegan los peces en su medio ambiente (Tuzen, 2009).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo experimental en la cual se evaluó el efecto de las dietas en el crecimiento de la gamitana *Colossoma macropomum*, se utilizó una dieta control (con harina de pescado sin pretratamiento) y dos dietas experimentales, una con pretratamiento de harina de pescado con papaya y otra con pretratamiento de piña.

3.2. Ámbito temporal y espacial

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Investigación Acuarística de la Facultad de Oceanografía, Pesquería, Ciencias Alimentarias y Acuicultura (FOPCA) de la Universidad Nacional Federico Villarreal, ubicado en Calle Roma 350, distrito de Miraflores, provincia de Lima, departamento de Lima. Entre los meses de septiembre y diciembre de 2019.

3.3. Variables

Las variables que se consideraron en la investigación para la evaluación, son del tipo cuantitativo.

3.3.1. Variables dependientes

- Peso unitario (Promedio)
- Longitud unitaria (Promedio)
- Biomasa (Promedio)
- Factor de conversión alimenticia “FCA” (Promedio)
- Factor de condición “K” (Promedio)
- Coeficiente de eficiencia proteica “PER”

- Hematocrito (Hto)

3.3.2. Variables independientes

- Análisis químico y físico de las dietas
 - Proteína
 - Carbohidratos
 - Grasas
 - Humedad
 - Cenizas
 - Densidad del *pellet*
 - Pérdida de materia seca
- Parámetros físicos y químicos del agua
 - Temperatura
 - pH
 - Alcalinidad

3.4. Población y muestra

La investigación se desarrolló con 1 000 gamitanas de las cuales se seleccionaron 135 individuos para la investigación. La población fue adquirida de un proveedor de la ciudad de Tarapoto, departamento de San Martín. No se consideró tamaño de muestra ya que se evaluó el total de la población.

3.5. Instrumentos

3.5.1. Acuarios y accesorios

- Acuarios de vidrio de 80 litros

- Acuarios de aclimatación de 160 litros
- Conectores y llaves *by pass* de aire
- Declorador
- Esponjas
- Filtros de esponja
- Malla *rashell* negra
- Manguera de PVC de 1"
- Manguera de silicona transparente de ¼"
- Piedras difusoras de aire
- Planchas de tecknopor
- Redes de acuario

3.5.2. Kits y equipos

- Balanza analítica marca "OHAUS" de 0,01 g a 1,2 kg y $\pm 0,001$ g de precisión.
- Balanza analítica marca "WANT" de 0,01 g a 200 g y $\pm 0,01$ g de precisión.
- Balanza gramera de 0,01 g a 1,2 kg y $\pm 0,1$ g de precisión.
- Centrífuga marca *Digisystem* de modelo DSC-300SD de 4 000 rpm.
- Equipo de Baño María marca *Precision Scientific CO* de 30 a 110 °C.
- Kit para análisis de agua dulce marca *LaMotte*.
- Licuadora marca THOMAS.
- Motor electromagnético marca "RESUN".
- Molino de carne marca CORONA.

- Molino de granos marca CORONA.
- Potenciómetro digital marca PINPOINT modelo PH370 con $\pm 0,1$ % de precisión.
- Termómetro de alcohol con rango - 20 a + 110 °C y ± 1 °C de precisión.
- Termómetro digital TP3001 con rango - 50 a + 300 °C y $\pm 0,1$ °C de precisión.
- Termostatos sumergibles de 250 watts marca “SERA”.

3.5.3. Materiales

- Baldes de 5 y 20 litros
- Bandejas de metal
- Cinta aislante, de embalaje y *masking tape*.
- Ictiómetro de 20 cm con 0,1 cm de precisión.
- Jabón en barra
- Jeringas de 1 ml
- Marcador indeleble
- Plastilina
- Plumones de pizarra
- Paños absorbentes
- Papel aluminio
- Papel celofán azul
- Regla de metal de 15 cm con 0,05 mm de precisión.
- Tamices de 5,00; 3,00; 1,00 y 0,50 mm de abertura de malla.
- Tápers de plástico

- Tijera
- Tubos capilares sin heparina MARIENFELD 75 mm de longitud y 1,1 mm de diámetro interno.
- Tubos Eppendorf

3.5.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico
- Anaranjado de metilo
- Azul de metileno
- EDTA - Na
- Enrofloxacina
- Eugenol
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio
- Hiposulfito de sodio

3.5.5. Software

- Microsoft Excel
- *Statgraphics Centurion XVI*
- LINDO 6.1

3.6. Procedimientos

3.6.1. Preparación de los acuarios

Se utilizó 6 acuarios de 160 litros divididos por la mitad con un vidrio, la limpieza y desinfección se realizó con lejía a 500 ppm. Se llenaron con agua, colocaron termostatos sumergibles a 26 °C y filtros de esponja, se dejaron en reposo por una semana (previo al inicio de la parte experimental). La aireación fue constante suministrada por un motor electromagnético. Cada unidad experimental contó con redes, esponjas de limpieza, baldes de 5 y 20 litros debidamente rotulados, se colocó papel celofán de color azul en la parte frontal del acuario, para disminuir el estrés en los peces.

La distribución de los acuarios se realizó empleando un diseño completamente aleatorio (DCA) el cual consistió de 02 tratamientos y 01 control, cada uno con 02 repeticiones los cuales fueron rotulados de la siguiente manera:

- X: Dieta control
- Y: Dieta formulada con harina de pescado pretratada con papaya.
- Z: Dieta formulada con harina de pescado pretratada con piña.

3.6.2. Aclimatación de los peces

Los peces provenientes de Tarapoto fueron enviados vía aérea en 02 baldes de 20 litros, se colocaron en 02 acuarios de cuarentena, con temperatura similar al agua de transporte, al que se les suministró Enrofloxacin y azul de metileno a una concentración de 2 ml por cada 100 litros de agua para evitar infecciones (Barriga y

Clavijo, 2008). Durante este periodo fueron alimentados con “Purigamitana”, y se realizó el sifoneo interdiario así como el recambio total de agua cada quince días.

3.6.3. Población experimental

La población estuvo conformada por 135 alevines de gamitana que fueron seleccionados de un universo de 1 000 individuos, los cuales luego de su aclimatación se dejaron en ayuno por un día para proceder, con la biometría y su distribución aleatoria en los acuarios.

3.6.4. Obtención de los insumos para la elaboración de dietas

La papaya y la piña fueron obtenidas en un mercado local del distrito de Villa el Salvador, los demás insumos como la harina de pescado, harina de soya, harina de trigo, harina de subproducto de trigo, polvillo de arroz, vitaminas, minerales, antifúngico, *premix*, colina y sal fueron obtenidos del distribuidor de harinas y alimentos balanceados para animales “El Comedero” ubicado en el centro poblado de Huachipa.

3.6.5. Fórmula de la dieta base

Se empleó el software de programación lineal LINDO 6.1 para formular la dieta base (puesto que, la composición en todos los tratamientos era la misma). Para plantear las ecuaciones se tuvo en cuenta el precio por kilogramo de los insumos utilizados en dietas para gamitana, la tabla de requerimientos nutricionales según especie y estadio (FONDEPES, 2018), la composición proximal de los insumos según la Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA,

2010) y el Ministerio de Salud (MINSA, 2013), los porcentajes de inclusión recomendados para peces omnívoros de Tacon (1989) y la relación de energía digestible/proteína. La fórmula obtenida se detalla en la tabla 3.

Tabla 3

Porcentaje de inclusión de insumos en las dietas utilizadas para la parte experimental.

| Composición | Dieta X, Y y Z (%) |
|--------------------------------|--------------------|
| Harina de pescado | 20 |
| Harina de soya | 27 |
| Harina de subproducto de trigo | 27 |
| Harina de trigo | 5 |
| Polvillo de arroz | 21 |
| Vitaminas | 0,1 |
| Premix | 0,175 |
| Antifúngico | 0,2 |
| Sal | 0,35 |
| Colina y sal | 0,2 |
| Aceite | 0,25 |

X: Dieta control

Y: Dieta con inclusión de harina de pescado pretratada con papaya

Z: Dieta con inclusión de harina de pescado pretratada con piña

Fuente: Elaboración propia

3.6.6. Pretratamiento de la harina de pescado con piña y papaya

A la papaya y la piña se les retiró la cáscara, se trozaron y trituraron por separado en una licuadora con agua en relación 1:1, según lo sugerido por Candela (1990). Se utilizó 200 ml para 200 g de harina de pescado, manteniendo la relación 1:1; a esta mezcla se le agregó 400 ml de agua y se distribuyó en recipientes que se colocaron en baño María a 60 °C por 3 horas (tiempo que fue determinado como el más adecuado en una prueba piloto) y posteriormente se utilizaron en la elaboración de las dietas experimentales.

3.6.7. Elaboración de las dietas experimentales

Las harinas de subproducto de trigo, soya, trigo y el polvillo de arroz se pasaron por molino de granos, tamices de 1,00 y 0,50 mm de abertura de malla, y se pesaron teniendo en cuenta los porcentajes de inclusión (tabla 3). Se empleó el método propuesto por Guillaume, Kaushik, Bergot y Métailler (2004), para la elaboración de las dietas, se mezclaron todas las harinas incluida la de pescado pretratada, se incorporaron las vitaminas, minerales, *premix*, antifúngico, cloruro de colina, sal, aceite y agua. Para formar los *pellets* se utilizó una moledora de carne manual y luego se secaron en bandejas de metal en una estufa a 60 °C; una vez secos se redujo el tamaño de los *pellets* con un molino de granos y se pasó por tamices de 5,00, 3,00 y 1,00 mm de abertura de malla, para obtener la granulometría adecuada según el tamaño de los peces.

3.6.8. Composición química de las dietas experimentales

Se realizó el análisis proximal de las dietas empleando métodos estandarizados de la *Association of Official Analytical Chemists*, AOAC. Para la determinación de cenizas se utilizó la mufla y para la humedad la estufa (Latimer, 2016), en el laboratorio de Bioquímica de la FOPCA. El análisis de grasa y proteína fueron realizados por el laboratorio “Sociedad de Asesoramiento Técnico” SAT Perú, el cual se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), debido a que los insumos que se utilizan en la determinación son fiscalizados por la Dirección Antridrogas (DINANDRO).

3.6.9. Fase Experimental

La fase experimental tuvo una duración de cuatro meses, desde la recepción de alevines hasta el control biométrico final. La limpieza de los acuarios se realizó semanalmente con el recambio parcial del 50 % del agua y el 100 % cuando se realizó el control biométrico; los desechos acumulados en el fondo del acuario fueron sifoneados de manera interdiaria con una manguera de silicona. Los peces recibieron alimentación tres veces al día a una tasa del 3 % (Campos, 2015), los controles biométricos se realizaron cada quince días, registrando datos biométricos de longitud y peso, empleando ictiómetro y balanza digital, respectivamente. De acuerdo a la biomasa y porcentaje de peso corporal, se determinó la cantidad de alimento necesario por unidad experimental y la ración fue dividida en tres porciones; el alimento no consumido fue extraído y anotado en el registro.

3.6.10. Evaluación fisicoquímica del agua

Durante el desarrollo de la fase experimental, se registró la temperatura tres veces al día, a las 08:00, 12:00 y 16:00 horas usando un termómetro digital. Cada 15 días se analizó el pH del agua con un potenciómetro digital marca PINPOINT, el análisis de alcalinidad y dureza se realizó mediante el método volumétrico. No se realizaron análisis de compuestos nitrogenados debido a que diariamente se extraían las excretas presentes en los acuarios y cada semana se hacía recambio parcial del agua.

3.6.11. Análisis de hematocrito

En el último control biométrico se realizó la determinación de hematocrito, para lo cual, se extrajeron los peces con una red de acuario y se colocaron de uno en uno en agua con eugenol (aceite de clavo de olor), usando 5 gotas por cada 3 litros de agua, hasta sedación completa; luego se retiraron y colocaron en un paño absorbente. Para extraer la muestra de sangre se emplearon jeringas de 1 ml humedecidas con EDTA-Na al 10 % y se realizó la punción en la vena caudal, ubicada en la línea lateral media cercana a la aleta caudal; se atravesó el músculo hasta llegar al arco hemal y encontrar la vena, el proceso se realizó en el menor tiempo posible para evitar el estrés en los individuos según lo sugerido por Minaya (2018) y Gonzales et al. (2016). Luego se canalizó la sangre a través de capilares no heparinizados Marienfeld de 75 mm de longitud y 1,1 mm de diámetro interno, un extremo se selló con plastilina y jabón en barra, se colocaron en tubos Eppendorf para centrifugarlos a una velocidad de 5000 rpm/min durante 5 minutos. Posteriormente, se midió la longitud total de la columna (eritrocitos, leucocitos y plasma), y la fracción corpuscular (eritrocitos) para determinar el porcentaje de hematocrito (Núñez y Maldonado, 2015).

3.6.12. Evaluación de los peces

a. Ganancia de peso y longitud

El control biométrico se realizó cada quince días con la finalidad de evaluar el crecimiento y reajustar la ración; para la longitud se utilizó un ictiómetro de 20 cm (\pm 0,1 cm), y para el peso, una balanza digital de 200 g (\pm 0,01 g). Se utilizaron las fórmulas sugeridas por Guillaume et al. (citado en Morillo et al., 2013), para determinar la ganancia de peso total y ganancia de longitud total.

$$\text{GPT} = \text{Pf} - \text{Pi}$$

$$\text{GLT} = \text{Lf} - \text{Li}$$

Donde:

- GPT: Ganancia de peso total
- GLT: Ganancia de longitud total
- Pf: Peso corporal final
- Pi: Peso corporal inicial
- Lf: Longitud corporal final
- Li: Longitud corporal final

b. Coeficiente de eficiencia proteica

También se evaluó el coeficiente de eficacia proteica sugerida por Guillaume et al. (citado en Morillo et al., 2013):

$$\text{PER} = \frac{\text{GPT}}{\text{PI}}$$

Donde:

- PER: Coeficiente de eficiencia proteica
- GPT: Ganancia de peso total
- PI: Proteína ingerida en gramos de materia seca

c. Factor de condición

De igual forma se determinó el factor de condición, utilizando los promedios de las longitudes y pesos, mediante el uso de la siguiente ecuación, propuesta por Amaral et al. (2015):

$$K = \frac{W}{L^3}$$

Donde:

- K: Factor de condición
- W: Peso promedio de los alevines
- L: Longitud promedio de los alevines

d. Determinación del Volumen Globular o Hematocrito

Para este análisis, se midió la fracción que comprende a los glóbulos rojos (masa globular), respecto al volumen total de la muestra de sangre capilar o venosa. Este fue expresado en porcentaje, aunque, puede ser expresado como valor decimal. Se utilizó la siguiente fórmula propuesta por Muñoz y Morón (2010), Núñez y Maldonado (2015):

$$\% \text{ Hto} = \frac{\text{Altura de la columna de glóbulos rojos}}{\text{Altura de la columna de sangre total}} \times 100$$

e. Porcentaje de sobrevivencia

Se estimó el porcentaje de sobrevivencia al final de la fase experimental, esta se calculó con la siguiente fórmula propuesta por Arce y Luna (2003).

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ final de organismos}}{\text{N}^\circ \text{ inicial de organismos}} \times 100$$

3.7 Análisis de datos

El análisis estadístico de los datos se realizó con el *software* de análisis de datos *Statgraphics Centurion XVI*, empleando estadística descriptiva: determinaciones de la media y la desviación estándar; determinación de las diferencias significativas de los distintos tratamientos utilizando el Análisis de Varianza Simple (ANOVA) y el método de Tukey HSD para el test de múltiples rangos, con una confiabilidad del 95 %.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis fisicoquímico de las dietas

Los valores obtenidos en el análisis físico y análisis químico (proximal) de las dietas utilizadas en la investigación se detallan en la tabla 4:

Tabla 4

Composición física y química de las dietas.

| Composición | Control X ¹ (%) | Dieta Y ² (%) | Dieta Z ³ (%) |
|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Proteína | 28,65 | 27,99 | 27,33 |
| Grasa | 6,68 | 6,58 | 6,52 |
| Humedad | 7,45 | 4,63 | 5,87 |
| Cenizas | 9,96 | 9,50 | 9,77 |
| Densidad del <i>pellet</i> (g/ml) | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Hydroestabilidad del alimento - pérdida de materia seca (%PMS) | 23,38 | 20,36 | 22,86 |

¹ Dieta control

² Dieta con inclusión de harina de pescado pretratada con papaya

³ Dieta con inclusión de harina de pescado pretratada con piña

Fuente: Elaboración propia

4.2. Valores promedio de los principales indicadores

4.2.1. Después de 60 días efectivos de evaluación

Después de 60 días efectivos de evaluación, los valores promedio de los principales indicadores que demuestran la influencia de las diferentes dietas en el crecimiento de los organismos, se detallan en la tabla 5.

Tabla 5

Valores promedio de los principales indicadores de la evaluación.

| Composición | Tratamiento | | |
|---|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | X | Y | Z |
| Individuos por unidad experimental | 15 | 15 | 15 |
| Peso promedio inicial (g) | 1,38 ± 0,19 | 1,38 ± 0,20 | 1,39 ± 0,20 |
| Peso promedio final (g) | 4,44 ± 0,80 ^a | 3,07 ± 0,52 ^b | 3,70 ± 0,68 ^c |
| Longitud promedio inicial (cm) | 4,46 ± 0,26 | 4,50 ± 0,23 | 4,45 ± 0,28 |
| Longitud promedio final (cm) | 6,34 ± 0,40 ^a | 5,67 ± 0,32 ^b | 6,05 ± 0,38 ^c |
| Biomasa promedio inicial (g) | 20,71 ± 0,11 | 20,74 ± 0,33 | 20,79 ± 0,11 |
| Biomasa promedio final (g) | 66,64 ± 2,74 ^a | 46,02 ± 2,21 ^b | 55,54 ± 0,25 ^c |
| Factor de conversión alimenticia (FCA) | 1,32 ± 0,14 ^a | 2,03 ± 0,21 ^b | 1,60 ± 0,16 ^a |
| Factor de condición (K) | 1,64 ± 0,07 | 1,62 ± 0,07 | 1,61 ± 0,05 |
| Coefficiente de eficiencia proteica (PER) | 2,99 ± 0,32 ^a | 1,95 ± 0,24 ^b | 2,56 ± 0,36 ^c |
| Hematocrito (%) | 20,93 ± 2,45 | 20,37 ± 1,97 | 20,39 ± 2,53 |
| Sobrevivencia (%) | 100 | 100 | 100 |

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Peso promedio según control biométrico

Los valores promedio de los pesos unitarios por control biométrico, se muestran en la tabla 6. Como se observa, a partir de la segunda evaluación entre promedios de peso existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 6

Valores promedio de los pesos según tratamiento y etapa de la investigación.

| Biometría | Tratamiento | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | X (g) | Y (g) | Z (g) |
| Inicial | 1,38 ± 0,19 | 1,38 ± 0,20 | 1,39 ± 0,20 |
| 15 días | 1,99 ± 0,29 ^a | 1,78 ± 0,26 ^b | 1,83 ± 0,31 ^b |
| 30 días | 2,55 ± 0,40 ^a | 2,09 ± 0,32 ^b | 2,28 ± 0,38 ^c |

| | | | |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 45 días | 3,29 ± 0,60 ^a | 2,49 ± 0,39 ^b | 2,85 ± 0,51 ^c |
| 60 días | 4,44 ± 0,80 ^a | 3,07 ± 0,52 ^b | 3,70 ± 0,68 ^c |

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2 se muestra que la tendencia de la curva de la ganancia en peso de los peces, con las dietas experimentales utilizadas, es creciente durante toda la investigación. El control (X) presentó el mejor resultado, seguido por Z y finalmente Y.

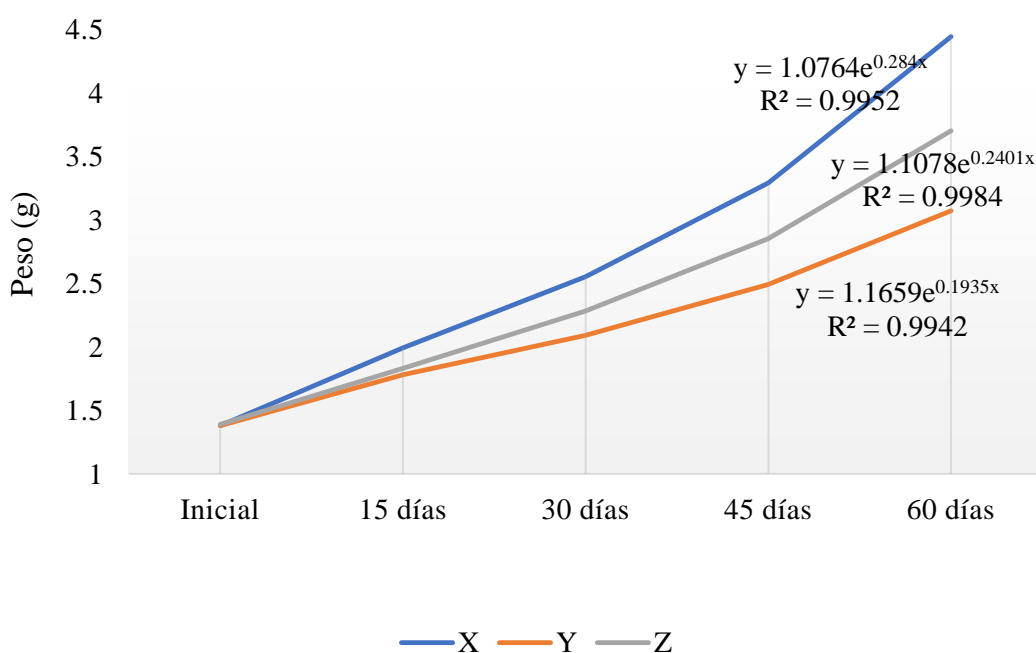


Figura 2. Tendencia del peso según tratamiento y etapa de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Longitud promedio según control biométrico

Los valores promedio de las longitudes unitarias, por control biométrico, se muestran en la tabla 7. A diferencia del incremento en peso, en el primer control biométrico no existieron diferencias estadísticamente significativas, siendo a partir del segundo donde se observaron diferencias entre las medias de los tratamientos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 7

Valores promedio de las longitudes según tratamiento y etapa de la investigación.

| Biometría | Tratamiento | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | X (cm) | Y (cm) | Z (cm) |
| Inicial | 4,46 ± 0,26 | 4,5 ± 0,23 | 4,45 ± 0,28 |
| 15 días | 4,98 ± 0,28 ^a | 4,8 ± 0,26 ^b | 4,88 ± 0,29 ^b |
| 30 días | 5,38 ± 0,32 ^a | 5,06 ± 0,31 ^b | 5,25 ± 0,31 ^a |
| 45 días | 5,84 ± 0,40 ^a | 5,31 ± 0,29 ^b | 5,6 ± 0,36 ^c |
| 60 días | 6,34 ± 0,40 ^a | 5,67 ± 0,32 ^b | 6,05 ± 0,38 ^c |

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestran las curvas de longitud promedio de los peces con las dietas experimentales utilizadas, al igual que el peso, la tendencia es creciente, durante toda la etapa de la investigación. Manteniendo la prelación X, Z y Y.

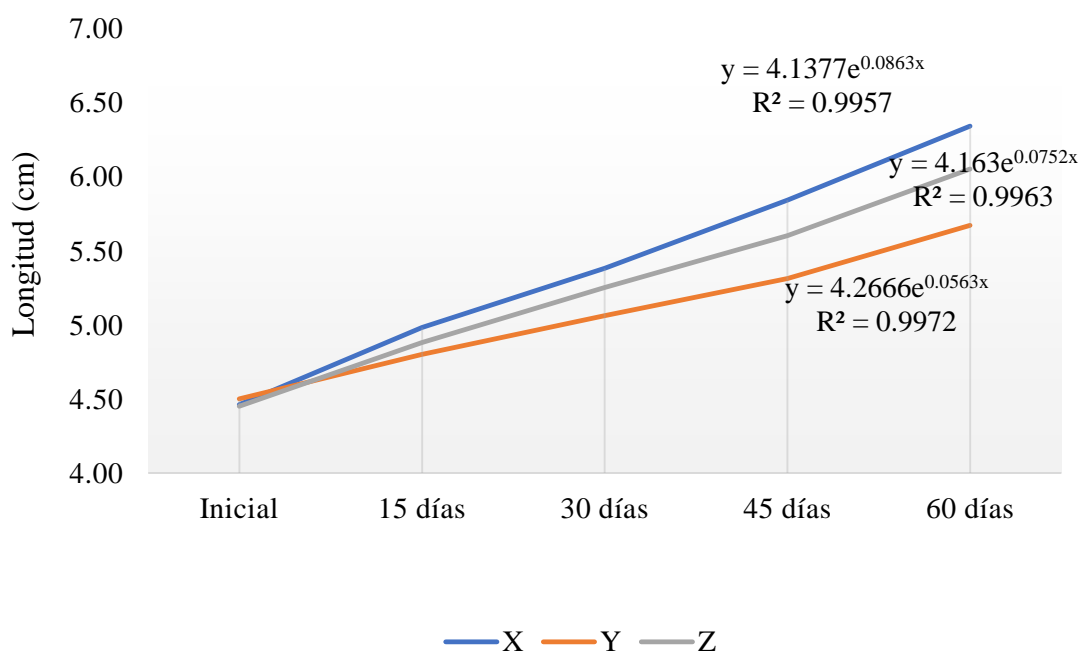


Figura 3. Tendencia de la longitud según tratamiento y etapa de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Factor de conversión alimenticia (FCA)

Los promedios de los factores de conversión, según control biométrico, se muestran en la tabla 8. Podemos observar que, desde el primer control biométrico realizado a los 15 días efectivos de alimentación, existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos X, Y y Z ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %, siendo los valores de Y los más elevados, que se observan con mayor notoriedad en la figura 4, a diferencia de X y Z quienes presentaron menor variabilidad en valores de FCA.

Tabla 8

Valores promedio del factor de conversión alimenticia según tratamiento y etapa de la investigación.

| Biometría | Tratamiento | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | X | Y | Z |
| 15 días | 1,24 ± 0,02 ^a | 1,9 ± 0,16 ^b | 1,72 ± 0,09 ^b |
| 30 días | 1,45 ± 0,17 ^a | 2,28 ± 0,34 ^b | 1,63 ± 0,02 ^a |
| 45 días | 1,42 ± 0,01 ^a | 2,11 ± 0,16 ^b | 1,67 ± 0,05 ^c |
| 60 días | 1,17 ± 0,06 ^a | 1,81 ± 0,13 ^b | 1,36 ± 0,07 ^a |

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

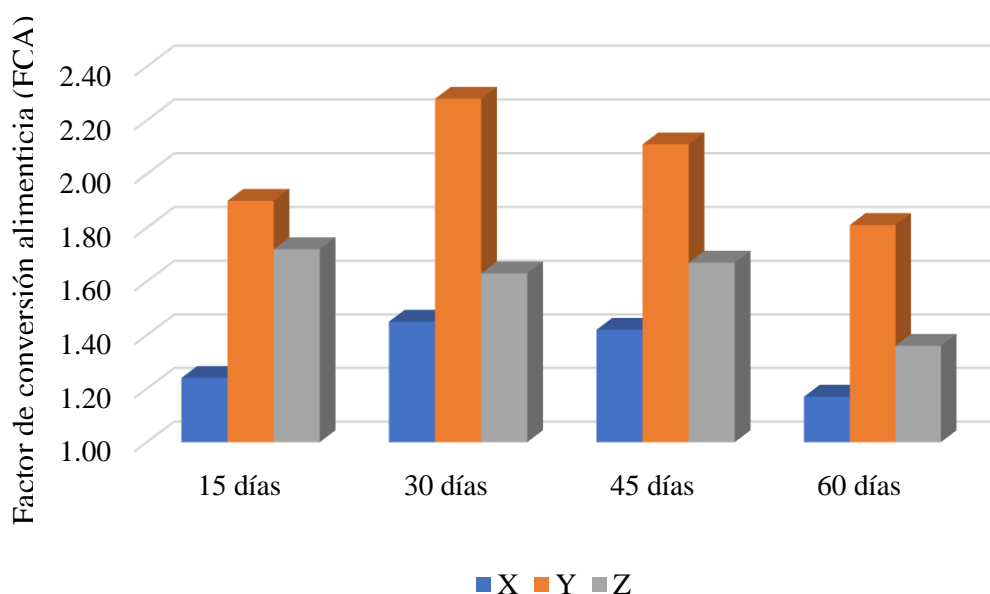


Figura 4. Factor de conversión según tratamiento y etapa de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Factor de condición (K)

Los promedios de los factores de condición, según control biométrico, se muestran en la tabla 9 en donde podemos observar que, no existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos X y Y ($p > 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %, siendo los valores de X los más elevados en la etapa final de la investigación, los cuales se observan con mayor notoriedad en la figura 5.

Tabla 9

Valores promedio del factor de condición según tratamiento y control biométrico.

| Biometría | Tratamiento | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|
| | X | Y | Z |
| 15 días | 1,62 ± 0,03 | 1,62 ± 0,02 | 1,58 ± 0,05 |
| 30 días | 1,63 ± 0,04 | 1,62 ± 0,06 | 1,58 ± 0,03 |
| 45 días | 1,65 ± 0,03 | 1,67 ± 0,03 | 1,62 ± 0,03 |
| 60 días | 1,74 ± 0,02 | 1,68 ± 0,08 | 1,67 ± 0,04 |

Fuente: Elaboración propia

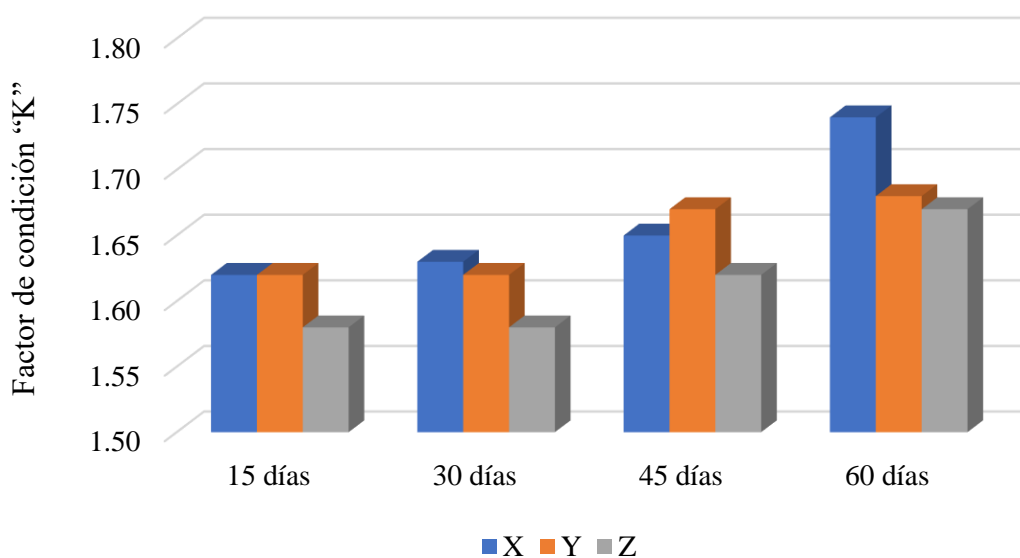


Figura 5. Factor de condición según tratamiento y control biométrico.

Fuente: Elaboración propia

4.2.6. Coeficiente de eficiencia proteica (PER)

Los valores promedio del coeficiente de eficiencia proteica (PER) según control biométrico se muestran en la tabla 10. Podemos observar que existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos X, Y y Z ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 10

Valores promedio del coeficiente de eficiencia proteica según tratamiento y etapa de la investigación.

| Biometría | Tratamiento | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | X | Y | Z |
| 15 días | 2,82 ± 0,04 ^a | 1,89 ± 0,17 ^b | 2,13 ± 0,11 ^b |
| 30 días | 2,82 ± 0,31 ^a | 1,79 ± 0,29 ^b | 2,55 ± 0,02 ^a |
| 45 días | 2,86 ± 0,01 ^a | 1,90 ± 0,14 ^b | 2,49 ± 0,06 ^c |
| 60 días | 3,46 ± 0,17 ^a | 2,22 ± 0,16 ^b | 3,05 ± 0,15 ^c |

^{a, b, c} Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

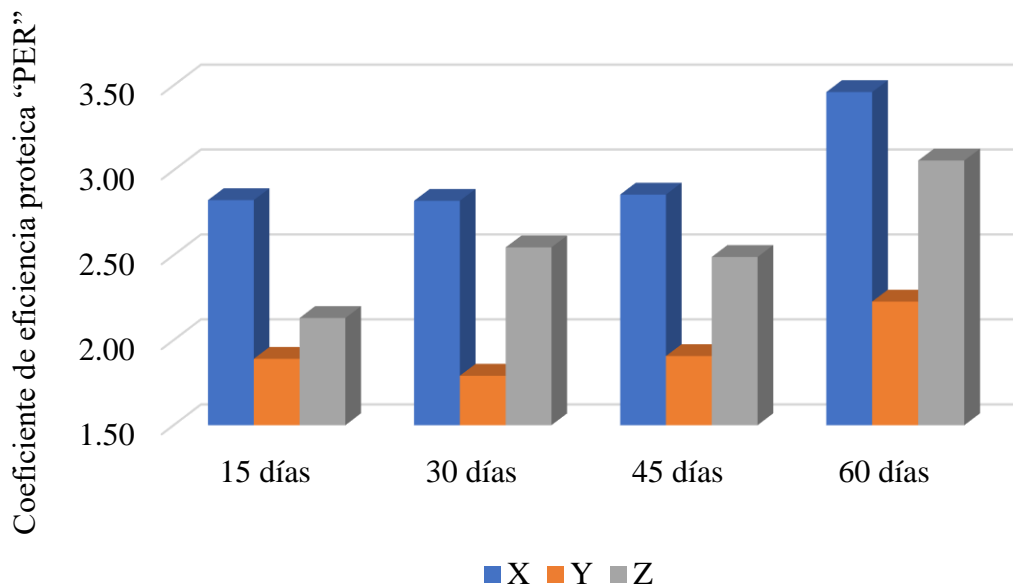


Figura 6. Coeficiente de eficiencia proteica según tratamiento y etapa de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se muestran los valores promedio de PER según controles biométricos; se observa que el tratamiento X es superior, seguido por Z.

4.2.7. Determinación del Volumen Globular o Hematocrito

Los valores promedio de la determinación del volumen globular o hematocrito (Hto) al finalizar la investigación se muestran en la tabla 11. Numéricamente los valores de Y y Z son cercanos a X, indicando así que no existió alteración en las condiciones fisiológicas de los individuos. El análisis estadístico demuestra que no existió diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p > 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Tabla 11

Valores promedio del hematocrito según tratamiento al término de la investigación.

| Variable | Tratamiento | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | X (%) | Y (%) | Z (%) |
| Porcentaje de hematocrito (% Hto) | 20,93 ± 2,45 | 20,37 ± 1,97 | 20,39 ± 2,53 |

Fuente: Elaboración propia

4.3. Parámetros fisicoquímicos durante la investigación

Los valores promedio, mínimos y máximos de los principales parámetros fisicoquímicos evaluados en la investigación se muestran en la tabla 12. Todos se encuentran dentro de los valores normales permitidos para la especie.

Tabla 12

Valores promedio de la temperatura del agua, temperatura del ambiente, pH, alcalinidad y dureza durante la investigación.

| Variable | | Tratamiento | | |
|--|-------|-------------|--------|--------|
| | | X | Y | Z |
| Temperatura del agua (°C) | Prom. | 27,04 | 27,12 | 27,07 |
| | Mín. | 26,20 | 25,43 | 24,06 |
| | Máx. | 27,64 | 28,02 | 28,28 |
| Temperatura del ambiente (°C) | Prom. | 23,70 | 23,70 | 23,70 |
| | Mín. | 19,00 | 19,00 | 19,00 |
| | Máx. | 27,00 | 27,00 | 27,00 |
| pH | | 7,69 | 7,72 | 7,75 |
| Alcalinidad total (ppm CaCO ₃) | | 103,63 | 98,96 | 98,03 |
| Dureza (ppm CaCO ₃) | | 150,60 | 131,80 | 143,50 |

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La gamitana al igual que todos los peces, su nutriente principal es la proteína, en la presente investigación se trabajó con dietas de 27,99 % (Y) a 27,33 % (Z), cercanos a la dieta control 28,65 % (X), que se encuentran dentro de lo establecido por Palomino (2004) y Gutiérrez, Quispe, Valenzuela, Contreras y Zaldivar (2010).

En cuanto al porcentaje de grasa, las tres dietas fueron menores a 7 %; 6,68 % (X), 6,58 % (Y) y 6,52 % (Z); resultados que guardan similitud con lo reportado por Latif, Rachmawati & Hutabarat (2017) quienes trabajaron con dietas que contenían 6,31 %.

Respecto a los pesos promedio, se observó que los mejores resultados se obtuvieron con la dieta control X (harina de pescado sin pretratamiento con piña o papaya), no guardando relación con lo reportado por Ulviyadipura, Hutabarat & Pinandoyo (2017) y Latif, Rachmawati & Hutabarat (2017), quienes emplearon concentrado de enzima bromelina a partir de la piña *Ananas comosus*, obteniendo resultados favorables en el crecimiento.

Los resultados del FCA muestran que existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 % entre las tres dietas experimentales, siendo la dieta control X la que presentó un mejor rendimiento con $1,32 \pm 0,14$; seguido por Z con $1,60 \pm 0,15$ y finalmente Y con $2,02 \pm 0,27$. Estos datos difieren a lo reportado por Latif, Rachmawati & Hutabarat (2017) y Yuangsoi, Klahan, Charoenwattanasak & Lin (2018) quienes obtuvieron resultados favorables para el FCA.

El factor de condición “K” presente en la tabla 9, obtuvo valores cercanos a 2, con lo que se puede afirmar que estos valores en base a la experiencia de Ayarza,

Rodríguez y Ramírez (2011) es significado de que los peces se encontraron en buen estado fisiológico durante la investigación.

Los valores obtenidos del coeficiente de eficiencia proteica (PER) fueron los siguientes: control X ($2,99 \pm 0,32$), dieta Y ($1,95 \pm 0,24$) y dieta Z ($2,56 \pm 0,36$), en la cual destaca el efecto de la adición de piña a diferencia de la papaya, lo cual es similar a lo encontrado por Ulviyadipura, Hutabarat & Pinandoyo (2017), quienes trabajaron con la adición de extracto de piña en diferentes concentraciones, obteniendo un valor de $2,19 \pm 0,12$ para el tratamiento con adición de 1,50 % de extracto, a su vez, estos reportes concuerdan con lo brindado por Yuangsoi, Klahan, Charoenwattanasak & Lin (2018) obteniendo el valor más alto de PER ($2,26 \pm 0,06$) con la adición del 2 % de extracto de residuos de piña.

Según el nivel de volumen globular o porcentaje de hematocrito (% Hto) $20,93 \pm 2,45$ (X), $20,37 \pm 1,97$ (Y) y $20,39 \pm 2,53$ (Z) nos indican que los peces presentaron una condición fisiológica adecuada, significado de no presentar cuadros patológicos o situaciones de estrés, lo cual guarda relación semejante a lo propuesto por Soberón, Chu-Koo y Alcántara (2007) en su evaluación hematológica a gamitanas (*Colossoma macropomum*) mantenidas en jaulas flotantes, en el que su análisis hematológico únicamente presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en los niveles de glucosa.

VI. CONCLUSIONES

El presente trabajo se realizó con la finalidad de encontrar un efecto positivo del pretratamiento en fuentes proteicas mediante el uso de piña como lo mostrado por Candela (1990) en la cual logra el desdoblamiento de las proteínas en el músculo de la merluza, es por ello que se aplicó dicha metodología en otra fuente proteica como lo fue la harina de pescado, en la cual, el mayor valor promedio en cuanto a peso al finalizar la investigación fue del tratamiento X, al cual se le suministró alimento control (dieta sin pretratamiento con piña o papaya), registrando un valor de $4,44 \pm 0,80$ g; seguido del tratamiento Z, al cual se le suministró alimento elaborado con inclusión de harina de pescado pretratada con piña, con un valor de $3,70 \pm 0,68$ g; y finalmente se encontró el tratamiento Y, alimento elaborado con inclusión de harina de pescado pretratada con papaya, con un valor de $3,07 \pm 0,52$ g, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

Respecto al valor promedio de longitud al finalizar la investigación, el tratamiento que obtuvo el mayor valor fue el control X con $6,34 \pm 0,4$ cm, seguido del tratamiento Z con un valor de $6,05 \pm 0,38$ cm y finalmente se encuentra el tratamiento Y con un valor de $5,67 \pm 0,32$ cm, observándose que las diferencias de longitudes entre tratamientos se hicieron más notorias a partir del segundo control biométrico hasta el final de la fase experimental, existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95 %.

En cuanto al factor de conversión alimenticia (FCA), el tratamiento que obtuvo el mejor factor fue el tratamiento control X con un valor de $1,32 \pm 0,14$; seguido por la dieta Z con un factor de $1,60 \pm 0,16$; y finalmente, por la dieta Y con un factor de $2,03 \pm 0,21$. Presentando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dietas Y y Z con un nivel de confianza del 95 %.

Respecto al coeficiente de eficiencia proteica (PER), esta variable obtuvo valores de $2,99 \pm 0,32$ (X), $1,95 \pm 0,24$ (Y) y $2,56 \pm 0,36$ (Z), demostrando que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con un nivel de confianza del 95% entre los tratamientos.

El factor de condición (K) obtenido en los tratamientos fue de $1,64 \pm 0,07$ para X; $1,62 \pm 0,07$ para Y, y $1,61 \pm 0,05$ para Z; sin presentar diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) durante toda la investigación, desde el primer hasta el cuarto control biométrico, con un nivel de confianza del 95 %.

En cuanto al porcentaje de hematocrito (% Hto) o volumen globular, los tres tratamientos presentaron porcentajes que se encontraron dentro de los valores normales para la especie; $20,93 \pm 2,45$ para el tratamiento X; $20,37 \pm 1,97$ para el tratamiento Y y $20,39 \pm 2,53$ para el tratamiento Z, demostrando así que los peces se encontraron en un buen estado de salud durante toda la fase experimental.

Se concluye que la dieta Z, la cual se elaboró con harina de pescado pretratada con piña, puede sustituir a la dieta X (control) sin alterar el desarrollo de los individuos ($p > 0,05$), siendo indiferente su uso en el cultivo de gamitanas, sin embargo, esta ofrece mejores resultados que la dieta Y, a la cual se le añadió la papaya en el pretratamiento de la harina de pescado.

Con los resultados obtenidos queda demostrado que el uso de frutas, ya sea piña o papaya, es indiferente, sin embargo, se demostró que la adición de piña produce mejores resultados en el PER y una mejor conversión alimenticia que la adición de papaya.

VII. RECOMENDACIONES

- Elaborar más investigaciones con el fin de realizar contrastaciones utilizando las mismas dietas, pero empleando las enzimas de forma concentrada o sintética, provenientes del látex de la fruta.
- Realizar más pruebas de inclusión de distintas frutas que puedan mejorar el aprovechamiento de nutrientes de las principales fuentes proteicas en la elaboración de alimentos para gamitanas.
- Elaborar y testear alimentos para gamitanas en los que se realice un pretratamiento con diferentes grados de madurez de las frutas, así como la adición de estas en diferentes concentraciones o porcentajes.
- Se recomienda realizar el pretratamiento con enzimas o extracto de frutas a otra fuente principal de proteína en la alimentación de gamitanas como lo es la harina de soya, y por distintos intervalos de tiempo.
- Desarrollar trabajos empleando la misma metodología realizada en la harina de pescado, pero suministrar el alimento en estado húmedo para verificar si existen pérdidas por desnaturalización de compuestos debido a las altas temperaturas por las que se somete el alimento durante el secado.

VIII. REFERENCIAS

- Aguirre, E. y Castillo, P. (2009). Extracción y estudio comparativo de las enzimas proteolíticas del fruto Toronche (*Carica stipulata*) y la Papaya (*Carica papaya*) y su aplicación en la industria alimenticia. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7532/1/Extraccion%20y%20Estudio%20Comparativo%20de%20las%20Enzimas%20Proteol%C3%ADticas.pdf>.
- Alarcón, F. (1997). *Procesos digestivos en peces marinos: Caracterización y aplicaciones prácticas*. (Tesis doctoral). Universidad de Almería, España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=222766>.
- Alaye, N. y Morales, J. J. (2013). Parámetros hematológicos y células sanguíneas de organismos juveniles de pescado blanco (*Chirostoma estor estor*) cultivados en Pátzcuaro, Michoacán. México. *Hidrobiológica*, 23 (3), 340 - 347. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-88972013000300007&lng=es&nrm=iso.
- Alejandro, J. L. (2016). *Evaluación de tres dietas comerciales sobre el crecimiento de la Cachama blanca (Piaractus brachypomus) en medios controlados*. (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/3b2a/e72471e013628ed0a4c5c7d5f4952c76cea0.pdf?_ga=2.16265590.1554964029.1583203597-818152929.1576816600.
- Amaral, V., Brito, C., Silva, C., Vasconcelos, G., Franco, R. & Aderson, R. (2015). Relação peso-comprimento e fator de condição relativo do tambaqui, *Colossoma*

macropomum (Cuvier, 1818) em cativeiro utilizando a massa de mandioca como alimento alternativo. *Boletim Técnico Científico de CEPNOR*, 15 (1), 09 - 13. Recuperado de <https://cepnor.ufra.edu.br/index.php?journal=tjfas&page=index>.

Altendorf, S. (2018). Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf.

Alvarez, C. A. (2003). *Actividad enzimática digestiva y evaluación de dietas para el destete de larvas de la cabrilla arenera Paralabrax maculatofasciatus (Percoidei: Serranidae)*. (Tesis de doctorado). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/15177>.

Arce, E. y Luna, J. (2003). Efecto de dietas con diferente contenido proteico en las tasas de crecimiento de crías del Bagre del Balsas *Ictalurus balsanus* (Pisces: Ictaluridae) en condiciones de cautiverio. *Revista AquaTIC*, 18, 39 - 47. Recuperado de http://www.revistaaquatic.com/aquatic/pdf/18_7.pdf.

Ayarza, J. A., Rodríguez, A. & Ramírez, Y. (2011). Análisis comparativo de tres dietas comerciales del tipo extruido en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en estanques en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú. *Conocimiento Amazónico*, 5 (1), 3 - 14. Recuperado de <https://revistas.unapiquitos.edu.pe/ojs-2.4.8-5/index.php/Conocimientoamazonico/article/view/110/226>.

Barletta, A. (Ed.). (2010). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Bodmin, United Kingdom: MPG Books Group.

- Barriga, H. G. y Clavijo, D. A. (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 tigrilo (Pimelodus pictus)*. (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Colombia. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1078&context=zootecnia>.
- Brandão, L. V., Tenório, G. L., Brandão, V. M., Costa, L. C., Pereira Junior, G. P. & Roubach, R. (2015) Influência da adição de fitase em dietas para tambaqui. *Boletim do Instituto de Pesca*, 41 (4), 1025 - 1032. Recuperado de https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/41_4_1025-1032.pdf.
- Briones, R. y Cortés, M. I. (2008). Proteasas vegetales en alimentos. *Revista Latinoamericana Énfasis Alimentación*. 9, 70 - 74.
- Buchanan, J., Sarac, H. Z., Poppi, D. & Cowan, R. T. (1997). Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. *Aquaculture*, 151 (4), 29 - 35. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01478-0](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01478-0).
- Campos, L. (2015). El cultivo de la gamitana en Latinoamérica. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Recuperado de http://repositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/108/1/Campos_2015.pdf.
- Candela, J. E. (1990). *Estudio Cinético del Hidrolizado Enzimático de Merluccius gayi peruanus (Merluza) empleando Enzima Proteolítica Bromelina*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.
- Castillo, W., Revilla, H., Alegría, T. y Lao, J. (2013). Efecto del tipo de alimento sobre la actividad de enzimas intestinales en paiches juveniles (*Arapaima gigas* Cuvier, 1829) criados en jaulas. *Revista Pueblo Continente*, 24 (1), 177 - 184. Recuperado de <http://journal.upao.edu.pe/PuebloContinente/article/viewFile/40/39>.

- Chauca, Z. (2018). *Mejoramiento de la textura de carne de vacuno con el uso de la enzima proteolítica (Papaína)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Choi, W. M., Lam, C. L., Mo, W. Y. & Wong, M. H. (2016). Upgrading food wastes by means of bromelain and papain to enhance growth and immunity of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Environmental Science and Pollution Research*, 23 (8), 7186 - 7194. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4863-2>.
- Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica - CAICYT (1987). *Nutrición en Acuicultura*. Vigo, España: FEUGA.
- Costa, M. G. y Denegri, C. A. (2015). *Evaluación de la gestión de la calidad y propuesta de mejora para la línea de harina de pescado de la empresa corporación Nutrimar S.A.C.* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Cotta, M. A. (1999). Employment of Enzymes in Animal Nutrition. *Studijni Informace Zivocicna Vyrova*, 1 (39), 60 - 64.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2004). *Perspectivas a Plazo Medio de los Productos Básicos Agrícolas. Proyecciones al año 2010*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s00.htm#Contents>.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). *Sistema de información sobre alimentos y recursos fertilizantes para la acuicultura*. En: *tilapia del nilo-formulación y preparación/producción de alimentos*. Recuperado de <http://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/nile-tilapia/formulacion-y-preparacion-produccion-de-alimentos/es/>.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i9540es/i9540es.pdf>.

FEDNA. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2010). *Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. 3ª edición. Recuperado de: <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>.

Felipa, G.; Blas, W. E. y Alcántara, F. (2016). Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de Gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) criados en estanques artificiales. *Folia Amazónica*, 25 (1), 17 - 24.

FONDEPES. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (2018). Manual de Cultivo de Gamitana. Recuperado de http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_gamitana.pdf.

FONDEPES. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (2018). Manual de Cultivo de Gamitana en Ambientes Convencionales. Recuperado de <https://www.fondepes.gob.pe/src/manuales/Manual-de-Cultivo-de-Gamitana.pdf>.

García, A., Tello, S., Vargas, G. & Duponchelle, F. (2009). Patterns of commercial fish landings in the Loreto region (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35 (1), 53 - 67. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10695-008-9212-7>.

García, C. R., Sánchez, H., Flores, M. A., Mejia, J. E., Angulo, C. A., Castro, D., Estivals, G., García, A., Nolorbe, C., Vargas, G., Mariac, C., Núñez, J., Duponchelle, F. y

- Renno, J. (2018). Peces de consumo de la Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Iquitos, Perú, 218 pp.
- Gonzales, A., Mejía, F., Huanuiri, K., Sánchez, I., Vásquez, J. y Fernández-Mendez, C. (2016). Valores hematológicos y bioquímicos de juveniles de paiche *Arapaima gigas* en cultivo intensivo. *Folia Amazónica*, 25 (2), 137 - 144. DOI: <http://dx.doi.org/10.24841/FA.V25I2.397>.
- Goulding, M. & Leal, M. (1982). Life history and management of the tambaqui *Colossoma macropomum*, Characidae. An Important Amazon foods fish. *Revista Brasileira de zoología*, 1 (2), 107 - 133. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-81751982000200001>.
- Guacho, A. S. y Rivas, R. I. (2017). *Propuesta de aplicación de las enzimas de la piña y la papaya como ablandadores naturales de carne de res y cerdo en recetas innovadoras de sal*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29665/1/TESIS.pdf>.
- Guillaume, J., Kaushik, S., Bergot, P. y Métailler, R. (2004). *Nutrición y Alimentación de peces y crustáceos*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Gutiérrez, F., Quispe, M., Valenzuela, L., Contreras, G. y Zaldívar, J. (2010). Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332010000200012#:~:text=Tomando%20en%20cuenta%20el%20costo,g%2C%20garantizar%20A1n%20su%20exitoso%20crecimiento.

- Halver, J. E. & Hardy, R. W. (2002). *Fish Nutrition. An Elsevier Science Imprint*. Estados Unidos: Academic Press.
- Heinicke, R. M. & Gortner, W. A. (1957). Stem Bromelain-A New Protease Preparation from Pineapple Plants. *Economic Botany*, 11 (3), 225 - 234. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02860437>.
- Hernández, L. y Fernández, M. (2013). Fuentes de Proteína Alternativas para Dietas de Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Contribuciones Recientes en Alimentación y Nutrición Acuícola*, Universidad Autónoma de Nuevo León, México, 49 - 65.
- Hernández, M., Carvajal, C., Márquez, M. y Chávez, M. (2004). Aislamiento de enzimas proteolíticas a partir de restos de cosecha de piña. *Cultivos Tropicales*, 25 (4), 95 - 102. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911013.pdf>.
- Hrubec, T. C., Cardinale, J. L. & Smith, S. A. (2008). Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis Hybrid*). *Veterinary Clinical Pathology*, 29 (1), 7 - 12. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1939-165x.2000.tb00389.x>.
- Kanyinji, F. & Zulu, C. (2014). Effects of Partially Replacing Soybean Meal in Grower Diets with Pawpaw (*Carica papaya*) Leaf Meal on Nutrient Digestibility and Growth Performance of Japanese Quails (*Cortunix japonica*). *International Journal of Livestock Research*, 4 (5), 7 - 14. DOI: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.5455%2Fijl.r.20140729121259>.
- Kohler, C. C., Kohler, S. T., De Jesus, M. J., Alcántara, F. & Tello, S. (1998). Development of sustainable pond aquaculture practices for *Colossoma macropomum* in the Peruvian Amazon. *PD/A CRSP Eighteenth Annual Technical Report*. Recuperado de <http://pdacrsp.oregonstate.edu/pubs/technical/18tch/9NS3.pdf>.

- Latif, A., Rachmawati, D. & Hutabarat, J. (2017). The Effect Utilizations of Pineapple Extract Into Artificial Diet and Probiotics Into Media on Feed Efficiency, Growth and Survival Rate of Tambaqui Fish (*Colossoma macropomum*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6 (4), 30 - 38. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/eabb/f4ba398b4ffbd8d649f0d90f8ccb11f23af0.pdf>.
- Latimer, G. W. (Ed.) (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Washington, United States: AOAC International.
- López, I., Díaz, J. y Merino, F. (1996). La bromelina: una proteasa de interés comercial. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 1 (2), 17 - 22. DOI: <https://doi.org/10.1080/11358129609487552>.
- Maldonado, L. (2004). *Biología de la reproducción y crecimiento de Colossoma macropomum en la Amazonía boliviana*. (Tesis de maestría). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Recuperado de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/010036426.pdf.
- Martínez-Alesón, S., Korsbak, A., Brugger, R. y Pontoppidan, K. (2010). Proteasas para alimentación de las aves. *Selecciones Avícolas*. pp. 37 - 39. Recuperado de <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2010/11/5632-proteasas-para-alimentacion-de-las-aves.pdf>.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L. & Wilkinson, R. (2011). *Animal Nutrition*. Recuperado de <http://www.cabdirect.org/abstracts/19701406676.html>.
- Mejía, J. y Mendoza, N. (2017). *Determinación de los parámetros del proceso de obtención de un concentrado proteico para consumo humano a partir de harina de pescado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Perú.

- Mendez, M. (2011). *Utilización de dietas alimenticias con diferente relación energía/proteína en Colossoma macropomum (Gamitana) durante la fase juvenil - Satipo*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.
- MINAGRI. Ministerio de Agricultura y Riego (2019). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2018*. Sistema Integrado de Estadística Agraria. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=produccion-agricola>.
- Minaya, A. P. (2018). Evaluación del perfil hematológico y bioquímico en gamitana (*Colossoma macropomum*) de la Amazonía Peruana. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú. Recuperado de http://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/upch/3608/Evaluacion_MinayaIba%c3%b1ez_Ana.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- MINSA. Ministerio de Salud (2013). *Tablas peruanas de composición de alimentos*. Recuperado de http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/CENAN/Tablas_peruanas_composici%C3%B3n_alimentos_2013.pdf.
- Morillo, M., Visbal, T., Rial, L., Ovalles, F., Aguirre, P. y Medina, A. L. (2013). Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. *Interciencia*, 38 (2), 121 - 127. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33926950010>.
- Munive, L. (2015). *Producción del cultivo de Piña cv. Golden en la Selva Central Mazamari - Satipo (Junín)*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Muñoz, M. y Morón, C. (2005). Manual de Procedimientos de Laboratorio en Técnicas Básicas de Hematología. Ministerio de Salud, Perú. 40, 35 - 88. Recuperado de http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/845_MS-INS-NT40.pdf.

- Noel, W. (2003). Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú. Recuperado de <https://studylib.es/doc/7831193/formulaci%C3%B3n-y-elaboraci%C3%B3n-de-dietas-para-peces-y-crust%C3%A1ceos>.
- Núñez, T. y Maldonado, E. (2015). Análisis Clínico I: Procesos Prácticos de Laboratorio. Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6644/1/11%20ANALISIS%20CLINICO%20I.pdf>.
- Padilla, P. P., Alcántara, F. y García, J. (2000). Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de Gamitana, *Colossoma macropomum*. *Folia Amazónica*, 10 (2), 225 - 240. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v10i1-2.254>.
- Padilla, P. P., García, A. y Sandoval, M. (2005). Crecimiento compensatorio de alevinos de paiche *Arapaima gigas*, en ambientes controlados. Biología de las poblaciones de peces de la Amazonía y piscicultura. *Coloquio Internacional*, 173 - 177. Recuperado de http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1492.pdf.
- Palomino, A. (2004). Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Manual de cultivo de Gamitana. Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, Perú.
- Pascual y Cambra, M. (2016). Enzimas en la alimentación animal. Instituto de Ciencia y Tecnología Animal. Universitat Politècnica de València. *Revista Ganadería*. Recuperado de http://www.revistaganaderia.com/alimentacion/alimentacion/enzimas-en-alimentacion-animal_8750_112_10831_0_1_in.html.

- Pratap, H. & Wenderlaar, S. (2007). Calcium homeostasis in low and high calcium water acclimatized *Oreochromis mossambicus* exposed to ambient and dietary cadmium. *Journal Environmental Biology*, 28 (2), 385 - 395. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17929754>.
- PRODUCE. Ministerio de la Producción (2018). Perú: Cosecha de recursos hidrobiológicos de la actividad de acuicultura según ámbito y especie 2008 - 2017. *Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017*. Lima, Perú. pp. 205. Recuperado de http://ogeiee.produce.gob.pe/images/Anuario/Pesca_2017.pdf.
- Ramírez, J., Sandoval, N. y Vicente, K. (2018). Sistema Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura: Fundamentos y Propuesta 2017 - 2022. Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura. Perú. Recuperado de <https://www.pnipa.gob.pe/wordpress/wp-content/uploads/2019/02/PESCA-Y-ACUICULTURA-3-1.pdf>.
- Rodríguez, D. (2016). Uso de enzimas: Consideraciones prácticas y su influencia en los costos de producción del alimento en Ecuador. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/326679017>.
- Rostika, R., Sunarto, H., Sugiyanto, H. & Dewant, L. (2018). The effectiveness of crude papain enzyme supplement for tilapia's (*Oreochromis niloticus*) growth at the floating nets of Cirata Reservoir. *The 2nd International Symposium on Marine and Fisheries Research*, 139. Recuperado de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/139/1/012006/pdf>.
- Rumokoy, L., Pudjihastuti, E., Untu, I. & Toar, W. (2016). The Effects of Papain Crude Extract Addition in Diets on Broilers Production Performances. *Animal Production*, 18 (1), 30 - 35. DOI: 10.20884/1.anprod.2016.18.1.540.

- Salazar, R., Blanco, Y., Centeno, L. y Lemus, M. (2011). Variaciones en los parámetros hematológicos y en la respuesta inmune inespecífica de la cachama negra “*Colossoma macropomum*” expuesta a cadmio. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 23 (1), 28 - 35. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739445006.pdf>.
- Slamet, R., Subandiyono, S. & Arini, E. (2014). The Effect of Pineapple Extract on Dietary Protein Utility and Growth of Carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3 (4), 238 - 246.
- Soberón, L. E., Chu-Koo, F. W. y Alcántara, F. (2007). Parámetros hematológicos, crecimiento y composición corporal de juveniles de Gamitana *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados en tres densidades. *Folia Amazónica*, 16 (2), 35 - 45. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v16i1-2.286>.
- Subandiyono, S., Hastuti, S. & Nugroho, R. (2018). Feed utilization efficiency and growth of Java barb (*Puntius javanicus*) fed on dietary pineapple extract. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Bioflux*, 11 (2), 309 - 318. Recuperado de <http://www.bioflux.com.ro/docs/2018.309-318.pdf?fbclid=IwAR0HI2EV2qdBF0ZF22lZ0eabu0Gifthui0h-8kBli7j9iwFJfmxAuTT3ZaY>.
- Sudjatinah, Ch., Wibowo & Widyaningrum. (2005). The effect of papain extract on broiler performance. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 30, pp. 224 - 228.
- Tacon, A. (1989). Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de Capacitación. FAO - Italia. *Documento de campo N°4*. Recuperado de

<http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/aquaculture/a0845t/volume2/docrep/field/003/ab492s/AB492S00.htm>.

Tavares-Dias, M. & Oba, E. (2016). Projeto Tec Rede: Tecnologias para produção de Tambaqui em tanque-rede. Embrapa, Brasil. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142265/1/CPAF-AP-2016-Folder-TEC-REDE-v2.pdf>.

Torero, A. (2005). Las enzimas exógenas: Insumos básicos para la fabricación del alimento balanceado para animales. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/las-enzimas-exogenasinsumos-t525/141-p0.htm>.

Tuzen, M. (2009). Toxic and essential trace elemental contents in fish species from the Black sea, Turkey. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (8), 1785 - 1790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.04.029>.

Ulviyadipura, C., Hutabarat, J. & Pinandoyo, H. (2017). Effect of addition on pineapple fruit extracts made feed on the level of utilization feed, growth and graduation of seeds fresh water fish (*Colossoma macropomum*). *PENA Akuatika*, 16 (1). Recuperado de <https://jurnal.unikal.ac.id/index.php/akuatika/article/view/521/476?fbclid=IwAR0vZZv6OQhVFzSC2YIKyopksjiLuE9J6zzSYnx6OFuQEamNJHZ7SRs6wX0>.

Vásquez, W. (2004). Principios de Nutrición Aplicada al Cultivo de Peces. Universidad de Los Llanos, Colombia.

Wahli, T. (2002). Approaches to investigate environmental impacts on fish health. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 22 (2), 126 - 132. Recuperado de http://eafp.org/download/2002-Volume22/Issue%202/22_126.pdf.

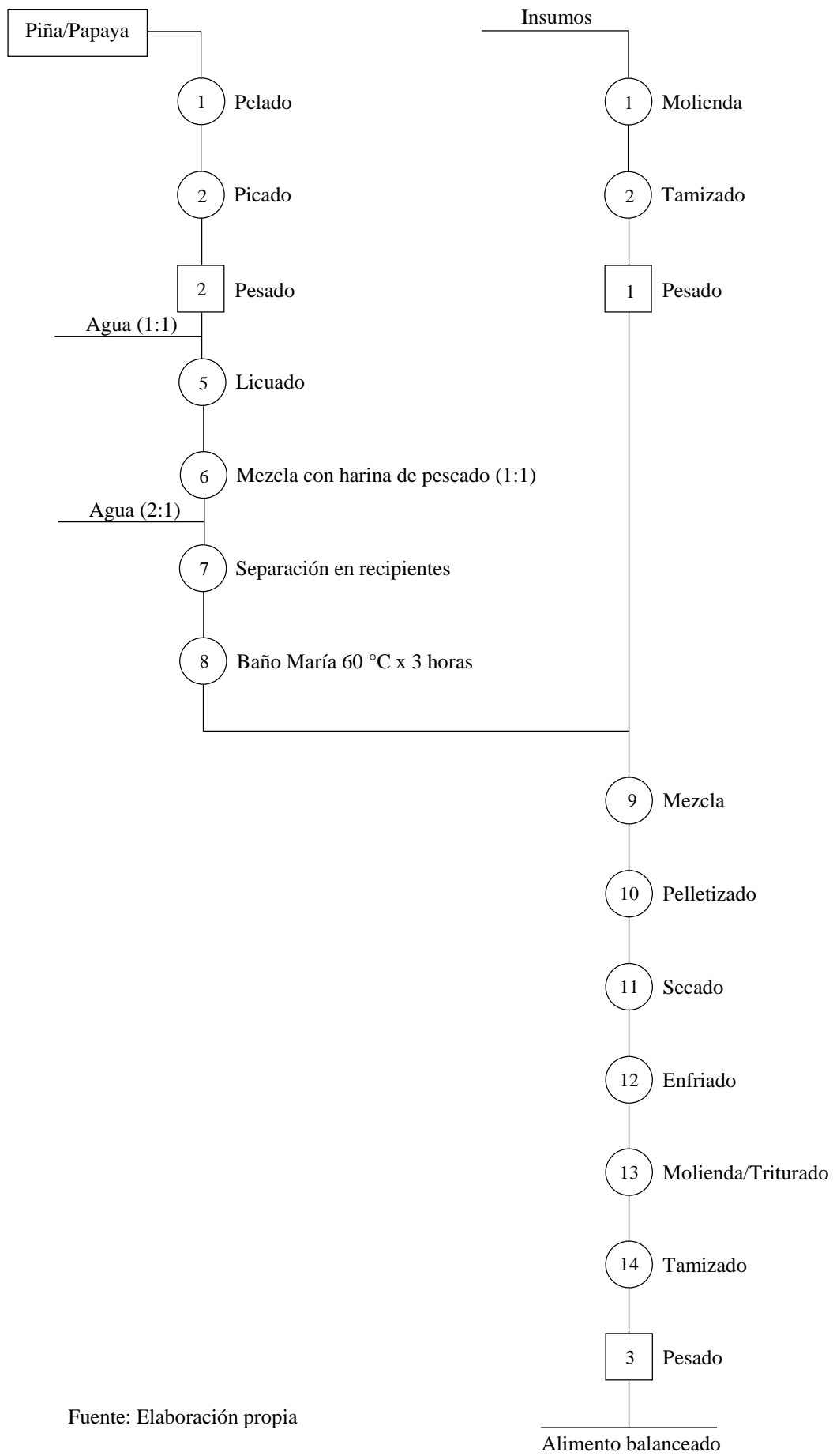
- Wenk, C. (1992). Enzymes in the nutrition of monogastric farm animals. Proceedings of Alltech's eighth annual symposium. *Biotechnology in the feed industry*, pp. 205 - 218. Alltech Technical Publications. Nicholasville, Kentucky. USA.
- Wong, M., Tang, L. & Kwok, F. (1996). The use of enzyme-digested soybean residue for feeding common carp. *Biomedical and Environmental Sciences*, 9, 418 - 423. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/The-use-of-enzyme-digested-soybean-residue-for-Wong-Tang/d94117f73186cc60b3b9bbfb69e965f6e67a87ef>.
- Yuangsoi, B., Klahan, R., Charoenwattanasak, S. & Lin, S. (2018). Effects of supplementation of pineapple waste extract in diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) on growth, feed utilization, and nitrogen excretion. *Journal of Applied Aquaculture*. 30 (3), 227 - 237. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454438.2018.1439794>.

IX. ANEXOS

9.1. Recepción y aclimatación de Gamitanas *Colossoma macropomum* en laboratorio



9.2. Diagrama del proceso de elaboración de dietas experimentales



Fuente: Elaboración propia

9.3. Elaboración de dietas experimentales





9.4. Pretratamientos de las dietas experimentales Y y Z con papaya y piña respectivamente



9.5. Resultados del análisis proximal de la dieta X



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-01754-2019-01

INFORME DE ANÁLISIS (CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS)

SERV-14742-2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
Dirección : SECTOR 2, GRUPO 23, MZ M LOTE 02; VILLA EL SALVADOR
- LIMA / LIMA

II. DATOS DEL PRODUCTO

Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES "X" (PELLETS)
Marca (*) : NO INDICA
Envase : TAPER DE PLASTICO TRANSPARENTE

III. DATOS DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 250 g
Análisis SAT : 01 UNIDAD x 250 g
Dirimencia SAT : SIN DIRIMENCIA
Identificación : ALIMENTO "X"
Fecha de producción (*) : NO INDICA
Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
N° de Lote (*) : NO INDICA
Productor (*) : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
Fecha de recepción de la muestra : 2019-12-12 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición : PRODUCTO EN PELLETS / TEMPERATURA AMBIENTE
(*) Declarado por el Solicitante

V. MÉTODOS DE ENSAYO

Grasa : AOAC 920,39, 21 st Ed. (2019) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
Proteína : AOAC 984,13 21 st. Ed. (2019) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

VI. RESULTADOS

: Según Informe de Ensayo N° DT-07060-01-2019

5.1. RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

| ANÁLISIS | RESULTADOS |
|--------------|------------|
| Grasa (%) | 6,68 |
| Proteína (%) | 28,65 |

Lima, 17 de Diciembre de 2019
PT/.

ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
JEFE DE DIVISIÓN DE INSPECCIONES (e)

C.I.P. N° 35392



DOCUMENTO EMITIDO EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. 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.

9.6. Resultados del análisis proximal de la dieta Y



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-01754-2019-02

INFORME DE ANÁLISIS (CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS)

SERV-14742-2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
Dirección : SECTOR 2, GRUPO 23, MZ M LOTE 02; VILLA EL SALVADOR
- LIMA / LIMA

II. DATOS DEL PRODUCTO

Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES "Y" (PELLETS)
Marca (*) : NO INDICA
Envase : TAPERS DE PLASTICO TRANSPARENTE

III. DATOS DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 250 g
Análisis SAT : 01 UNIDAD x 250 g
Dirimencia SAT : SIN DIRIMENCIA
Identificación : ALIMENTO "Y"
Fecha de producción (*) : NO INDICA
Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
N° de Lote (*) : NO INDICA
Productor (*) : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
Fecha de recepción de la muestra : 2019-12-12 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
Estado / Condición : PRODUCTO EN PELLETS / TEMPERATURA AMBIENTE
(* Declarado por el Solicitante)

V. MÉTODOS DE ENSAYO

Grasa : AOAC 920.39, 21 st Ed. (2019) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
Proteína : AOAC 984.13 21 st. Ed. (2019) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

VI. RESULTADOS

: Según Informe de Ensayo N° DT-07060-02-2019

5.1. RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

| ANÁLISIS | RESULTADOS |
|--------------|------------|
| Grasa (%) | 6,58 |
| Proteína (%) | 27,99 |

Lima, 17 de Diciembre de 2019
PT/.


ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
JEFE DE 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 REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO. NO ES VALIDO SI ES FOTOCOPIA.

9.7. Resultados del análisis proximal de la dieta Z



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.
 JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
 E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

N° DI-01754-2019-03

**INFORME DE ANÁLISIS
(CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS)**

SERV-14742-2019

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
 Dirección : SECTOR 2, GRUPO 23, MZ M LOTE 02; VILLA EL SALVADOR - LIMA / LIMA

II. DATOS DEL PRODUCTO

Producto (*) : ALIMENTO BALANCEADO PARA PECES "Z" (PELLETS)
 Marca (*) : NO INDICA
 Envase : TAPERS DE PLASTICO TRANSPARENTE

III. DATOS DE LA MUESTRA

Tamaño de la muestra : 01 UNIDAD x 250 g
 Análisis SAT : 01 UNIDAD x 250 g
 Dirimencia SAT : SIN DIRIMENCIA
 Identificación : ALIMENTO "Z"
 Fecha de producción (*) : NO INDICA
 Fecha de vencimiento (*) : NO INDICA
 N° de Lote (*) : NO INDICA
 Productor (*) : ALVARADO SANCHEZ CESAR AUGUSTO
 Fecha de recepción de la muestra : 2019-12-12 (MUESTRA PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE)
 Estado / Condición : PRODUCTO EN PELLETS / TEMPERATURA AMBIENTE
 (*) Declarado por el Solicitante

V. MÉTODOS DE ENSAYO


Grasa : AOAC 920.39, 21 st Ed. (2019) (Validado). Fat (crude) or Ether Extract in Animal Feed.
 Proteína : AOAC 984.13 21 st. Ed. (2019) Protein (crude) in animal feed and pet food. Cooper Catalyst Kjeldahl Method

VI. RESULTADOS : Según Informe de Ensayo N° DT-07060-03-2019

5.1. RESULTADOS DE ENSAYOS FISICO QUÍMICOS

| ANÁLISIS | | RESULTADOS |
|----------|----------|------------|
| Grasa | (g/100g) | 6,52 |
| Proteína | (g/100g) | 27,33 |

Lima, 17 de Diciembre de 2019
 PT/.

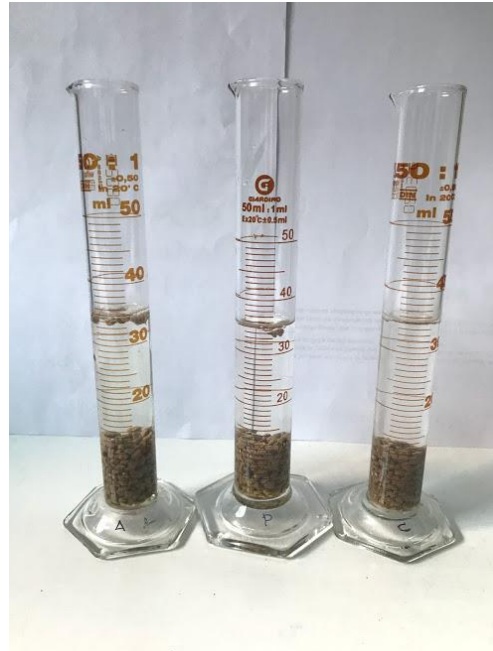
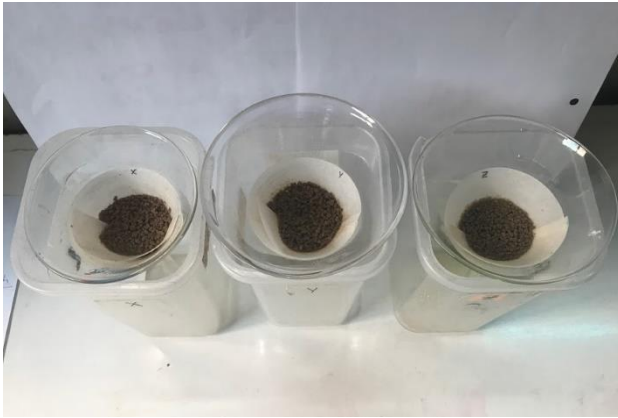



ING. SAÚL HUAMÁN CAMACHO
 JEFE DE DIVISIÓN DE INSPECCIONES (e)
 C.I.P. N° 35392

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 ESTÁ FOTOCOPIA.

- Pág. 1 de 1 -

9.8. Análisis físico de las dietas experimentales



9.9. Análisis proximal de las dietas experimentales



9.10. Análisis fisicoquímico del agua



9.11. Control biométrico de los peces





9.12. Determinación del Volumen Globular o Hematocrito

