

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA**



**INFLUENCIA DE UNA DIETA CON TRES NIVELES DE PROTEÍNA  
VEGETAL EN LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN JUVENILES DE  
*Piaractus brachypomus* “PACO” CULTIVADOS EN ESTANQUES  
SEMI-NATURALES**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

BACH. RITA NATIVIDAD CASTILLO GIL

YARINACOCHA – PERÚ

2020

## DEDICATORIA

En primer lugar, a **DIOS**, por ser el ser quien me regalo la vida y estar conmigo en cada paso que doy, ser mi fortaleza, quien ilumina y guía mi vida.

A mis **PADRES**, Balbina Gil Villacorta y Armando Castillo Arévalo por darme el apoyo incondicional y el amor más puro, así mismo a mis hermanos Martin, Mery y Héctor quienes siempre me apoyan para el logro de mis propósitos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia por la formación académica y profesional.

Al Blgo. Pesq. Ricardo Oliva Paredes, por el conocimiento compartido, consejos, amistad y aporte brindados en la ejecución de la tesis.

A mi jurado de tesis, Blgo. Paul Francis Martín Muro Lozada, Ing. Nadia Masaya Panduro Tenazoa e Ing. Juan Luis Pérez Marín, por su valiosa dirección y supervisión de la presente tesis.

A Erick David Huapaya Dávila por el gran apoyo brindado durante todo el proceso de ejecución del proyecto de la tesis, por compartir su experiencia en el campo de la acuicultura.

# ÍNDICE

	Pág.
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Antecedentes de las investigaciones.....	12
2.2. Clasificación científica .....	14
2.3. Características morfológicas .....	14
2.4. Etapa de desarrollo .....	15
2.5. Hábito alimenticio .....	15
2.6. Características del cultivo.....	15
2.7. Requerimiento nutricional.....	16
2.7.1. Proteína y Aminoácidos.....	16
2.7.2. Energía.....	16
2.7.3. Lípidos.....	17
2.7.4. Carbohidratos.....	17
2.7.5. Vitaminas y minerales.....	17
2.8 Dietas alternativas para el <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" .....	18
2.8.1. Torta de soya .....	18
2.8.2. Maíz molido .....	18
2.8.3. Harina de trigo.....	18
2.8.4. Gluten de maíz.....	19
<b>III. MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. Ubicación y descripción del área de estudio .....	20

3.2. Acondicionamiento de los estanques .....	20
3.3. Formulación y elaboración de la dieta .....	21
3.4. Obtención de los insumos y elaboración del alimento .....	21
3.5. Transporte de peces y siembra para adaptación .....	22
3.6. Siembra en los estanques de cultivo .....	22
3.7. Alimentación.....	23
3.9. Recolección de datos .....	23
3.10. Parámetros físicos-químicos. ....	24
3.11. Índices productivos.....	24
3.12. Procesamiento de los datos .....	25
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Índices productivos.....	26
4.1.1. Crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto .....	26
4.1.2. Crecimiento relativo y tasa de crecimiento relativo.....	27
4.1.3. Crecimiento específico .....	28
4.1.4. Factor de conversión alimenticia .....	28
4.1.5. Factor de condición (k) .....	29
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>33</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>34</b>
<b>IX. ANEXOS .....</b>	<b>41</b>
<b>X. ICONOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE CUADRO

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro. 1.</b> Porcentaje de alimento diario a suministrar de acuerdo al peso del pez (Tasa de alimentación).....	23
<b>Cuadro. 2.</b> Promedio del crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto en peso y longitud en juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" en 90 días de cultivo.....	26
<b>Cuadro. 3.</b> Promedio del crecimiento relativo y tasa de crecimiento relativo en peso y longitud en juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" en 90 días de cultivo.....	27
<b>Cuadro. 4.</b> Promedio del crecimiento específico en peso y longitud en el cultivo de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" en 90 días de cultivo. ....	28
<b>Cuadro. 5.</b> Promedio del factor de conversión alimenticia en el cultivo de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" durante 90 días de cultivo, utilizando una dieta con diferentes niveles de proteína vegetal. ....	29
<b>Cuadro. 6.</b> Promedio del factor de condición en el cultivo de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" durante 90 días de cultivo. ....	29
<b>Cuadro. 7.</b> Promedio del porcentaje de sobrevivencia en el cultivo de juveniles de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" durante 90 días de cultivo. ....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo. 1 Análisis proximal de los principales insumos alimenticios, en base seca (%). 41	
Anexo. 2 Dieta balanceada a base de proteína vegetal, con diferentes porcentajes de proteína (25%, 30% y 35%) y el tratamiento testigo.....	42
Anexo. 3 Ficha de producción de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco" por tratamientos y repeticiones. ....	43
Anexo. 4 Análisis de varianzas por evaluaciones en crecimiento en Peso (g) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	51
Anexo. 5 Análisis de varianzas por evaluaciones en crecimiento en Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	51
Anexo. 6 Análisis de varianzas del Crecimiento Absoluto en Peso (g) y Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	51
Anexo. 7 Análisis de varianzas del Tasa de Crecimiento Absoluto en Peso (g) y Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco".....	52
Anexo. 8 Análisis de varianzas del Crecimiento Relativo en Peso (g) y Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	52
Anexo. 9 Análisis de varianzas de Tasa de Crecimiento Relativo en Peso (g) y Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco".....	53
Anexo. 10 Análisis de varianzas de Crecimiento Especifico en Peso (g) y Longitud (cm) de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	53
Anexo. 11 Análisis de varianzas del Índice de Conversión Alimenticia de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco".....	53
Anexo. 12 Análisis de varianzas del Factor de Condición de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco". ....	54
Anexo. 13 Análisis de varianzas de Supervivencia de <i>Piaractus brachypomus</i> "Paco".	54
Anexo. 14 Valores máximos y mínimos de los parámetros físicos - químicos del agua.	54
Anexo. 15 Operacionalizacion de variables. ....	54

## RESUMEN

Para determinar la influencia de una dieta con tres niveles de proteína vegetal (T1: 25%; T2: 30%; T3: 35%) y un tratamiento testigo (TT: 30%) de proteína animal sobre los índices productivos de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" cultivados en estanques semi naturales; se requirieron 420 peces cuyos pesos y longitudes promedios por tratamiento, respectivamente fueron TT: 53,9 g y 12,83 cm ; T1: 35,80 g y 11, 03 cm; T2: 47,07 y 12,20; T3: 44,07 g y 12,20 cm; distribuidos a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup>; los alimentos se ofrecieron 2 veces al día y las mediciones de peso y longitud se realizaron cada 15 días para determinar los índices productivos: crecimiento absoluto, tasa de crecimiento absoluto, crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, crecimiento específico, sobrevivencia (%), factor de conversión alimenticia y factor de condición; los datos fueron analizados en un diseño completo al azar en una prueba ANOVA, no encontrando diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre tratamientos. Se concluye que, las proteínas vegetales o animales incorporadas en la dieta alimenticia de los juveniles en estudio, no influyeron sobre los índices productivos, comportándose de manera similar.

**Palabras clave:** alimentación, insumos, ración, crecimiento, dieta.



## ABSTRACT

To determine the influence of a diet with three levels of vegetable protein (T1: 25%; T2: 30%; T3: 35%) and a witness treatment (TT: 30%) of animal protein on the productive indices of juveniles of *Piaractus brachypomus* "**Paco**" grown in semi-natural ponds; 420 fish were required whose average weights and lengths per treatment, respectively, were TT: 53.9 g and 12.83 cm; T1: 35.80 g and 11.03 cm; T2: 47.07 and 12.20; T3: 44.07 g and 12.20 cm; distributed at a density of 1 fish per m<sup>2</sup>; food was offered 2 times day and weight and length measurements were made every 15 days to determine production rates: absolute growth, absolute growth rate, relative growth, relative growth rate, specific growth, survival (%), feed conversion factor and condition factor; the data were analyzed in a complete randomized design in an ANOVA test, finding no significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between treatments. It is concluded that the vegetable or animal proteins incorporated into the dietary diet of the juveniles under study did not influence the productive indices, behaving similarly.

**Keyword:** food, supplies, ration, growth, diet.

## I. INTRODUCCIÓN

La proteína animal constituye, el nutriente más importante en una dieta para peces, pero a su vez, representa el ingrediente más costoso en la formulación, además la proteína de ser un factor principal que afecta el crecimiento y desarrollo de los peces, también es determinante desde el punto de vista económico, vale la pena subrayar que la proteína representa un costo importante del alimento, siendo este el componente más costoso en las raciones de alimentos concentrados (Puerta 2016). Hoy en día ya se utilizan muchas materias primas de origen vegetal para sustituir los productos de pescado y serán todavía más importantes como sustitutos en el futuro, las ventajas de estas materias primas de origen vegetal son su disponibilidad y la estabilidad de su calidad (Sanz 2009).

Para reducir el costo de producción es importante sustituir la harina de pescado por fuentes alternativas de proteína de costo menor (Oliveira-Cavalheiro *et al*, 2007; Toledo, 2007), por lo tanto consideramos importante formular una dieta utilizando como fuente de proteínas insumos de origen vegetal afín de disminuir los costos de producción y brindar una alternativa a los piscicultores amazónicos llevándonos a plantear el siguiente problema de investigación ¿Cuál es la influencia de una dieta con tres niveles de proteína vegetal en los índices productivos de juveniles de *Piaractus brachypomus* “Paco” cultivados en estanques semi-naturales?

*Piaractus brachypomus* “Paco”, en su ambiente natural se alimenta de semillas, frutas y forrajes, catalogándose como una especie omnívora, teniendo un gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, hábitos alimenticios omnívoros y rápido crecimiento, pero esta se cultiva utilizando raciones con harina de pescado como fuente de proteína, Sin embargo, a este ingrediente tan importante que es la harina de pescado se le puede disminuir en su uso incluso sustituir con diferentes insumos de origen vegetal de gran potencial proteico. (Murillo *et al*, 2003). La alimentación con inclusiones de dietas alternativas en la producción piscícola del *Piaractus brachypomus* es una práctica experimental rutinaria, por los hábitos alimenticios omnívoros de esta especie que muestra capacidad para poder ingerir variedad de alimentos, lo cual se considera de gran potencial para las investigaciones en este rubro. Y la búsqueda de minimizar costos en la producción piscícola conlleva a la utilización de inclusiones de forrajes, frutos, semillas, subproductos y otros alimentos alternativos propios de la región, en las dietas diarias de los peces, aprovechando sus bondades nutricionales (Chirinos 2015).

Por tal motivo, considerando el alto costo del insumo proteico de origen animal, y lo manifestado por Sanz (2009), Oliveira-Cavalheiro *et al*, (2007); Toledo (2007) y Murillo *et al* (2003), el trabajo de investigación busca establecer una dieta alterna utilizando como fuentes de proteínas, insumos proteicos de origen vegetal como la torta de soya y gluten de maíz, y otros insumos no proteicos harina de trigo y maíz en la alimentación para juveniles de *Piaractus brachypomus*.

Entonces, considerando la importancia de buscar insumos alternativos para disminuir el costo de las raciones y de ese modo contribuir al desarrollo de la piscicultura, en el presente trabajo de investigación, se planteó como objetivo, evaluar la influencia de una dieta con tres niveles de proteína vegetal en los índices productivos de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" cultivados en estanques semi-naturales, y la hipótesis de investigación mencionando que los juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" alimentados con una dieta con tres niveles de proteína vegetal (25%, 30%, 35%) tendrán similares índices productivos con los alimentados con la dieta testigo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes de las investigaciones

Bru *et al.* (2017), evaluó el desempeño productivo de cachama blanca y tilapia nilótica cultivadas bajo el sistema BFT (biofloc), alimentadas con dietas de origen vegetal. Además de conocer el perfil bromatológico de los flóculos generados por el sistema. Se cultivaron 80 peces/m<sup>3</sup> en proporción 1:1 (cachama: tilapia), con tres niveles de proteína bruta (PB): 16% (T16), 24% (T24) y 32% (T32), en tanques de 1000 litros, con aireación permanente durante 120 días. Se estimaron parámetros de crecimiento, rendimiento, calidad de agua, costos de producción y análisis proximal de los flóculos. El oxígeno disuelto se mantuvo con saturación por encima de 100% y los compuestos nitrogenados no presentaron diferencias entre los tratamientos. Los pesos finales de la cachama fueron entre dos y cuatro veces los obtenidos por la tilapia. El mejor rendimiento del biocultivo obtuvo con 24% de proteína, el cual también registro el menor FCA. El desempeño productivo y los costos de producción le permitió sugerir la viabilidad que ofrece el sistema biofloc para la producción de carne de pescado con alimento de 24% PB de origen vegetal.

Alzate (2017), determino el efecto de la fuente de proteína en el alimento sobre los parámetros zootécnicos y la calidad del filete de cachama blanca *Piaractus brachypomus* cultivados en sistema de biofloc. En el estudio utilizaron fuentes proteicas alternativas para elaborar tres dietas isoproteicas del 24% de proteína cruda (PC) así: T1: Torta de soya; T2= Torta de soya + Harina de pescado; T3= Torta de soya + Harina de espirulina. Las unidades experimentales fueron tanques de 500 L con aireación permanente, temperatura constante y con 42 peces en cada tanque. El experimento tuvo una duración de 84 días. El cual determinaron los siguientes parámetros productivos: supervivencia (S), factor de conversión alimenticia (FCA), biomasa, ganancia diaria de peso, tasa específica de crecimiento (TEC, %/día) y factor de condición (K). Obteniendo como resultados en la biomasa y FCA sin diferencia estadística entre tratamientos para ningún parámetro de desempeño zootécnico. La supervivencia fue del 100% en todos los casos. El cual concluyo que la fuente de proteína utilizada en las dietas para cachama blanca no afectó negativamente en los parámetros productivos en su cultivo en biofloc siendo viable el uso de materias primas vegetales como la torta de soya y otras fuentes alternativas.

Colquehuanca (2015), evaluó el efecto de crecimiento con dietas alimentarias en ganancia de peso, longitud y conversión alimenticia, en los diferentes niveles en la alimentación del paco (*Piaractus brachypomus*) y determino los diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) en estanques naturales. El cual utilizo un estanque de 400 m<sup>2</sup>, dividido en 4 parcelas experimentales de 100m<sup>2</sup>, utilizando 1pez por metro<sup>2</sup>. Los peces fueron alimentados durante 5 meses, para el análisis estadístico del primer objetivo utilizó el análisis de varianza que presentan los valores que se encuentran entre 10% al 30 % de inclusión de sachá inchi en la formulación de alimento balanceado, finalmente obtuvo un mejor resultado con un 20% de inclusión de torta de sachá inchi.

Chirinos (2015), evaluó el efecto de dietas extruídas en base a torta de castaña (*Bertholletia excelsa*) y fruto de macambo (*Theobroma bicolor*), mediante el estudio de los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*), y el indice hepatosomático, utilizó tres dietas con diferentes niveles de inclusión de Torta de Castaña (T1 =25%, T2=30% y T3=35%) e igual nivel de inclusión de Macambo "pulpa+semilla" (T1=20%, T2=20% y T3=20%) frente a una dieta comercial de testigo (TT=Purigamitana 25). Para el experimento, se emplearon cuatro corrales de 60 m<sup>2</sup>, dentro de un estanque de tierra de 960 m<sup>2</sup>, distribuyéndose 60 peces por cada corral a una densidad de 1 pez/m<sup>2</sup>, alimentados dos veces al día durante un periodo de 100 días. Al final del estudio se registró diferencias significativas, en el crecimiento en longitud y peso de los juveniles evaluados, lo que indica que la inclusión de torta de castaña y macambo en las dietas formuladas hizo efecto significativo en el crecimiento de los peces. La torta de castaña y el macambo (pulpa+semilla) mostraron ser buenos insumos alternativos en dietas balanceadas extruídas para alimentar a juveniles de paco, porque generó desempeño productivo positivo en el crecimiento de esta especie.

Uzcategui *et al.* (2014), evaluó el efecto de dietas isocalóricas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido Cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio. En este sentido, se formularon dietas con similar contenido energético (2,7 kcal ED/g) al 20; 22; 24 y 26% de proteína cruda (PC). El incremento de proteína en la dieta, favoreció significativamente (P<0,05) las variables asociadas al crecimiento, supervivencia e indicadores relacionados con el aprovechamiento del alimento. El uso de niveles dietarios de proteína superiores al 26% garantiza un óptimo crecimiento en alevines híbrido Cachamay.

Morillo *et al.* (2013), el objetivo de este trabajo fue ensayar la eficiencia de dos dietas alternativas utilizando como fuente proteica *Erythrina edulis* (chachafruto) y *Glycine max* (soya), como sustituto de la harina de pescado en la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* (cachama negra). Las dietas se formularon con un porcentaje teórico de proteína bruta (PB) de 30%. Se seleccionaron alevines de cachama negra con un peso inicial entre 1,88 y 2,08g. La alimentación se hizo *ad libitum*, durante 10 semanas, de acuerdo a los resultados obtenidos, destacando que no se observaron diferencias significativas en cuanto al crecimiento de los peces con las diferentes dietas, se puede afirmar que una sustitución total de la harina de pescado por harina de chachafruto y harina de soya conduciría a buenos resultados para la alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* (cachama negra).

Bautista *et al.* (2005), el objetivo fue evaluar el desarrollo de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma x Piaractus*) alimentados con raciones compuestas por dos tipos de pulpa de café ecológicas ensilada: un tipo sin melaza y otro al cual se le añadió 5% de melaza. Se evaluó en tres niveles de inclusión; 10, 15 y 18%, junto con un tratamiento control (0%). Los resultados muestran que no hubo diferencias entre los dos tipos de pulpa utilizados, lo que indica que no es necesario añadir melaza al ensilado de pulpa de café. De todos los parámetros evaluados se concluye, que la pulpa de café ecológica ensilada puede ser empleada hasta niveles de 18% en la alimentación de alevines del híbrido cachamay ya que muestra mejor tasa de crecimiento y conversión alimenticia.

## 2.2. Clasificación científica

<b>Reino</b>	: <i>Animalia</i>
<b>Filo</b>	: <i>Chordata</i>
<b>Clase</b>	: <i>Actinopterygii</i>
<b>Orden</b>	: <i>Characiformes</i>
<b>Familia</b>	: <i>Characidae</i>
<b>Subfamilia:</b>	<i>Serrasalminae</i>
<b>Género</b>	: <i>Piaractus</i>
<b>Especie</b>	: <i>P. brachypomus</i> (Estupiñan <i>et al.</i> 2014)

## 2.3. Características morfológicas

*Piaractus brachypomus* tiene cuerpo alto y comprimido, aleta adiposa sin radios en los adultos. Con 79-89 escamas en la línea lateral. Cuerpo de color gris

plateado en el dorso y los lados, el abdomen es blanquecino con manchas anaranjadas de una tonalidad leve. Los juveniles tienen una coloración más clara con tonalidad de rojo intenso en la parte anterior del abdomen y aleta caudal (IIRBAVH 2012). Tiene boca pequeña, con dientes chatos en ambas mandíbulas y grandes molares para machacar la fruta y semillas. Tiene ojos grandes y aletas pectorales pequeñas. Los maxilares superior e inferior tienen diente molariformes mas afilados. Dicha especie puede alcanzar hasta 85 cm. de longitud total y pesar alrededor de 20 kilos en el estado adulto (Estupiñan *et al.* 2014).

#### **2.4. Etapa de desarrollo**

La etapa larvaria en peces comienza con la eclosión de los huevos y dura varias semanas o meses, durante los cuales las larvas en desarrollo crecen a un ritmo muy elevado. De hecho, las larvas de peces constituyen los organismos que manifiestan un crecimiento más rápido entre los vertebrados (Sanz 2009).

Además, esta fase se caracteriza por una permanente transformación de los órganos y estructuras anatómicas, especialmente las relacionadas con la obtención y procesamiento del alimento. Sólo cuando todos estos caracteres adquieren su desarrollo y funcionalidad definitivos se puede considerar que se ha alcanzado la etapa de juvenil, es decir que el alevín está completamente formado. En el juvenil las características externas y la funcionalidad de los órganos principales se asemejan a las del adulto exceptuando la función reproductiva (Sanz 2009).

#### **2.5. Hábito alimenticio**

*Piaractus brachipomus* es un pez de alimentación omnívora, principalmente planctofaga en sus primeros estadios de vida, Frugívora en sus estadios posteriores y se adapta muy bien al consumo de alimento concentrado comercial. También es considerada la especie nativa de mayor potencial productivo y comercial, por ser una especie de gran rusticidad, rápido crecimiento, logrando altas tasas de conversión alimenticia (Alejandro 2016).

#### **2.6. Características del cultivo**

Se cultivan en estanques de tierra empleando en la etapa inicial fertilización orgánica o inorgánica; se utilizan densidades entre 1 peces/m<sup>2</sup> para obtener 540 g.

en 6 meses. La conversión alimenticia es de 1.4 a 1.7:1. La mortalidad normal en el cultivo es entre 5% y 10% (Merino *et al.* 2013).

## **2.7. Requerimiento nutricional**

La especie de paco, así como todos los peces y animales terrestres, requiere para su óptimo crecimiento y bienestar dietas nutricionalmente balanceadas, las cuales deben contener cerca de 40 nutrientes esenciales, incluyendo proteína y aminoácidos específicos, lípidos y ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, minerales, agua y energía (Landines *et al.* 2011).

### **2.7.1. Proteína y Aminoácidos**

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de alto peso molecular, que realizan un papel estructural y de alto peso molecular y funcional en plantas y animales. Es de los nutrientes el más importante en el crecimiento de los peces y en base al peso seco los peces, conforma la mayor parte de su cuerpo, sus funciones son: Reparación, mantenimiento y formación de los tejidos, hormonas, enzimas, anticuerpos, antígenos y otras sustancias importantes para el funcionamiento del cuerpo, Actúan como fuente de energía (aportan 5.5 Kcal – gramo) y sirven como sustrato para la formación de lípidos y carbohidratos (Tapanes 2011).

### **2.7.2. Energía**

La energía no es un nutriente propiamente dicho, pero es una propiedad de los nutrientes que es liberada durante el metabolismo de lípidos, proteínas y carbohidratos (azúcares). Un correcto balance de energía es importante cuando se formulan dietas para peces, debido a que una cantidad elevada puede resultar en una disminución en el consumo de alimento y en un incremento en la deposición de grasa. Sin embargo, aunque la reducción en el contenido energético de la dieta puede disminuir el exceso de grasa, la ganancia de peso podría reducirse. El requerimiento de energía en peces ha sido reportado en términos de energía bruta (EB), energía digestible (ED) y de la relación de las anteriores con la proteína de la dieta. Basados en la información disponible para pacú, un nivel de energía digestible de 3,2 a 3,6 kcal/g para niveles de proteína de la dieta de 23 a 26% es adecuado para el engorde. En la formulación de dietas comerciales generalmente



se maneja el concepto de relación energía: proteína, fijando un valor de energía correspondiente a la proteína de la dieta (Landines *et al.* 2011).

### **2.7.3. Lípidos**

Los lípidos, encontrados tanto en tejidos animales como vegetales, pueden utilizarse como fuente de energía, permitiendo que las proteínas, nutrientes con mayor valor nutricional, se destinen de forma exclusiva para el crecimiento. Desde el punto de vista de la elaboración del alimento, los lípidos actúan como lubricantes, ayudan en el paso del alimento, reducen el polvo de los mismos y juegan un importante papel en la textura suave del alimento. Además, pueden ser empleados como ligantes y sirven de constituyentes dietéticos esenciales para la elaboración de dietas estables en el agua. (Ng *et al.* 2004)

### **2.7.4. Carbohidratos**

Los carbohidratos no son considerados nutrientes esenciales, sin embargo su presencia en las dietas para peces es estratégica, puesto que sirven de aglutinantes y son usadas como fuente de energía para salvar la proteína cuando no hay energía suficiente en la dieta y esto puede mejorar el uso de la misma para el crecimiento de los peces. De otro lado, se ha demostrado que su ausencia en la dieta reduce significativamente la ganancia de peso diario a consecuencia directa de una hipotrofia muscular; es decir la reducción del tamaño celular hasta un 50% (Chirinos 2015).

### **2.7.5. Vitaminas y minerales**

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplementadas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta (Palomino, 2004).

Las vitaminas y minerales desempeñan un papel importante en la formación de tejido óseo y sanguíneo, en el crecimiento muscular y en diferentes procesos fisiológicos y metabólicos esenciales para un adecuado crecimiento, salud y reproducción (Toledo, 2005).

## **2.8 Dietas alternativas para el *Piaractus brachypomus* “Paco”**

La alimentación con inclusiones de dietas alternativas en la producción piscícola de *Piaractus brachypomus* es una práctica experimental rutinaria, por los hábitos alimenticios omnívoros de esta especie que muestra capacidad para poder ingerir variedad de alimentos, lo cual se considera de gran potencial para las investigaciones en este rubro, la búsqueda de minimizar costos en la producción piscícola conlleva a la utilización de inclusiones de forrajes, frutos, semillas, subproductos y otros alimentos alternativos propios de la región, en las dietas diarias de los peces, aprovechando sus bondades nutricionales (Chirinos 2015)

### **2.8.1. Torta de soya**

Este insumo también es un subproducto que se obtiene por la extracción del aceite del grano de soya. La torta de soya es un excelente suplemento proteico, es rico en proteína que puede variar de 43 – 46% en base fresca. Su contenido de energía es de 1.60 y 1.12 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente (Hidalgo 2013).

### **2.8.2. Maíz molido**

El maíz es un insumo energético con bajo contenido de fibra y proteínas disponible en la región Amazonas, y contiene un promedio de (8,9%) de proteína, pero alta concentración de energía, por lo cual se han obtenido buenos resultados usando el maíz como alimento suplementario en la dieta de los peces, además de darle un buen sabor y olor al alimento preparado. Otra importante característica del maíz es que al cocinarse produce una gomosidad que ayuda en la estabilidad del pellet digestibilidad (Núñez, 2008).

### **2.8.3. Harina de trigo**

Es el producto finamente triturado, que resulta de la molienda del grano de trigo *Triticum durum* ya sea maduro, sano o seco e industrialmente limpio. Tenemos dos tipos de harinas que provienen de los trigos blandos (el uso que se les da es en los procesos de producción de sémolas y pastas) o trigos duros enfocados a la producción de harinas destinadas a la panificación (Consuelo y Ruiz 2019).

#### **2.8.4. Gluten de maíz**

El gluten de maíz (GM) es un subproducto del proceso de molienda húmeda del maíz que queda después de la extracción del almidón. Además de su alto contenido proteico (41-60%) la harina de GM es baja en fibra, cenizas y no tiene factores antinutricionales. Aunque deficiente en lisina, es una valiosa fuente metionina utilizadas para complementar otras fuentes proteicas (Hidalgo 2013).

### III. MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la empresa Nursery Agroforestal Santa Elena S.R.L. Ubicada en la carretera Federico Basadre a la altura del Km 14.200, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali.



**Imagen 01.** Ubicación del área de estudio, **fuentes:** (Google maps 2015)

En la imagen 01, se observa el área donde se desarrolló el estudio y tiene las siguientes coordenadas UTM E: 538557 N: 9069845, a una altitud de 154 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 31.6°C y precipitación de 2019.6mm.

#### 3.2. Acondicionamiento de los estanques.

Se acondicionaron 12 estanques semi naturales de 35 m<sup>2</sup> de espejo de agua para el cultivo de los peces, siendo de las dimensiones de 7 m de largo por 5 m de ancho y de 1,5 de profundidad, el acondicionamiento consistió en el mantenimiento de los bordes y cima del estanque realizando las labores de corte de malezas y limpieza de todo objeto que no será parte del estudio y esta labor se realizó cada 30 días, luego con una malla anchovetera sin nudo de nylon de 20 m de largo y 4 m de ancho con flotadores de corcho y hundidores de plomo, se rodeó el estanque (iconografía 1), y se verificó que no existiera presencia de otros peces que hicieran competencia a los del estudio.

Luego de estas acciones se realizó el abonamiento de los estanques con gallinaza siendo lo recomendado por FONDEPES 2004 800 kg/ha donde se realizó el cálculo teniendo como resultado para cada estanque de 35 m<sup>2</sup> la cantidad de 2.8 kilos de gallinaza aplicándose al voleo (Ver iconografía 2). Luego de abonar los estanques se dejaron reposar por un lapso de 5 días, para la siembra de los peces.

### **3.3. Formulación y elaboración de la dieta**

Se elaboró una dieta balanceada con insumos vegetales (Maíz amarillo molido, Torta de soya, Harina de trigo y Gluten de maíz), con diferentes porcentajes de proteína (T1:25%, T2:30% y T3:35%) y los cuales fueron comparados con un tratamiento testigo de 30% de proteína con la inclusión de insumos de origen animal la harina de pescado a un 8%.

Para la formulación de las dietas con diferentes niveles de proteína, se utilizó los siguientes insumos: Maíz molido, Torta de soya, Harina de trigo y Gluten de maíz, fosfato, sal, pre mezcla vitaminas, minerales, cloruro de colina, vitamina C, BHT, aceite de palma, harina de pescado, metionina, treonina, triptófano, los aportes nutricionales de algunos insumos se pueden observar en el Anexo 1. Para la formulación de las dietas, se utilizó el programa MIXIT – 2 versión 2.3 (programa formulador de raciones que almacena la información de los ingredientes alimenticios de los animales y calcula mezclas al mínimo costo para todas las especies de interés zootécnico). En el Anexo 2, se presentan las dietas con diferentes niveles de proteínas formuladas y la cantidad de insumos que se utilizaron para cada tratamiento.

### **3.4. Obtención de los insumos y elaboración del alimento**

#### **a. Origen de los insumos**

Los insumos fueron adquiridos de la distribuidora El granjero, que brinda servicios de venta de alimentos balanceados e insumos que nos certificaron la calidad y procedencia de los insumos.

#### **b. Preparación del alimento**

Se procedió a realizar la mezcla de todos los insumos para cada dieta independientemente con sus respectivos niveles de proteína; la mezcladora AISI 304 utilizada fue de tipo cilíndrico de 500 kilos de capacidad donde permanecieron los insumos por 5 minutos.

Después de las mezclas, las dietas pasaron a la extrusadora de marca MN-50 de rendimiento de 150 kg por hora, donde la mezcla se realizó con humedad, la temperatura de acondicionamiento fue de 60 °C, una vez logrado esto pasó a un barril de extrusión a una temperatura 180 °C, las cuales se logran por medio de calor y presión mecánica (50 kg/cm<sup>2</sup>) durante 60 segundos para luego pasar a un tornillo ahusado siendo obligada a pasar a través de una matriz plana (dado) hacia el final para que salga hacia una faja de 5 m de largo donde se recibe el pellets. Los pellets de tamaño de 4 mm de diámetro se trasladaron a una secadora de aire caliente por tres horas a temperatura de 36 °C hasta obtener pellets con humedad del 12 %.

Secado los pellets, se procedió a poner el alimento en costales plastificados rotulando cada costal por cada tratamiento, luego fueron trasladados al lugar del experimento donde se almacenó en un lugar ventilado para evitar alteraciones y que se llene de hongos el alimento.

### **3.5. Transporte de peces y siembra para adaptación**

Los peces fueron adquiridos del Instituto de la Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP); para el transporte de los juveniles de paco a los estanques de la empresa, se utilizaron bolsas plásticas acondicionadas para asegurar que los peces no se maltraten y tengan un gran porcentaje de sobrevivencia, se llenó con 10 litros de agua y se colocaron los peces, agregando oxígeno las  $\frac{3}{4}$  partes, la bolsa se amarraron y fueron selladas con una liga quedando lista para el transporte (iconografía 3) hasta las instalaciones de la empresa.

Llegados a las instalaciones de la empresa donde se realizó el cultivo, se sembraron en un estanque 800 m<sup>2</sup> para una pre cría (iconografía 4) que fue de una duración de 20 días, donde los peces se liberan del estrés causado por el transporte y se curan de alguna lesión que se les pudo causar en ese lapso de tiempo también se los alimento a los peces a saciedad con la finalidad de uniformizar el peso y longitud, considerando que los peces adquiridos fueron de diferentes tamaños.

### **3.6. Siembra en los estanques de cultivo**

Después de los 20 días de adaptación se seleccionó a los peces midiendo la longitud y peso similares para su trasladó a los estanques de 35 m<sup>2</sup> para iniciar el experimento. Antes de iniciar la siembra se midió la longitud (cm) y pesos (g) de todos los peces. La siembra fue a una densidad de 1 pez por m<sup>2</sup> según IIAP (2000)

y Merino *et al.* (2013), teniendo en cada estanque 35 peces; haciendo un total de 420 peces en estudio.

### 3.7. Alimentación

La frecuencia de alimentación de *Piaractus brachypomus*, se llevó a cabo en dos entregas diarias (iconografía 5), por la mañana entre las 07:00 y las 08:00 horas y por la tarde entre las 16:00 y las 17:00 horas por un periodo de 3 meses que duró el estudio, la distribución del alimento se realizó en un solo lugar y en forma manual; lanzando al voleo el alimento sobre la superficie de los estanques. La ración se modificó después de cada muestreo de crecimiento, según el peso promedio alcanzado por los juveniles de *Piaractus brachypomus* se aplicó una tasa de alimentación (cuadro 1), se inició con una tasa de alimentación de 5% por que los pesos iniciales de siembra estaban en un rango de 35 g a 53 g y se culminó en la última quincena del estudio con una tasa de 3% donde los pesos estaban en un rango de 124 g hasta 162 g.

**Cuadro. 1.** Porcentaje de alimento diario a suministrar de acuerdo al peso del pez (Tasa de alimentación).

Fase	Peso promedio (g)	Tasa de alimentación (%)
Alevinaje	0.5 – 5	15
	5 – 50	10
Crecimiento	50 – 100	5
	100 – 200	3
Engorde	200 – 500	1.8 – 2
	500 – 1000	1 – 1.5

Fuente: Fondepes (2004)

### 3.9. Recolección de datos

Los muestreos biométricos se realizaron cada 15 días a los 4 tratamientos (T1, T2, T3 y TT) y sus 3 repeticiones (iconografía 6), con el fin de determinar el incremento de la longitud total (cm) e incremento del peso (g), y calcular la ración de alimento a suministrar. Para realizar la evaluación se suspendió la alimentación a los peces un día antes del muestreo para asegurar la evacuación gástrica donde se evaluó 18 peces. Para la captura de los peces se utilizó una red anchovetera operada por 3 personas, luego se colocó en baldes de plástico con agua, prosiguiendo a registrar

longitud (cm) utilizando un ictiómetro de 50 cm y peso (g) con una balanza HENKEL digital (capacidad de 300 g y sensibilidad de 0.01) todos los datos obtenidos fueron registrados en unas fichas de producción (Anexo 3).

Posteriormente los ejemplares evaluados recibieron un baño profiláctico en una solución de violeta de genciana y oxytetraciclina (5 ml/250 litro de agua) por lapso de tiempo de 5 minutos aproximadamente, como medida preventiva de patógenos por el manipuleo, al término del mismo se devolvieron los peces a sus respectivos estanques.

### 3.10. Parámetros físicos-químicos.

El monitoreo de los parámetros físicos y químicos del agua de los estanques se realizaron a través de mediciones quincenales (Anexo 14). Los parámetros que se evaluaron fueron los siguientes:

#### Parámetro Físico.

**Temperatura (°C):** Se determinó mediante PH-metro portátil HI-8424+MV/°C HANNA

**Transparencia (Cm):** Se realizó la medición utilizando un disco de Secchi de 60cm.

#### Parámetros Químicos.

**Oxígeno disuelto (mg/L):** Se determinó con el Medidor Oxímetro Ecosence DO200A.

**pH:** Se determinó mediante PH-metro portátil HI-8424+MV/°C HANNA

### 3.11. Índices productivos

Se evaluó los siguientes índices productivos descritos para conocer el crecimiento en longitud y peso de los peces y el aprovechamiento del alimento proporcionado (Bautista *et al.* 2005).

Se evaluaron los siguientes índices:

- **Crecimiento Absoluto (g):**  $(Y_2 - Y_1)$
- **Tasa de crecimiento absoluto (g/d):**  $(Y_2 - Y_1) / T$
- **Crecimiento relativo (%):**  $((Y_2 - Y_1) / Y_1) * 100$
- **Tasa de crecimiento relativo (%):**  $((Y_2 - Y_1) / Y_1 * T) * 100$
- **Tasa de crecimiento específico (TCE % /día):**  $((\ln Y_2 - \ln Y_1) / T) * 100$

**Donde:**



Y1= Peso Inicial.

Y2= Peso Final.

T1= Tiempo del cultivo (Días)

ln= logaritmo natural

- **Sobrevivencia (%):**  $\frac{\text{Número de peces cosechados} \times 100}{\text{Número de peces sembrados}}$
- **Factor de Conversión Alimenticia: F.C.A =**  $\frac{\text{Cantidad de alimento suministrado}}{\text{Biomasa ganada}}$
- **Factor de Condición (K):**  $K = \frac{P}{L^3} \times 100$

**Donde:**

P = Peso Total

L<sup>3</sup> = Longitud total al cubo

### 3.12. Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos de los muestreos biométricos en longitud (cm) y peso (g), fueron procesados en hojas de cálculo de Microsoft office Excel 2012, luego se usó el programa estadístico SPSS donde fueron evaluados estadísticamente, no encontrando diferencias significativas en el ANOVA, además se aplicó la prueba de comparación de promedios (Prueba de Tukey) a un nivel de 95% de probabilidad.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Índices productivos

#### 4.1.1. Crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto

El cuadro 2 muestra los promedios del crecimiento absoluto y de la tasa de crecimiento absoluto en peso y longitud en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" en 90 días de cultivo, utilizando dietas que contienen proteína animal y diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 2.** Promedio del crecimiento y tasa de crecimiento absoluto en peso y longitud de *Piaractus brachypomus* "Paco" en 90 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	Crecimiento absoluto en Peso (g)	Tasa de Crecimiento absoluto en Peso (g/día)	Crecimiento absoluto en Longitud (cm)	Tasa de Crecimiento absoluto en Longitud (cm/día)
<b>T7</b>	30 %proteína animal	101,40 a	1,127 a	5,1 a	0,057 a
<b>T1</b>	25 %proteína vegetal	88,67 a	0,985 a	5,6 a	0,063 a
<b>T2</b>	30 %proteína vegetal	114,97 a	1,277 a	6,0 a	0,063 a
<b>T3</b>	35 %proteína vegetal	95,87 a	1,065 a	5,2 a	0,057 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al crecimiento absoluto y tasa de crecimiento absoluto en peso y longitud (Ver anexo 6 y 7) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, pero las dietas con 30% de proteína de origen vegetal y animal mostraron mayores crecimientos en peso y mayor tasa de crecimiento absoluto, autores como Vásquez *et al.* (2011), Bicudo *et al.* (2010), Fernández *et al.* (2000), Gutiérrez *et al.* (1996) y encontraron mejores crecimiento a un rango de 26 a 31% de proteínas en las dietas, estando dentro de los rangos propuestos por los autores en los tratamientos con 30% de proteína (vegetal y animal), mientras que Vásquez-Torres *et al.* (2011) menciona que el suministro de dietas con niveles superiores a 31,6% no mejoraban la ganancia de peso y el uso de dietas con porcentaje de proteína muy alto no da buenos resultados en el crecimiento de los peces y, además, tienen la desventaja de costos muy elevados y contaminación del agua por el exceso de residuos nitrogenados, en el experimento realizado se encontró

que con el 35% de proteína vegetal no se obtuvo mayor crecimiento en juveniles de *Piaractus brachypomus*.

#### 4.1.2. Crecimiento relativo y tasa de crecimiento relativo

En el cuadro 3, se muestra los promedios del crecimiento relativo y tasa de crecimiento relativo en peso y longitud de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" durante 90 días de cultivo, utilizando dietas que contienen proteína animal y diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 3.** Promedio del crecimiento y tasa de crecimiento relativo en peso y longitud de *Piaractus brachypomus* "Paco" en 90 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	Crecimiento relativo en Peso (%)	Tasa de crecimiento relativo en Peso (%/día)	Crecimiento relativo en Longitud (%)	Tasa de crecimiento relativo en Longitud (%/día)
<b>TT</b>	30 %proteína animal	187,894 a	2,088 a	40,000 a	0,444 a
<b>T1</b>	25 %proteína vegetal	247,672 a	2,752 a	51,057 a	0,567 a
<b>T2</b>	30 %proteína vegetal	244,263 a	2,714 a	49,180 a	0,546 a
<b>T3</b>	35 %proteína vegetal	217,549 a	2,417 a	42,350 a	0,417 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

Crecimiento relativo, tasa de crecimiento relativo, (ver anexo 8 y 9) no presenta diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), sin embargo se observa que estas variables de crecimiento relativo y tasa de crecimiento relativo tienen un comportamiento ascendente siendo mayor T1 25% de proteína vegetal, este mayor porcentaje de crecimiento se obtuvo debido que al momento de la siembra los peces más pequeños de peso promedio de 35.80 g y longitud promedio de 11,03 cm siendo más alto su porcentaje de crecimiento con respecto a los otros tratamientos mas no superándolos en los otros índices de crecimiento, esto se debió según Austreng y Refstie (1979) el crecimiento es afectada por la edad y talla de los peces así como por el tipo de alimento proporcionado, cantidad y la calidad de las proteínas.

### 4.1.3. Crecimiento específico

En el cuadro 4, se muestra los promedios del crecimiento específico en peso y longitud en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" en 90 días de cultivo, utilizando dietas que contienen proteína animal y diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 4.** Promedio del crecimiento específico en peso y longitud en el cultivo de *Piaractus brachypomus* "Paco" en 90 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	Crecimiento específico en Peso (%)	Crecimiento específico en Longitud (%)
<i>T</i> <i>T</i>	30 %proteína animal	1,175 a	0,374 a
<i>T</i> <i>1</i>	25 %proteína vegetal	1,385 a	0,458 a
<i>T</i> <i>2</i>	30 %proteína vegetal	1,374 a	0,444 a
<i>T</i> <i>3</i>	35 %proteína vegetal	1,284 a	0,392 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al crecimiento específico en peso como en longitud (anexo 10) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, según Jauncey (1982) menciona que la evaluación de la tasa de crecimiento específico (TCE) es importante ya que es afectada por el tipo de alimento proporcionado a los organismos, además es un indicador bastante sensible de la calidad proteica de las dietas. Asimismo, Ewos (2015) Indica que TCE disminuye conforme crece el pez lo que se ve claramente en una gráfica de crecimiento (peso vs tiempo) ya que la pendiente de la curva va disminuyendo, esto se observó en el experimento con el tratamiento 1 siendo el peso y longitud menor a los demás obtuvieron los peces mayor ganancia de porcentaje de crecimiento, pero no supero a los demás índices.

### 4.1.4. Factor de conversión alimenticia

En el cuadro 5, se muestra los promedios del factor de conversión alimenticia en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" durante 90 días de cultivo, utilizando dietas que contienen proteína animal y diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 5.** Promedio del factor de conversión alimenticia en el cultivo de *Piaractus brachypomus* "Paco" durante 90 días de cultivo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>FCA</b>
<b>TT</b>	30 %proteína animal	2,1 a
<b>T1</b>	25 %proteína vegetal	2,2 a
<b>T2</b>	30 %proteína vegetal	2,1 a
<b>T3</b>	35 %proteína vegetal	2,1 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al Factor de conversión alimenticia (anexo 11) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, el factor de conversión alimenticia, FCA es un parámetro productivo importante, tomando en cuenta que mientras menor sea este valor, mejor es el aprovechamiento del alimento por parte del pez. Uzcategui (2014) en el estudio realizado en diferentes niveles de proteína (30%, 25%, 30% y 35%), no se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) y se obtuvieron FCA de TT (2.1), T1 (2.2), T2 (2.1) y T3 (2.1), siendo mayor el FCA con el T1 al 25% de proteína vegetal mientras el TT al 30% de proteína animal, T2 al 30% y T3 al 35% de proteína vegetal se obtuvieron valores similares al TT. Autores como Poleo *et al.* (2011), Vásquez-Torrez *et al.* (2011), utilizando dietas con 28% de proteína obtuvieron FCA de 1.2 a 1.6 siendo estos menores a los encontrados en el estudio; mientras que Gardini (2015) con 20, 22 y 24% de proteína obtuvo FCA de 2.96 a 2.84 en sus dietas utilizadas siendo mayores al estudio.

#### 4.1.5. Factor de condición (k)

En el cuadro 6, muestra los promedios del factor de condición en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" durante 90 días de cultivo, utilizando una dieta con diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 6.** Promedio del factor de condición en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachypomus* "Paco" durante 90 días de cultivo.

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>K</b>
<b>TT</b>	30 %proteína animal	2,65 a
<b>T1</b>	25 %proteína vegetal	2,62 a
<b>T2</b>	30 %proteína vegetal	2,68 a
<b>T3</b>	35 %proteína vegetal	2,67 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

Los valores correspondientes al factor de condición de cada tratamiento (TT, T1, T2 Y T3) se muestran en el Cuadro 6, donde se obtuvieron valores de 2.6 reflejando que la textura y estado nutritivo de los peces del presente estudio fueron óptimos en todos los tratamientos con diferentes niveles de proteína y su análisis de variancia Anexo 12 no muestra diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Autores como Casanova y Chu-Koo (2008), utilizando dietas con 35% de proteína bruta en juveniles de gamitana reporto valores de 1.7, similar que Chirinos (2015) utilizando dietas con porcentaje de proteína de 27%, 25%, 26% y 27% en sus tratamiento, tuvieron buen factor de condición que está en los rangos de 1.7 a 1.9, mientras que Bru *et al* (2017) encontró factor de condición cerca de 2 y Chaverra *et al* (2016) encontró factores de condición cerca de 5, el factor de condición refleja el estado fisiológico de los peces y del buen uso del alimento proporcionado, según Anene (2005). Basándose en el supuesto de que peces con mayor peso a una determinada longitud se encuentran en una mejor condición fisiológica y (García 2003), Existen variaciones entre especies e incluso dentro de una misma especie puede variar ampliamente por factores como la temperatura, calidad y cantidad de alimento y estado reproductivo.

#### 4.1.6. Supervivencia

En el cuadro 7, se muestra los promedios del porcentaje de supervivencia en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachipomus* "Paco" durante 90 días de cultivo, utilizando una dieta con diferentes niveles de proteína vegetal.

**Cuadro. 7.** Promedio del porcentaje de supervivencia en el cultivo de juveniles de *Piaractus brachipomus* "Paco" durante 90 días de cultivo.

Tratamientos	Descripción	SOBREVIVENCIA
<b>TT</b>	30 %proteína animal	97,14 a
<b>T1</b>	25 %proteína vegetal	95,24 a
<b>T2</b>	30 %proteína vegetal	100,00 a
<b>T3</b>	35 %proteína vegetal	95,24 a

Literales iguales en la misma columna indican que no existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis estadístico correspondiente al porcentaje de supervivencia (anexo 13) muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, el porcentaje de supervivencia en el estudio de los tratamientos fue de TT (97.14%), T1 (95.24%), T2 (100%) y T3 (95.24%) donde no se encontró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). Por otro lado, valores semejante reporto Mercado, J. (2008), Chirinos, N. (2015) y Gardini,

K. (2015) que tuvieron una sobrevivencia al 100% y Chaverra, *et al.* (2017) que obtuvo una supervivencia de 92%, Reyes, A. (1998), menciona que es aceptable una supervivencia no menor de 80%, de lo contrario nos indicaría un deficiente manejo de la especie, la sobrevivencia obtenida en el experimento es por las óptimas condiciones, el bienestar y la adaptación del Paco al sistema del cultivo.

## V. CONCLUSIONES

Se determinó que en el cultivo de *Piaractus brachypomus* "Paco" en estanques semi naturales utilizando una dieta con tres niveles de proteína vegetal (T1:25%, T2:30% T3:35% y tratamiento testigo: 30% con la inclusión de insumo de origen animal la harina de pescado a un 8% no presentaron diferencias significativas en sus índices productivos (CA, TCA, CR, TCR, CE, S%, FCA y K) pero se obtuvo mejor crecimiento con 30 % de proteína animal y vegetal.



## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar más trabajos de investigación relacionado en la alimentación con la proteína vegetal en las diferentes etapas de *Piaractus brachypomus* "Paco" con insumos no convencionales y así mejorar los índices productivos en estanques seminaturales.

Se recomienda que las evaluaciones en estanque seminaturales se realicen en un periodo de treinta días, para evitar el estrés que se ocasionado al pez al momento de las evaluaciones biométricas.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alejandro, J. 2016. Evaluación de tres dietas comerciales sobre el crecimiento de la Cachama Blanca (*Piaractus Brachypomus*) en medios controlados. Tesis Titulo de Biólogo. Guayaquil, Ecuador. Universidad de Guayaquil. 38pg.

Alzate, H. 2017. Efecto de la fuente proteica del alimento sobre la calidad de la carne de la cachama blanca *Piaractus brachypomus* en un sistema de tecnología biofloc. Tesis Titulo de Magister en Ciencias Agrarias. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 110pg.

Austreng, E. Refstic, T. 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of raimbow trout. *Aquaculture* 18:145-156p.

Anene, A. 2005. Condition Factor of Four Cichlid Species of a Man-made Lake in Imo State, Southeastern Nigeria. *Turk. J. Fish. Aquat. Sci.* 5: 43-47

Bautista, E.; Useche, M.; Pérez, M. Linares, F. 1999. Utilización de la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de cachamay (*Colossoma x Piaractus*). En Ramírez, J. (Ed) Pulpa de Café Ensilada. Producción, Caracterización y Utilización en la Alimentación Animal. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. 109-135 pp.

Bautista, E; Pernia, J; Barrueta, D; Useche, M. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del Híbrido Cachamay (*Colossoma macropomun x Piaractus brachypomus*). *Revista Científica, FCV-LUZ.* XV (1):33-40.

Bicudo, A; Sado, R; Cyrino, J. 2010. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. *Aquaculture Research.* 16, 213 – 222.

Briones, K. 2018. Digestibilidad de ingredientes y determinación del requerimiento de proteína para el paco (*Piaractus brachypomus*). Tesis Mg. Sc. Nutrición. Perú UNALM. 91 p.

Brú, S. Pertuz, V. Ayazo J. Atencio V. Pardo, S. 2017. Biocultivo en Biofloc de Cachama Blanca *Piaractus brachypomus* y Tilapia Nilotica *Oreochromis niloticus* alimentados con dietas de origen vegetal.

Casanova, R. y Chu-Koo, F. 2008. Evaluación del polvillo de malta de cebada, *hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazónica, 17(1-2): 15-22.

Colquehuanca, E. 2015. Efecto de diferentes niveles de dietas alimentarias en base a torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en la alimentación de Paco (*Piaractus brachypomus*) en la región Madre de Dios. Tesis Lic. Biología. Puno – Perú. UNA. 68pg.

Consuelo R. y Ruiz A., 2019, “Análisis de la industria de harina de trigo en el Perú - “caso práctico – molicentro S. S.”. Facultad de ciencias económicas y administrativas, Lima – Perú

Chaverra, S. García, J. Pardo, S. 2017. Efecto del biofloc sobre los parámetros de crecimiento de juveniles de cachama blanca *Piaractus brachypomus*.

Chirinos, N. 2015. Efecto de dietas extruidas en base a Torta de Castaña (*Bertholletia excelsa*) y fruto de Macambo (*Theobroma bicolor*), sobre los índices de crecimiento y zootécnicos en el cultivo de Pacos Juveniles (*Piaractus brachypomus*), Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Madre de Dios –Perú. UNAMAD. 108pg.

Estupiñan, P; Silva, L. 2014. Condiciones técnicas y resultados de adaptación en la crianza experimental de los peces Paco (*Piaractus brachypomus*) y Gamitana (*Colossoma macropomum*) en el centro acuícola don cuñado, distrito de Santa María, provincia de Huaura, departamento de Lima. Tesis Ing. Pesq. Huacho – Perú. JFSC. 99pg.

Ewos. Manejo Práctico del alimento, Agua dulce, Para el cultivo de salmón y Trucha. Chile; 2015. 61 p.

Fernández, K; Carneiro, D; Sakomura, K. 2000. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para alevinos de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Rev. Brasil Zootenologia 2000; 29:646-653.

Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. 2004. Manual de Cultivo de Gamitana. Lima – Perú. 1° Edición Exclusiva. 103p.

García, B. 2003. Variación del índice de condición en función del tipo de tanque de estabulación en el dentón (*Dentex dentex*). IX Congreso Nacional de Acuicultura. España.

Gardini, K. 2015. Uso de harina de castaña, *Bertholletia excelsa* (Lecytidaceae), en dietas para alevines de Paco *Piaractus brachypomus* (Pisces, Serrasalimidae) criados en corrales. Tesis Biólogo Acuicultor. Iquitos-Perú. 83p.

Gómez, F. 2002. Transportation of tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*) in Amazon: World Aquaculture, 33: 51-53.

Google Earth Pro. 2015. [Mapa de Perú, Ucayali en Google Earth Pro]

Hilton, J. (1983). Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diet formulations. Aquaculture 32: 277-283.

Hidalgo, V. 2013. Formulación de alimentos balanceados para el engorde de ganado vacuno. Guía técnica. Zepita – Puno. 30 pg.

Instituto de Investigación de Recurso Biológicos Alexander Von Humboldt. 2012. Serie Recursos Hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia/ VI. Catálogo de la Biodiversidad Acuática exótica y trasplantada en Colombia\_ Moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves. 5-335pg.

Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: Una propuesta productiva para la Amazonia Peruana. Iquitos- Perú. 82p.

Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. 2006. Cultivando peces amazónicos. San Martin – Perú. 201p.

Jauncey K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, 27:43-54.

Landines, M, Rodríguez L. Rodríguez D. 2011. Estrategias de alimentación para Cachama y Yamu a partir de prácticas de restricción alimenticia. Bogotá – Colombia. Produmedios. 47pg.

Lauzanne, L. y Loubens, G. 1985. Peces del río Mamoré. Orstom-Cordebeni-UTB: 1985.

Loubens, G. y Panfili, J. (1997). Biologie de *Colossoma macropomum* (teleostei: serrasalmidae) dans le bassin du mamoré (amazonie bolivienne). En: *Ichthyological Exploration of Freshwaters*. Vol. 8, p. 1–22.

Lucas, C.M. 2008. Within flood season variation in fruit consumption and seed dispersal by two characin fishes of the Amazon. *Bitropica*, v.40, p.581-589.

Mercado, J. 2008. Efecto de dietas practicas a partir del uso de castaña (*Bertholletia excelsa*), Pijuayo (*Bactris gasipaes*), y mucuna (*Mucuna pruriens*),

en la alimentación de pacos juveniles (*Piaractus brachypomus*). Tesis Ingeniero Agroindustrial. Puerto Maldonado-Perú. 128p.

Merino, M. Salazar, G. Gómez, D. (2006). Guía práctica de piscicultura en Colombia "Una valiosa herramienta para el usuario". Bogotá. 80pg.

Merino, M. Bonilla, S. Bages, F. 2013. Diagnóstico del estado de la Acuicultura en Colombia. Bogotá – Colombia. RM Gráficos. 160p.

Morillo, M. Visbal, T. Rial, L. Ovalles, F. Aguirre, P. Medina A. 2013. Alimentación de alevinos de *Colossoma macropomun* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. Revista INTERCIENCIA. 38. (2):121-127.

Murillo, P.; Lozano S.; Ortiz G. 2003. Evaluación de dos dietas con proteína de origen vegetal en alimentación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) en fase de levante, utilizando ingredientes de la región del ariari. Elaborado por el instituto de acuicultura de la universidad de los llanos, Villavicencio – meta.

Ng, W.K., Chong C.Y. (2004) An overview of lipid nutrition with emphasis on alternative lipid sources in tilapia feeds. Proceedings of the Sixth International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 241-248.

Nunez, M.; 2008. "Experimento con especies amazónicas comerciales" tercer convenio nacional de oportunidades de negocio en la acuicultura. Convenio IRD/IIAP. Lima, Perú.

Oldepesca, (2010) Estimates of heritability and genotype – environment interactions for body weight in sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) raised under communal rearing conditions. *Aquaculture* 2006; 254: 139-147.

Oliveira-Cavalheiro, J. M., E. Oliveira de Souza, and P. S. Bora. 2007. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. *Bioresource Technol.* 98:602-606.

Poleo, G., Vicente, J., Mendoza, L., Romero, O. 2011 Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. En: Pesquisa agropecuaria brasileira. Vol. 46, No. 4; p. 429–437.

Palomino A. “Programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas”. Manual de cultivo de Gamitana. FONDEPES. 2004.

Pereyra. G. 2013. Piscicultura. Guia Técnica, Agrobanco. Iñapari-Tahuamanu-Madre de Dios, Peru.

Puerta, L. 2016. Coeficientes de digestibilidad aparente de materias primas alternativas en cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y sus efectos sobre el desarrollo morfométrico de las vellosidades intestinales. Tesis magister en Ciencias Agrarias.

Toledo, 2005, Taller seminario de acuicultura Continental – Especies de agua templado cálida. Ministerio de la Industria pesquera – Cuba 2005

Toledo, J. P. 2007. Procedimientos operacionales de trabajo para los aspectos nutricionales del cultivo de la tilapia. Ministerio de la Industria Pesquera. Cuba. 9 p

Tapanes L., 2011, Alimentación de los peces, msc. leopoldo tapanes msc. leopoldo tapanes ueb flora y fauna nacari ueb flora y fauna nacari disponible en: [http://www.elacuarista.com/cuba/noticias/otras/006-conferencia\\_acuarismo\\_20110219.pdf](http://www.elacuarista.com/cuba/noticias/otras/006-conferencia_acuarismo_20110219.pdf)

Reyes, A. W. (1998). Cultivo de peces amazónicos. Revista Peruana de Limnología y Acuicultura Continental. Año IV. N° 01. Publicación especial APLAC N° 4. Trujillo - Perú. 62p.

Rosales. J; Tang. T. 1996. Composición Química Y Digestibilidad De Insumos Alimenticios De La Zona De Ucayali. Folia amazónica Vol. 8(2)-13-27.

Uzcategui, J. Mendes, X. Isea, F. Parra, R. 2014. Evaluación de dietas con diferentes contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevinos del hibrido Cachamay (*Colossoma macropomun* x *Piaractus brachypomus*) en condiciones de cautiverio. Revista Científica, FCV-LUZ XXIV (5): 458 – 465.

Vásquez, W. (2005). “A pirapitinga, reprodução e cultivo” Espécies Nativas para piscicultura no Brasil. Bernardo Baldisserotto, Levy de Carvalho Gomes (eds.). Santa María, RS, Brasil: Editoraufsm; 203-223 p.

Vásquez, W., Pereira, M; Arias, J. 2011. Optimum dietary crude protein requirement for juvenile cachama *Piaractus brachypomus*. Ciencia Rural, Santa María 41(12) 2183-2189.

Vásquez, W. Yossa, M. Gutiérrez M. 2013 Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. Pesq. agropec. bras., Brasilia, Vol.48 (8) 920-927.

Wang, Z.; Heshka, S.; Wang, J.; Heymsfield, S. (2006). Total body protein mass: validation of total body potassium prediction model in children and adolescents. J Nutr. 136:1032-1036.

Sanz, F. 2009. Nutrición y alimentación en piscicultura. Madrid, España. Discipt Preimpresion, S.L. 804p.



## IX. ANEXOS

**Anexo. 1** Análisis proximal de los principales insumos alimenticios, en base seca (%)

<b>Insumo</b>	<b>Materia Seca</b>	<b>Proteína cruda</b>	<b>Grasa cruda</b>	<b>Fibra cruda</b>	<b>Ceniza</b>
Harina maíz	88,40	10,02	6,69	3,07	1,43
Harina coronta de maíz	84,70	2,64	1,62	30,00	1,41
Polvillo de arroz	86,70	11,81	7,57	7,45	5,03
Nielen de arroz	86,70	11,86	4,13	3,55	2,56
Harina yuca	88,10	3,18	0,98	1,54	2,22
Hna. Cascara de yuca	87,70	5,11	0,87	19,31	9,51
Hna. Yuca con cascara	87,90	2,59	0,71	2,05	2,24
Afrecho yuca	87,20	2,72	0,15	6,12	3,58
Hna. Hoja de yuca	87,50	25,75	6,92	10,95	6,05
Hna. plátano	90,10	3,04	0,71	0,36	1,93
Hna. Cascara de plátano	88,70	5,93	4,51	10,63	12,07
Hna. Plátano con cascara	87,80	3,95	1,44	2,03	3,09
Hna. De hoja de plátano	87,20	12,70	10,28	24,38	12,60
Harina de sangre	86,20	80,47	0,33	1,62	2,78
Hna. Pescado boquichico	87,90	55,56	16,72	1,51	17,90
Hna. Cascara de cacao	88,90	10,56	9,61	24,23	11,88
Orujo cervecería	87,40	16,42	6,70	9,39	3,83
Harina hoja de cetico	87,80	16,18	2,00	19,09	8,51
Harina hoja de amasisa	88,10	19,36	4,56	22,63	6,88
Hna. Kudzu	87,40	15,99	1,92	13,74	5,40
Hna. <i>C. pubescens</i>	88,70	17,47	2,02	32,22	4,76
Harina Stylo	87,90	14,60	0,99	30,22	4,98
Harina desmodio	89,10	12,08	1,01	33,92	4,26

**Anexo. 2** Dieta balanceada a base de proteína vegetal, con diferentes porcentajes de proteína (25%, 30% y 35%) y el tratamiento testigo.

<b>Dietas para Juveniles de Paco (<i>Piaractus brachypomus</i>)</b>				
<b>Ingredientes</b>	<b>25%</b>	<b>30%</b>	<b>35%</b>	<b>30%</b>
Maíz	20,42	9,70	0,00	30,25
Torta de soja	42,71	53,44	64,72	47,50
Almidón (harina de trigo)	7,00	7,00	7,00	7,00
Carbonato	0,60	0,55	0,50	0,12
Fosfato	2,21	2,19	2,17	1,31
Sal	0,44	0,44	0,45	0,38
Cloruro de colina	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vit+min	0,15	0,15	0,15	0,15
Aflaban	0,08	0,08	0,08	0,08
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Aceite de palma	5,36	5,40	5,45	3,68
Gluten de maíz 21%	20,00	20,00	18,41	0,00
Harina de pesado 60%	0,00	0,00	0,00	8,74
Lisina	0,49	0,45	0,41	0,29
Metionina	0,35	0,41	0,47	0,34
Treonina	0,03	0,02	0,02	0,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

**Anexo. 3** Ficha de producción de *Piaractus brachypomus* “Paco” por tratamientos y repeticiones.

▪ **Tratamiento Testigo – Repetición 1 (TT – R1)**

TT - R1	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (g.)	54.1	81.9	108.8	126.2	151.5	158.4	166.7
Talla (cm)	12.8	14.4	15.8	17	17.8	18.1	18.4
Incremento Peso (g)		27.8	26.9	17.4	25.3	6.9	8.3
Incremento talla ( cm)		1.6	1.4	1.2	0.8	0.3	0.3
Consumo de alimento (Kg)		856	1574	1451	1589	1481	1661
Incremento Biomasa (kg)		973	941.5	609	885.5	241.5	290.5
Conversión Alimenticia		0.880	1.672	2.383	1.794	6.133	5.718
Tasa de alimentación (%)	5	5	3	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		856	2430	3881	5470	6951	8612
Biomasa Total (Kg)	1893.5	2866.5	3808	4417	5302.5	5544	5834.5
Conversión Alimenticia							2.2

▪ **Tratamiento Testigo – Repetición 2 (TT - R2)**

TT - R2	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (g.)	53.9	69.2	85.2	89.9	106	112	118.1
Talla (cm)	12.9	13.8	14.5	15.2	15.8	16.3	16.5
Incremento Peso (g)		15.3	16	4.7	16.1	6	6.1
Incremento talla ( cm)		0.9	0.7	0.7	0.6	0.5	0.2
Consumo de alimento (Kg)		660	1018	400	1215	819	680
Incremento Biomasa (kg)		535.5	560	164.5	563.5	210	213.5
Conversión Alimenticia		1.23	1.82	2.43	2.16	3.90	3.19
Tasa de alimentación (%)	5	5	5	5	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		660	1678	2078	3293	4112	4792
Biomasa Total (Kg)	1886.5	2422	2982	3146.5	3710	3920	4133.5
Conversión Alimenticia							2.1

▪ **Tratamiento Testigo – Repetición 3 (TT - R3)**

TT - R3	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (g.)	53.9	79.7	113.6	143.6	154.9	163	181.3
Talla (cm)	12.8	14.4	16.2	17.4	18.2	18.3	19
Incremento Peso (g)		25.8	33.9	30	11.3	8.1	18.3
Incremento talla ( cm)		1.6	1.8	1.2	0.8	0.1	0.7
Consumo de alimento (Kg)		826	1771	1725	1613	1042	1767
Incremento Biomasa (kg)		903	1186.5	1050	395.5	283.5	640.5
Conversión Alimenticia		0.91	1.49	1.64	4.08	3.68	2.76
Tasa de alimentación (%)	5	5	3	3	3	3	
Alimento Acumulado (kg)		826	2597	4322	5935	6977	8744
Biomasa Total (Kg)	1886.5	2789.5	3976	5026	5421.5	5705	6345.5
Conversión Alimenticia							2.0

➤ **Tratamiento 1 – Repetición 1 (T1 – R1)**

T1 - R1	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	33.9	45.3	59.2	67.7	71.1	75.4	79.8
Talla (cm)	10.9	11.7	12.7	13.4	13.8	14.1	14.4
Incremento Peso (g)		11.4	13.9	8.5	3.4	4.3	4.4
Incremento talla ( cm)		0.8	1	0.7	0.4	0.3	0.3
Consumo de alimento (Kg)		652	1057	829	683	665	510
Incremento Biomasa (kg)		399	486.5	297.5	119	150.5	154
Conversión Alimenticia		1.63	2.17	2.79	5.74	4.42	3.31
Tasa de alimentación (%)	10	10	5	5	5	5	5
Alimento Acumulado (kg)		652	1709	2538	3221	3886	4396
Biomasa Total (Kg)	1186.5	1585.5	2072	2369.5	2488.5	2639	2793
Conversión Alimenticia							2.7

➤ **Tratamiento 1 – Repetición 2 (T1 – R2)**

T1 - R2	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	37.3	60.2	84.2	112.5	129.8	141.5	151.1
Talla (cm)	11.2	13	14.4	16	16.9	17.4	18
Incremento Peso (g)		22.9	24	28.3	17.3	11.7	9.6
Incremento talla ( cm)		1.8	1.4	1.6	0.9	0.5	0.6
Consumo de alimento (Kg)		824	1268	1382	1348	1465	1473
Incremento Biomasa (kg)		801.5	840	990.5	605.5	409.5	336
Conversión Alimenticia		1.03	1.51	1.40	2.23	3.58	4.38
Tasa de alimentación (%)	10	5	5	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		824	2092	3474	4822	6287	7760
Biomasa Total (Kg)	1305.5	2107	2947	3937.5	4543	4952.5	5288.5
Conversión Alimenticia							1.9

➤ Tratamiento 1 – Repetición 3 (T1 – R3)

T1 - R3	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	34	34	34	34	34
Peso (Kg.)	36.2	56.8	76.4	108.6	126.2	137.4	142.5
Talla (cm)	11	12.6	13.9	15.8	16.6	17.2	17.6
Incremento Peso (g)		20.6	19.6	32.2	17.6	11.2	5.1
Incremento talla ( cm)		1.6	1.3	1.9	0.8	0.6	0.4
Consumo de alimento (Kg)		700	1198	1410	1239	1447	1377
Incremento Biomasa (kg)		721	609.6	1094.8	598.4	380.8	173.4
Conversión Alimenticia		0.97	1.97	1.29	2.07	3.80	7.94
Tasa de alimentación (%)	10	5	5	3	3	3	
Alimento Acumulado (kg)		700	1898	3308	4547	5994	7371
Biomasa Total (Kg)	1267	1988	2597.6	3692.4	4290.8	4671.6	4845
Conversión Alimenticia							2.1

❖ Tratamiento 2 – Repetición 1 (T2 – R1)

T2 - R1	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	49.6	77.1	104.8	118.1	127.3	136.1	142.6
Talla (cm)	12.4	14	15.2	16.1	16.7	17.1	17.5
Incremento Peso (g)		27.5	27.7	13.3	9.2	8.8	6.5
Incremento talla ( cm)		1.6	1.2	0.9	0.6	0.4	0.4
Consumo de alimento (Kg)		987	1328	1255	1319	1508	947
Incremento Biomasa (kg)		962.5	969.5	465.5	322	308	227.5
Conversión Alimenticia		1.03	1.37	2.70	4.10	4.90	4.16
Tasa de alimentación (%)	10	5	3	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		987	2315	3570	4889	6397	7344
Biomasa Total (Kg)	1736	2698.5	3668	4133.5	4455.5	4763.5	4991
Conversión Alimenticia							2.3

❖ Tratamiento 2 – Repetición 2 (T2 – R2)

T2- R2	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	45	73.1	104.7	135.7	145.4	163.8	180.1
Talla (cm)	11.9	13.8	15.5	17	17.6	18.2	18.9
Incremento Peso (g)		28.1	31.6	31	9.7	18.4	16.3
Incremento talla ( cm)		1.9	1.7	1.5	0.6	0.6	0.7
Consumo de alimento (Kg)		1001	1707	1516	1752	1608	1818
Incremento Biomasa (kg)		983.5	1106	1085	339.5	644	570.5
Conversión Alimenticia		1.02	1.54	1.40	5.16	2.50	3.19
Tasa de alimentación (%)	10	5	3	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		1001	2708	4224	5976	7584	9402
Biomasa Total (Kg)	1575	2558.5	3664.5	4749.5	5089	5733	6303.5
Conversión Alimenticia							2.0

❖ Tratamiento 2 – Repetición 3 (T2 – R3)

T2 - R3	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	46.6	76.3	110.9	136.8	151.7	158.6	163.4
Talla (cm)	12.3	14	15.9	17.1	17.8	18	18.2
Incremento Peso (g)		29.7	34.6	25.9	14.9	6.9	4.8
Incremento talla ( cm)		1.7	1.9	1.2	0.7	0.2	0.2
Consumo de alimento (Kg)		995	1702	1519	1645	1124	791
Incremento Biomasa (kg)		1039.5	1211	906.5	521.5	241.5	168
Conversión Alimenticia		0.96	1.41	1.68	3.15	4.65	4.71
Tasa de alimentación (%)	10	5	3	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		995	2697	4216	5861	6985	7776
Biomasa Total (Kg)	1631	2670.5	3881.5	4788	5309.5	5551	5719
Conversión Alimenticia							1.9



### Tratamiento 3 – Repetición 1 (T3 – R1)

T3 - R1	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	45.5	65.9	96.8	113.8	129.3	138.4	146.8
Talla (cm)	12.9	13.4	15.2	15.9	16.8	17.1	17.4
Incremento Peso (g)		20.4	30.9	17	15.5	9.1	8.4
Incremento talla ( cm)		0.5	1.8	0.7	0.9	0.3	0.3
Consumo de alimento (Kg)		873	1227	1140	1134	1436	1221
Incremento Biomasa (kg)		714	1081.5	595	542.5	318.5	294
Conversión Alimenticia		1.22	1.13	1.92	2.09	4.51	4.15
Tasa de alimentación (%)	10	5	5	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		873	2100	3240	4374	5810	7031
Biomasa Total (Kg)	1592.5	2306.5	3388	3983	4525.5	4844	5138
Conversión Alimenticia							2.0

### Tratamiento 3 – Repetición 2 (T3 – R2)

T3- R2	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/06/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	42.9	72.7	98.5	101.3	116.9	121.5	130.6
Talla (cm)	11.9	13.7	14.8	15.6	16.3	16.6	17.1
Incremento Peso (g)		29.8	25.8	2.8	15.6	4.6	9.1
Incremento talla ( cm)		1.8	1.1	0.8	0.7	0.3	0.5
Consumo de alimento (Kg)		831	1159	1097	1285	746	1415
Incremento Biomasa (kg)		1043	903	98	546	161	318.5
Conversión Alimenticia		0.80	1.28	11.19	2.35	4.63	4.44
Tasa de alimentación (%)	10	5	5	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		831	1990	3087	4372	5118	6533
Biomasa Total (Kg)	1501.5	2544.5	3447.5	3545.5	4091.5	4252.5	4571
Conversión Alimenticia							2.1

✚ Tratamiento 3 – Repetición 3 (T3 – R3)

T3 - R3	SIEMBRA	I EVALUACIÓN	II EVALUACIÓN	III EVALUACIÓN	IV EVALUACIÓN	V EVALUACIÓN	VI EVALUACIÓN
	27/03/2018	11/04/2018	28/04/2018	15/05/2018	01/06/2018	21/06/2018	08/07/2018
Población (Unidad)	35	35	35	35	35	35	35
Peso (Kg.)	43.8	66.6	92.3	114.3	123.1	131.7	142.4
Talla (cm)	11.8	13.5	14.9	15.9	16.7	16.9	17.6
Incremento Peso (g)		22.8	25.7	22	8.8	8.6	10.7
Incremento talla ( cm)		1.7	1.4	1	0.8	0.2	0.7
Consumo de alimento (Kg)		904	1223	1308	1249	1423	1371
Incremento Biomasa (kg)		798	899.5	770	308	301	374.5
Conversión Alimenticia		1.13	1.36	1.70	4.06	4.73	3.66
Tasa de alimentación (%)	10	5	5	3	3	3	3
Alimento Acumulado (kg)		904	2127	3435	4684	6107	7478
Biomasa Total (Kg)	1533	2331	3230.5	4000.5	4308.5	4609.5	4984
Conversión Alimenticia							2.2

**Anexo. 4** Análisis de varianzas por evaluaciones en crecimiento en Peso (g) de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<i>Evaluación 1.- Siembra</i>					
	gl.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo</b>	3	509.942	169.981	66.53	0.0001
<b>Error</b>	8	20.440	2.555		
<b>Total corregido</b>	11	530.382			

<i>Evaluación 7.- 90 Días</i>					
	gl.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo</b>	3	2532.243	844.081	1.11	0.3991
<b>Error</b>	8	6065.707	758.213		
<b>Total corregido</b>	11	8597.950			

**Anexo. 5** Análisis de varianzas por evaluaciones en crecimiento en Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<i>Evaluación 1.- Siembra</i>					
	gl.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo</b>	3	5.073	1.691	14.50	0.0013
<b>Error</b>	8	0.933	0.117		
<b>Total corregido</b>	11	6.007			

<i>Evaluación 7.- 90 Días</i>					
	gl.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo</b>	3	4.230	1.410	0.92	0.4750
<b>Error</b>	8	12.300	1.537		
<b>Total corregido</b>	11	16.530			

**Anexo. 6** Análisis de varianzas del Crecimiento Absoluto en Peso (g) y Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<i>Crecimiento Absoluto – Peso (g)</i>					
	gl.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Modelo</b>	3	1113.862	371.287	0.50	0.6932
<b>Error</b>	8	5951.820	743.977		
<b>Total corregido</b>	11	7065.682			

<b>Crecimiento Absoluto- Longitud (cm)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	1.537	0.512	0.31	0.8178
<b>Error</b>	8	13.220	1.652		
<b>Total corregido</b>	11	14.757			

**Anexo. 7** Análisis de varianzas del Tasa de Crecimiento Absoluto en Peso (g) y Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<b>Tasa de Crecimiento Absoluto – Peso (g)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.1375	0.0458	0.50	0.6934
<b>Error</b>	8	0.7352	0.0919		
<b>Total corregido</b>	11	0.8728			

<b>Tasa de Crecimiento Absoluto- Longitud (cm)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0002	0.000068	0.34	0.7998
<b>Error</b>	8	0.0016	0.00020		
<b>Total corregido</b>	11	0.0018			

**Anexo. 8** Análisis de varianzas del Crecimiento Relativo en Peso (g) y Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<b>Crecimiento Relativo – Peso (g)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	6802.549	2267.516	0.56	0.6534
<b>Error</b>	8	32119.381	4014.923		
<b>Total corregido</b>	11	38921.930			

<b>Crecimiento Relativo - Longitud (cm)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	247.067	82.3557	0.64	0.6093
<b>Error</b>	8	1026.612	128.326		
<b>Total corregido</b>	11	1273.679			

**Anexo. 9** Análisis de varianzas de Tasa de Crecimiento Relativo en Peso (g) y Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* “Paco”.

<b>Tasa de Crecimiento Relativo – Peso (g)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.8400	0.2800	0.56	0.6535
<b>Error</b>	8	3.9681	0.4960		
<b>Total corregido</b>	11	4.8081			

<b>Tasa de Crecimiento Relativo - Longitud (cm)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0306	0.0102	0.64	0.6078
<b>Error</b>	8	0.1268	0.0158		
<b>Total corregido</b>	11	0.1574			

**Anexo. 10** Análisis de varianzas de Crecimiento Especifico en Peso (g) y Longitud (cm) de *Piaractus brachypomus* “Paco”.

<b>Crecimiento Especifico – Peso (g)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0806	0.0269	0.50	0.6917
<b>Error</b>	8	0.4288	0.0536		
<b>Total corregido</b>	11	0.5094			

<b>Crecimiento Especifico - Longitud (cm)</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0139	0.0046	0.60	0.6314
<b>Error</b>	8	0.0613	0.0077		
<b>Total corregido</b>	11	0.0752			

**Anexo. 11** Análisis de varianzas del Índice de Conversión Alimenticia de *Piaractus brachypomus* “Paco”.

<b>Índice de Conversión Alimenticia</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0492	0.01639	0.28	0.8406
<b>Error</b>	8	0.4733	0.05917		
<b>Total corregido</b>	11	0.5225			

**Anexo. 12** Análisis de varianzas del Factor de Condición de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<b>Factor de Condición - K</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	0.0056	0.0019	0.54	0.6692
<b>Error</b>	8	0.0279	0.0035		
<b>Total corregido</b>	11	0.0335			

**Anexo. 13** Análisis de varianzas de Supervivencia de *Piaractus brachypomus* "Paco".

<b>Supervivencia</b>					
	<b>gl.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Modelo</b>	3	45.5803	15.1934	0.86	0.5005
<b>Error</b>	8	141.5091	17.6886		
<b>Total corregido</b>	11	187.0894			

**Anexo. 14** Valores máximos y mínimos de los parámetros físicos - químicos del agua.

<b>Parámetros</b>		<b>Tratamiento</b>			
		<b>TT</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Físicos</b>	<b>Temperatura (C°)</b>	26-28	28-30	27-29	27-30
	<b>Transparencia (cm)</b>	31 - 34	32 - 33	31 - 33	30 - 34
<b>Químicos</b>	<b>Oxígeno(ppm)</b>	6.51-6.56	6.23-6.56	5.71-6.74	5.78-6.54
	<b>PH</b>	7.44-7.59	7.37-7.46	6.25-7.43	7.1-7.23

**Anexo. 15** Operacionalización de variables.

<b>Variables</b>	<b>Identificación</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento de evaluación</b>
<b>Independiente</b>	Niveles de proteína.	25 (T1) 30 (T2) 35 (T3) TT	(%) (%) (%) (%)	
<b>Dependiente</b>	Índices Productivos.	-Crecimiento peso -Crecimiento absoluto -Tasa crecimiento absoluto -Crecimiento relativo -Tasa de crecimiento relativo -Crecimiento específico -Supervivencia -FCA -Factor de Condición	(cm) y (g) (g) (g/día) (%) (%/día) (%) (%) Kg alimento/Kg carne K< 1; K=1;K>1	-Ictiómetro de 50 cm -Balanza HENKEL digital

## X. ICONOGRAFÍA



Iconografía 1. Verificación de la presencia de los depredadores.



Iconografía 2. Proceso de abonamiento de los estanques.



Iconografía 3. Alevinos acondicionados para el transporte.



Iconografía 4. Siembra de alevinos.



Iconografía 5. Alimentación de juveniles de Paco



Iconografía 6. Muestreo biométrico