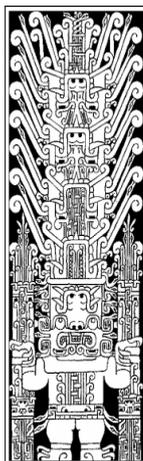


**UNIVERSIDAD NACIONAL “FEDERICO VILLARREAL”**  
**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y**  
**ACUICULTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ACUICULTURA**



**LA PRODUCCIÓN ACUÍCOLA MEDIANTE LA ADICIÓN DE CONCENTRADO DE  
PESCADO EN EL ALIMENTO Y DE UN PROBIÓTICO (ENZIMA) EN EL AGUA PARA  
EL CRECIMIENTO Y SUPERVIVENCIA DEL PACO (*Piaractus brachypomus*,  
Cuvier, 1818)**

**TESIS**

**Para optar al Título Profesional de:**

**Ingeniero Pesquero Acuicultor**

**Presentado por:**

**LAURA MILAGROS SANCHEZ MORA**

**Lima – Perú**

**2018**

**Dedicado a:**

*A Dios por impulsarme y ayudarme día a día; porque en ti encontré la fe, la tranquilidad y la paciencia para lograr este sueño y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación Profesional. Por brindarme la fortaleza y dedicación necesaria para lograr esta meta.*

*A mi padre, al Sr. José Cleovides Sánchez Pérez y a mi madre, la Sra. Blanca Mora Onofre; que con su inmenso e incondicional apoyo y muchos sacrificios han hecho de mí lo que ahora soy. Gracias a*

*ustedes por impulsarme a no desistir en esta meta, ya que con sus sabios consejos y grandes verdades me han permitido alcanzar este sueño. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mi compañero de la vida, mi esposo Andy Cadillo, por su amor, su apoyo incondicional y su paciencia en los momentos difíciles. Pero sobre todo gracias por enseñarme a creer en mí y a*

*motivarme a ser hacer las cosas de la mejor manera.*

*A mis hermanos; Maguel, Blanca Pilar y José Antonio por su incondicional apoyo y a mi hermano Jaime que aunque no esté a mi lado yo sé que me acompaña y me fortaleces. Te dedico mi esfuerzo*

*donde te encuentres.*

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***Asociación Tres Fronteras***

*La presente investigación fue realizada gracias al financiamiento obtenido por la Asociación Tres Fronteras, con el apoyo parcial del Proyecto. Así como también a la ONG de Caritas y PROCOMPITE (Apoyo a la Competitividad Productiva) que abastecieron de los insumos usados en la investigación, a quienes agradezco por su apoyo.*

### ***Ing. Mg, Sc. Homero Josué Gómez Matos – Asesor de Tesis***

*Le agradezco por depositar su confianza en mí para la elaboración de este trabajo, por su apoyo, amistad y paciencia; además por compartir su valioso tiempo y conocimientos permitiéndome trabajar en esta investigación.*

### ***Ing. Carlos LLontop Vélez – Asesor de Tesis***

*Le agradezco por su paciencia y apoyo en la asesoría y en la revisión de esta investigación. Gracias por compartir sus conocimientos conmigo. Es un gran honor trabajar con una persona como usted*

### ***A mi Jurado***

*Por sus correcciones y apoyo en el mejoramiento de mi tesis en busca de un buen fin, que permite ser guía para otros estudiantes que se dedican a este rubro de investigación, a todos ellos gracias.*

***A mi tutor***

*Ing. Jesús Fernando Zegarra Villar, por su apoyo, amistad y tiempo que se dio para aclarar mis dudas.*

***A la Escuela Profesional de Ingeniería en Acuicultura de la facultad de Oceanografía, Pesquería,  
Ciencias Alimentarias y Acuicultura.***

*Por abrirme sus puertas y por haberme formado con el sello UNFV.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

## ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I</b>	
<b>1.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Formulación del problema.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Formulación de objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Hipótesis.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Justificación e importancia.....</b>	<b>5</b>
<b>Capitulo II</b>	
<b>2.1 Marco teórico.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1 Antecedentes de investigación.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.2 Marco teórico – clasificación.....</b>	<b>11</b>
<b>A.- Características biológicas.....</b>	<b>11</b>
<b>B.- Hábitat y ecología.....</b>	<b>12</b>
<b>C.- Etapas de crecimiento.....</b>	<b>13</b>
<b>D.- Alimentación y nutrición.....</b>	<b>14</b>
<b>Capitulo III</b>	
<b>3.1 Lugar de investigación.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Evaluación del proceso productivo.....</b>	<b>16</b>

3.2.1	Obtención de alevinos.....	16
3.2.2	Evaluación de parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua.....	17
3.2.3	Evaluación de crecimiento a través de la medición de la longitud.....	17
3.2.4	Evaluación de crecimiento a través de la medición del peso.....	17
3.2.5	Evaluación de supervivencia.....	17
3.3	<b>Materiales y equipos.....</b>	<b>18</b>
3.3.1	Materiales y número de estanques.....	18
3.3.2	Equipos.....	18
3.4	<b>Etapa experimental.....</b>	<b>18</b>
3.4.1	Tipo de investigación.....	18
3.4.2	Universo y población.....	18
3.4.3	Tamaño de la muestra.....	19
3.4.4	Muestreo al azar.....	19
3.4.5	Instalaciones y acondicionamiento de las unidades experimentales.....	20
3.4.6	Frecuencia y forma de alimentación.....	20
3.4.7	Evaluación de la calidad de agua.....	21
3.4.8	Diseño experimental y evaluación estadística.....	21
3.4.8.1	Tratamiento 1.....	21
3.4.8.2	Tratamiento 2.....	21
3.4.8.3	Tratamiento 3.....	22
3.4.9	Evaluación estadística.....	22

## **Capítulo IV**

<b>4.1 Alimentación exógena.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Alimentación inerte.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3 Coalimentar.....</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Columna de agua.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 Cultivo.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6 Densidad.....</b>	<b>23</b>
<b>4.7 Estanque.....</b>	<b>23</b>
<b>4.8 Semilla.....</b>	<b>23</b>
<b>4.9 Supervivencia.....</b>	<b>23</b>
<b>4.10 Tratamiento.....</b>	<b>23</b>
<b>4.11 Calidad de agua.....</b>	<b>24</b>
<b>4.12 Enzima.....</b>	<b>24</b>
<b>4.13 Ensilado de pescado.....</b>	<b>24</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Parámetros fisicoquímicos.....</b>	<b>25</b>
<b>5.1.1 Evaluación a través de graficas de los parámetros fisicoquímicos</b> <b>durante el cultivo del paco (<i>Piaractus brachypomus</i>).....</b>	<b>26</b>
<b>5.2 Evaluación y resultados del crecimiento y supervivencia durante</b>	

la investigación con los tres tipos de tratamientos empleados en el cultivo del paco ( <i>Piaractus brachypomus</i> ).....	31
<b>5.2.1</b> Nombre de asociados e identificación de los estanques en evaluación.....	32
<b>5.2.2</b> Resultados obtenidos del muestreo durante el trabajo de investigación.....	34
<b>5.2.3</b> Evaluación del crecimiento y supervivencia de los resultados obtenidos del empleo de los tratamientos 1, 2 y 3.....	43
<b>Discusión</b> .....	48
<b>Conclusión</b> .....	50
<b>Recomendaciones</b> .....	51
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Taxonomía del paco " <i>Piaractus brachypomus</i> " .....	<b>11</b>
<b>Tabla N° 2:</b> Resultados de los parámetros fisicoquímicos durante el proceso de investigación.....	<b>25</b>
<b>Tabla N° 3:</b> Nombre de asociados e identificación de estanques.....	<b>32</b>
<b>Tabla N° 4:</b> Alimento balanceado entregado a los asociados.....	<b>33</b>
<b>Tabla N° 5:</b> Evaluación del tratamiento 1: peso (g).....	<b>34</b>
<b>Tabla N° 6:</b> Evaluación del tratamiento 1: longitud (cm).....	<b>35</b>
<b>Tabla N° 7:</b> Evaluación del tratamiento 2: peso (g).....	<b>37</b>
<b>Tabla N° 8:</b> Evaluación del tratamiento 2: longitud (cm).....	<b>38</b>
<b>Tabla N° 9:</b> Evaluación del tratamiento 3: peso (g).....	<b>40</b>
<b>Tabla N° 10:</b> Evaluación del tratamiento 3: longitud (cm).....	<b>41</b>
<b>Tabla N° 11:</b> Evaluación de crecimiento.....	<b>43</b>
<b>Tabla N° 12:</b> Evaluación de la supervivencia y mortalidad.....	<b>45</b>
<b>Tabla N° 13:</b> Evaluación de la supervivencia y mortalidad expresados en porcentaje.....	<b>45</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Evaluación de pH.....	<b>26</b>
<b>Figura N° 2:</b> Evaluación de la temperatura.....	<b>27</b>
<b>Figura N° 3:</b> Evaluación de oxígeno disuelto.....	<b>28</b>
<b>Figura N° 4:</b> Evaluación de nitritos.....	<b>29</b>
<b>Figura N° 5:</b> Evaluación del amoniaco.....	<b>30</b>
<b>Figura N° 6:</b> Evaluación de la alcalinidad.....	<b>31</b>
<b>Figura N° 7:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.....	<b>34</b>
<b>Figura N° 8:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.....	<b>35</b>
<b>Figura N° 9:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.....	<b>37</b>
<b>Figura N° 10:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.....	<b>38</b>
<b>Figura N° 11:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.....	<b>40</b>
<b>Figura N° 12:</b> Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.....	<b>41</b>
<b>Figura N° 13:</b> Evaluación de los tratamientos a través de la medición del peso.....	<b>43</b>
<b>Figura N° 14:</b> Evaluación de los tratamientos a través de la medición de la longitud.....	<b>44</b>
<b>Figura N° 15:</b> Evaluación de la mortalidad obtenida al final de trabajo de investigación.....	<b>46</b>
<b>Figura N° 16:</b> Evaluación de la supervivencia obtenida al final de trabajo de investigación.....	<b>46</b>

## **RESUMEN:**

El objetivo del presente trabajo fue determinar cuál de las dietas brindadas a la especie en investigación durante el cultivo del paco fue la mejor, donde fueron cultivadas en estanques de un área de 1000 m<sup>2</sup>, donde se emplearon una población de 1000 peces/estanques, los cuales fueron distribuidos a los 9 socios de la Asociación Tres Fronteras, quienes fueron considerados dentro del estudio por tener estanques de la misma división la cual permitía realizar la investigación presente.

A cada socio se le entregó 1000 alevinos, donde se tendría que alimentar con estos diferentes tratamientos propuestos, como el tratamiento 1 (T1) que consistía en un alimento balanceado sin considerar ningún aditivo, el tratamiento 2 (T2) que consistía en un alimento balanceado mezclado con un aditivo (el aditivo era un suplemento de concentrado de pescado) y el tratamiento 3 (T3) que era un alimento balanceado mezclado con el aditivo (concentrado de pescado) más la adición de enzimas digestoras de materia orgánica (prebiótico) en el agua de cultivo, cada tratamiento era brindado a tres estanques diferentes, cuyo tiempo de evaluación terminó en 90 días, donde se empleó un muestreo estadístico al azar y se evaluaba el crecimiento y la supervivencia cada 7 días, con la finalidad de determinar cuál de los tratamientos empleados daba mejores resultados.

**Palabras clave: Cultivo de paco, probiótico, suplemento proteico.**

## **ABSTRACT**

The objective of the present work was to determine which of the diets provided to the species under investigation during the cultivation of the pacu was the best, where they were cultivated in ponds of an area of 1000 m<sup>2</sup>, where a population of 1000 fish / ponds were used which were distributed to the 9 partners of the Tres Fronteras Association, who were considered within the studies for having ponds of the same division which allowed to carry out the present investigation.

Each partner was given 1000 fingerlings, where they would have to feed with these different proposed treatments, such as treatment 1 (T1) which consisted of a balanced feed without considering any additive, treatment 2 (T2) which consisted of a balanced feed mixed with an additive (the additive was a supplement of fish concentrate) and treatment 3 (T3) which was a balanced feed mixed with the additive (fish concentrate) plus the addition of digesting enzymes of organic matter (prebiotic) in the water culture, each treatment was given to three different ponds, whose evaluation time was over in 90 days, where random statistical sampling was used and growth and survival were evaluated every 7 days, in order to determine which of the treatments employed gave better results.

**Key words: Pacu culture, probiotic, protein supplement.**

## INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que el desarrollo de la acuicultura en el Perú es de carácter incipiente y está orientada fundamentalmente a la producción de langostinos, concha de abanico, trucha, tilapia y algunos peces amazónicos, las posibilidades de para su desarrollo en nuestro país es muy grande por la gran variedad de especies de potencial acuícola, como son los peces amazónicos, siendo estos: gamitana, el paco y otros recursos hidrobiológicos de procedencia marina, pudiendo así llegar a ser un rubro de producción económica muy importante para el país, por las condiciones que ofrece el territorio nacional en cuanto a clima gran extensión de los espejos de agua, propicios para el desarrollo de la actividad acuícola, por ejemplo en la Amazonía peruana se consume al año aproximadamente 80 000 toneladas de pescado lo que es parte de la seguridad alimentaria en la región y una gran fuente de trabajo para las comunidades locales de pescadores existentes en dicha región, siendo una de estas regiones Madre de Dios con un gran potencial en la acuicultura.

Esto conlleva a tener un conocimiento que involucran muchos aspectos técnicos, siendo uno de ellos el conocimiento nutricional de cada especie que son esenciales para el desarrollo de la acuicultura en nuestro país, donde tomando en cuenta la alimentación conllevará a tomar ciertas estrategias que mejoren el crecimiento y supervivencia de estas especies.

Por esta razón, este trabajo de investigación consiste en evaluar el crecimiento y supervivencia del paco (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818), mediante la adición de un suplemento proteico en el alimento y la adición de un probiótico (enzima) en el agua, para la reducción de la materia orgánica en el fondo

del estanque permitiendo una mejor calidad de agua y en el caso del alimento evaluar una mejor eficiencia de crecimiento y supervivencia mediante la adición de este suplemento proteico, así como en otros estanques solamente se dará la adición de alimento sin ningún suplemento proteico y probiótico (enzima), para evaluar si la adición de estos aditivos son positivos o no en mejorar el desarrollo del paco en un centro de cultivo acuícola.

# CAPÍTULO I

## 1.1 Planteamiento del problema

Cada vez que se realiza un análisis de la alimentación en la acuicultura tanto en nuestro país como en América Latina y el Caribe, debemos considerar como importante las principales diferencias que existen en los requerimientos nutricionales en los animales acuáticos, así como la influencia de las condiciones climáticas que en muchos casos influyen en la preparación de una dieta balanceada para que estas sean más eficientes en su consumo directo por el animal.

En la acuicultura, la mayor parte de la investigación sobre nutrición se ha realizado en peces y de estos los salmónidos son los más estudiados, seguidos por trabajos realizados en la carpa común y el bagre. Sin embargo recientemente se ha dado gran atención a otras especies que incluyen organismos tropicales de aguas salobres y marinas de diferentes partes del mundo, sin embargo la investigación respecto a nutrición en los peces amazónicos es aún incipiente o casi no existe, por lo que genera una gran obstáculo en el cultivo de estos peces amazónicos a nivel de cultivo controlado y con mejores resultados al llevarlo a un nivel de producción industrial, siendo una de los factores limitantes y sobre todo el gasto económico que genera al comprar grandes volúmenes de alimento que en muchos casos no resulta justificable en un proceso de cultivo acuícola a nivel comercial, debido al alto costo de sus componentes como las proteínas requeridas por las especies en las dietas balanceadas. Por lo que se plantea en este trabajo la evaluación de crecimiento y supervivencia a través de la adición de un aditivo en el alimento y el uso de un probiótico (enzima) para mejorar la calidad de agua del estanque de cultivo.

### **1.1.1 Formulación del problema**

#### **a.- A nivel general**

¿En qué medida la adición de concentrado de pescado en el alimento y de un probiótico (enzima) en el agua inciden en el crecimiento y supervivencia del “Paco” (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818)?

#### **b.- A nivel específico**

¿Cuál de las combinaciones de aditivos favorecerá el crecimiento del paco?

¿Cuál de las combinaciones de aditivos favorecerá la supervivencia del paco?

¿La adición de un probiótico mejorara la calidad de agua?

### **1.2 Formulación de objetivos**

#### **1.2.1 Objetivo general**

- Evaluar como la adición de concentrado de pescado en el alimento y probiótico (enzimas) en el agua inciden en el crecimiento y supervivencia “Paco” (*Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818).

#### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el crecimiento y supervivencia, así como el efecto del alimento en sus diferentes procesos de alimentación del paco.
- Evaluar la calidad del agua producto de la adición del probiótico (enzimas) para la reducción de la materia orgánica en el fondo del estanque de cultivo.

## **1.3 Hipótesis**

### **2.3.1 A nivel general**

Es posible que la aplicación de aditivos en el alimento y en el agua, mejoren el crecimiento y supervivencia del “Paco” (*Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818).

## **1.4 Justificación e importancia**

La acuicultura en nuestro país viene teniendo un importante desarrollo en los últimos 3 años, siendo las perspectivas muy favorables para el desarrollo de la acuicultura, debido a que la pesca en nuestro país ha tenido una caída fuerte y la presencia de vedas cada vez más estrictas hacen pensar que la pesca nacional ha llegado a un tope de cosecha, producto de la disminución de poblaciones naturales. Por lo que la importancia de realizar distintos cultivos de peces en este caso de peces amazónicos, puede disminuir la presión de pesca y permitan así repoblar zonas naturales donde las especies han disminuido.

Por tanto, este trabajo de investigación, radica en evaluar el efecto de la adición de aditivos en el alimento, así como en el agua para obtener un mejor desarrollo en el cultivo del paco.

## CAPITULO II

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 Antecedentes de investigación: Marco Histórico

El I Simposio Iberoamericano de “Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías” (SIBECORP, Vigo, España, 24–28 de noviembre de 2009). Este simposio surge en respuesta a la inquietud de investigadores pesqueros de Ibero- américa por fomentar la colaboración entre países de uno y otro lado del Atlántico. La pesca, tanto industrial como artesanal, es un recurso económico vital para Latinoamérica, España y Portugal. Son muchos los grupos de investigación que desarrollan su labor en el campo de la ecología pesquera y que profundizan en el concepto de sostenibilidad, reconociéndose en la conservación del potencial reproductivo y del reclutamiento el pilar básico de una explotación sostenible de los recursos pesqueros a largo plazo, tanto para la pesca industrial como para las flotas artesanales marinas o de agua dulce que explotan poblaciones poco o nada investigadas hasta el momento (Vigo, 2009).

Es importante mencionar que en el 2015 la acuicultura de gran empresa representa el 45,01%, de la cosecha nacional con un volumen de 90 976,44 TM. Asimismo, se debe indicar que la especie que se produce más es la trucha arco iris con 40 946,49 TM, seguido por el conglomerado de peces amazónicos como la gamitana con 298,50 TM, paiche con 135,13 TM y tilapia con 3 250,19 TM. De igual modo, respecto a la acuicultura marina, la especie que más se produce es la concha de abanico con 13 028,58 TM, seguido por el langostino con 22 183,52 TM, lenguado con 4,42 TM, algas con 1,58 TM, otros con 0,58 TM (PRODUCE, 2015).

La piscicultura es una actividad productiva importante y necesaria para asegurar en calidad y cantidad, el suministro de pescado para consumo humano directo en la región amazónica peruana (Chu-Koo & Alcántara, 2007). Según las estadísticas del Ministerio de la Producción, la cosecha de especies amazónicas (boquichico, carachama, gamitana, paco, paiche y sábalo) provenientes de acuicultura se incrementó paulatinamente hasta alcanzar las 1 524,60 TM en los últimos cinco años (PRODUCE, 2015) y se estima que esta tendencia se mantenga en el próximo lustro. Paralelamente, 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 *et al.*, 2009) y la contaminación de los ecosistemas acuáticos amazónicos.

Otra razón que explica el alto potencial de crecimiento de la piscicultura amazónica está basada en la identificación de nuevas especies para el cultivo. Entre las especies oriundas del Perú, el paco (*Piaractus brachipomus*) y la gamitana (*Colossoma macropomum*) son las más importantes y cultivadas (Chu-Koo & Alcántara, 2007; Lochmann *et al.*, 2009). Ambas, son de hábitos omnívoros con tendencia frugívora (Piedade *et al.*, 2006), nativas de la Amazonía (Saint-Paul, 1986), que han sido priorizadas para fines piscícolas en los países de la cuenca amazónica (Saint-Paul, 1984), debido a su baja exigencia nutricional (proteína dietaría entre 18 a 32% con alta asimilación de proteínas y lípidos de origen vegetal), rusticidad, buen crecimiento y rápida adaptación a varios tipos de alimentos y condiciones de cultivo. Por otro lado, el cíclido *Chaetobranchius semifasciatus*, denominado en el IAP como bujurquitucunaré; es un pez amazónico endémico de la cuenca del Yavarí y constituye desde el 2005 un registro nuevo para el país (Sánchez, 2005). Puede alcanzar 30 cm de longitud y pesar hasta

500 g y representa una especie con alto potencial para cultivos extensivos o de seguridad alimentaria por tratarse de una especie planctófaga, es decir, un organismo con bajo o nulo requerimiento de alimento balanceado (Sánchez, 2005; Ismiño *et al.*, 2006). Es justamente esta característica lo convierte en una especie promisorio para su utilización en condiciones de policultivo junto a especies de diferente hábitos alimenticios, mayor porte y valor económico, las mismas que por su calidad y demanda serían destinadas para la comercialización al público consumidor, siendo el cíclido destinado para el consumo directo de los piscicultores y/o los trabajadores de las fincas.

(Lovishig *et al.*, 1974), cultivaron ejemplares de *Piaractus brachypomus*, a una densidad de carga de 2 635 peces/ha y los alimentaron con una ración de 29% de proteína bruta, obteniendo al cabo de casi 12 meses de cultivo, peces con peso promedio de 992g.

Algunos autores como (Vegas, 1980), afirma que uno de los principales problemas de la piscicultura, es encontrar un alimento de muy buena calidad y bajo costo, ya que de lo contrario la actividad de cría de los peces impide que alcance mayor importancia comercial, asimismo se, evaluaron el efecto de 4 raciones con diferentes niveles proteicos (20, 25, 30 y 35%) en la alimentación de juveniles de paco, no encontrando diferencias significativas en el rendimiento productivo de los peces alimentados con diferentes raciones (Cantelmo & Souza, 1986).

Â• Saint Paul (1986), Consideró que los géneros *Piaractus* y *Colossoma*, podrían contribuir significativamente a la producción acuícola en Latinoamérica tropical y subtropical. Estos peces muestran excelentes tasas de crecimiento, se alimentan con raciones balanceadas elaboradas con ingredientes de menores costos y toleran bajos tenores de oxígeno disuelto en el agua. Alguno

consideran al paco (*Piaractus brachypomus*), es un pez amazónico de gran potencialidad para la acuicultura por su rusticidad, desarrollo y porque ofrece buen rendimiento en carne, es de hábito omnívoro y acepta sin problemas el alimento artificial (Salazar & Polo, 1993).

Existen estudios del efecto de la densidad de siembra en el crecimiento del paco, concluye que en densidades de siembra de 5000 peces/ha, 1500 peces/ha y 1000 peces/ha, no muestran diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), en longitud, peso. Sin embargo la densidad de 1,5 ejemplares/m<sup>2</sup> el rendimiento de paco se incrementó significativamente (Rebaza et al, 2002).

(Rebaza et al, 2002), determinaron la influencia de diferentes densidades de siembra en el paco *Piaractus brachypomus*, suministrando alimento de 30% de proteína, con una tasa de alimentación del 10% en el cual no se observó diferencias significativas.

Existe una evaluación de crecimiento de alevinos de paco y pacotana, utilizando como insumo harina de lenteja de agua, *Lemna sp.*, a los 120 días de cultivo se registró peso y longitud promedio de 114,24 g para el tratamiento T1 y de 317g para el tratamiento T2, para paco (Machuca et al, 2008).

Asimismo este pez migratorio, pertenece al grupo de los Carácidos, junto a los géneros *Piaractus* y *Colossoma* que son sujetos de cultivo en zonas tropicales y subtropicales en Latinoamérica. Como por ejemplo la especie que se cultiva en Argentina, se distribuye naturalmente en la cuenca del Plata y ha ido desapareciendo o disminuyendo de los principales ríos en las últimas décadas. Es una especie omnívora, de amplio espectro alimentario, que ingiere frutas y semillas, así como hojas y pasto en su ambiente natural, además de incluir pequeños peces y crustáceos oportunamente; permitiendo que bajo

cultivo, se la alimenta con raciones basadas ampliamente en insumos de carácter vegetal (Agroindustria, 2012).

En relación al uso de ensilados, Llanes *et al.*, (2001b) y Toledo *et al.*, (2001a), desarrollaron varias tecnologías de ensilajes (conservación de materia orgánica en medio ácido), para estos desechos con resultados alentadores y aunque en el proceso se produce cierta hidrólisis de las proteínas para formar péptidos y aminoácidos libres, el ensilado de pescado es considerado un producto de alto valor biológico que presenta la misma composición del material original crudo (Vidotti *et al.*, 2002) y se puede utilizar para sustituir fuentes tradicionales de proteína (principalmente harina de pescado), en la alimentación de los peces comerciales

El ensilado producido tiene porcentajes aceptables de proteína, grasa y carbohidratos que hacen de este producto una fuente proteica-energética factible de ser utilizado en formulaciones de alimentos para animales. Su utilización es factible a partir del tercer día para el caso en que sea incubado a 40°C y a partir del sexto día para el caso en que la fermentación se haya llevado a 29°C (Martínez, 2003).

Los probióticos que se usan en acuicultura mejoran la calidad del agua y suelo, aumentan la supervivencia y crecimiento de las especies en cultivo. Los probióticos incluyen, una serie de cultivos de bacterias vivas, preparaciones enzimáticas o su combinación (Boyd, 2004)

El EM (Microorganismos eficaces) se encuentran compuesto por bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus bulgaricus*, *Propionibacterium fredenreichii*, *Pediococcus halophilus*, *Streptococcus lactis*) y fototróficas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. Siendo las bacterias

fototróficas, bacterias ácido lácticas y levaduras los géneros principales, según la EM Research Organization (2000 citado por Rodríguez, 2007).

En 1991, Porubcan reportó intentos para mejorar la calidad del agua y rendimiento de producción de *Penaeus monodon*. En un primer experimento (Porubcan, 1991a), utilizó biofiltros flotantes preinoculados con una bacteria nitrificante que disminuyó las cantidades de amonio y nitritos en el agua, mientras que la sobrevivencia del camarón fue mejorada. En otro experimento (Porubcan, 1991b), introdujo *Bacillus sp* en aireadores de estanques cerrados. Este tratamiento redujo la demanda química de oxígeno e incrementó la cosecha del camarón.

### 2.1.2 Marco teórico - Clasificación

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

**Tabla N° 1:** Taxonomía del paco "*Piaractus brachypomus*"

Reino	Animal
Phylum	Chordata
Clase	Actinopterygii
Orden	Characiformes
Género	<i>Piaractus</i>
Especie	<i>Brachypomus</i>
Nombre científico	<i>Piaractus brachypomus</i> (Cuvier, 1818).
Nombre común	"Paco"

Fuente: [www.produce.gob.pe](http://www.produce.gob.pe)

### A.- Características Biológicas

El paco (*Piaractus brachypomus*) es un pez de corte relativamente grande, de cuerpo comprimido lateralmente aplanado. De colocación gris oscura en el dorso, y lados con tonalidad anaranjada en la

parte ventral, un tanto más intensa en los juveniles que en los adultos, presenta una mancha negra sobre el opérculo, con esto los juveniles se parecen a las pirañas más feroces protegiéndose de esa manera. Pero la diferencia morfológica entre los dos, es la saliente quijada (mucho más pequeña en paco que en piraña), esto ayuda a ilustrar la naturaleza omnívora del paco y la naturaleza carnívora de la piraña. El paco en la etapa adulta, presenta una coloración grisácea con reflejos azulejos en el dorso; el abdomen es blanquesino con ligeras manchas anaranjadas; la aleta adiposa es carnosa. En cambio, el paco en etapa juvenil, suelen tener un color más claro con tonalidades rojo intenso o anaranjado en la parte anterior del abdomen, aleta anal y caudal. Se diferencia de la Gamitana (*Colossoma macropomun*), por su mayor altura, es de comportamiento migratorio (reofilico), el paco en su etapa adulta mide en su ambiente natural aproximadamente 85cm y pudiendo llegar a pesar 20 kilogramos (Guerra. H. & col, 2000).

## **B.- Hábitat y Ecología**

El Paco (*Piaractus brachypomus*), tiene una distribución geográfica igual al de la Gamitana (*Colossoma macrompomum*), con la que comparte hábitat y nicho ecológico. Es una especie que soporta el manipuleo en operaciones de cultivo (Guerra. H. & col, 2000). La preferencia por esta especie en nuestro medio es por su rápido crecimiento, adaptabilidad en el medio de cautiverio, y rápida aceptabilidad al alimento suministrado. (Guerra et al 1996; Woynarovich 1998; Alcántara, F 1985), manifiestan que los nombres comunes o vernáculo del *Piaractus brachypomus* en los diferentes países se presentan de la siguiente manera: Bolivia: Tambaquí, Brasil: Pirapitinga, Tambaqui, Caranha, Colombia: Cachama blanca, Paco, Perú: Paco, Venezuela: Morocoto, Cachama (Woynarovich, 1998).

## **C.- Etapas de Crecimiento:**

El crecimiento del Paco, está dado en tres fases bien marcadas durante todo su ciclo de vida, y se detallan a continuación:

### **C.1. Inicio**

#### **- Larvas:**

Al eclosionar la larva planctónica se alimenta de los remanentes de yema y son a menudo llamados embriones libres o prolarvas.

#### **- Post larvas:**

Después de algunos días se acaba la yema y la larva debe encontrar comida del medio ambiente, por lo general plancton. Este es el comienzo de la verdadera fase larvaria. Esta transición es a menudo llamada periodo crítico de la larva es cuando muchos mueren de inanición al no encontrar fuente de alimento. En esta fase la larva es por lo general transparente (característica ventajosa en plancton) con ojos prominentes (indicativo de detección visual de predadores) y nada serpenteando su notocordón (no hay espina en este estado).

### **C. 2. Juveniles:**

Es la fase la cual ya han dejado el desarrollo postlarvario, y se encuentran con un físico idéntico al adulto pero lejos aún de la madurez sexual y adulta. Es muy frecuente que a partir de esta edad difícilmente mueran por las mismas características de resistencia en ellas.

### **C.3 Adultos**

#### **- Engorde:**

Es la etapa donde el desarrollo ha sido completado, tanto física como sexualmente, en crías por estanque ya se les puede separar para su respectiva crianza reproductiva inducida o simplemente para muchos ya es la hora de servir de alimento.

### **D. Alimentación y Nutrición**

El Paco (*Piaractus brachipomus*), es una especie amazónica, de hábitos omnívoros, tendiendo a ser frugívora, ya que consume preferentemente frutos y semillas en su ambiente natural, siendo muy adaptable al consumo de alimentos balanceados cuando se encuentra en cautiverio.

#### **D.1. Digestión**

La digestión de esta especie está normada en su ambiente natural que normalmente se alimenta de semillas, frutas y forrajes, catalogándose como omnívora con tendencia vegetariana, tiene gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, hábitos alimenticios omnívoros y de rápido crecimiento, (Murillo, 2003).

El Paco posee maxilares superior e inferior (mandíbulas) con dientes molariformes y músculos muy fuertes que le permiten triturar fácilmente los diferentes alimentos duros (frutas, granos, nueces, etc.). Tiene un estómago muy desarrollado, alargado en forma de codo y el intestino relativamente largo (Araujo - Uma y Goulding,(1997) ; Woynarovich y Woynarovich, 1998).

Las características de los animales endotermos, un aumento de la cantidad de alimento consumido produce una mayor velocidad del paso del mismo y a la vez menos expuesto a la acción de las

enzimas digestivas, produciendo disminución de la tasa de degradación del alimento dando origen a una menor digestibilidad (Cañas, 1995), en contraste, en los peces parece no existir tal efecto directo, como tampoco la frecuencia de alimentación indica variación en la digestibilidad (Hepher B., 1993). La actividad enzimática puede variar con la edad del pez, siendo esta mayor en los peces de menor edad, dado que las necesidades de crecimiento son mayores y, consecuentemente, su capacidad de absorción es también mayor.

En cuanto a los peces estos poseen capacidades digestivas diferentes comparadas a los animales terrestres, y muchos alimentos, particularmente cereales y sus derivados que contienen niveles altos de almidón y fibra, es mal digerido por el pez carnívoro, (Blanco, 1995), disminuyendo el crecimiento y elevan en nivel de glicógeno en el hígado. Contrariamente, peces omnívoros o herbívoros de aguas calientes se presentan más eficientes en la utilización de los carbohidratos como fuentes de energía y todo exceso es almacenado en tejidos corporales (Tacón, 1994).

## **CAPÍTULO III**

### **3. Metodología**

#### **3.1. Lugar de investigación**

El presente trabajo de investigación y las evaluaciones correspondientes, se llevaron a cabo en las instalaciones de la Asociación Tres Fronteras, ubicado en la Comunidad Alegría, km 60,5, carretera de Puerta Maldonado - Iberia, a la margen derecha interior km 1, perteneciente al distrito de las Piedras, provincia de Tambopata, departamento Madre de Dios.

#### **3.2. Evaluación del proceso de cultivo**

##### **3.2.1 Obtención de alevinos**

Para la obtención de alevinos, estos fueron entregados por la Dirección Regional de la Producción de Madre de Dios, que se llevó a cabo mediante un proceso de concurso, donde dicha Asociación de Tres Fronteras fue la ganadora.

Así fue que se entregó una cantidad determinada de alevinos a cada socio de la Asociación Tres Fronteras, para que puedan ser cultivadas con el asesoramiento y apoyo de la bachiller y tesista Laura Milagros Sánchez Mora, donde se aplicara distintas evaluaciones para determinar el comportamiento de crecimiento y supervivencia mediante la adición de un suplemento en el alimento y un probiótico para mejorar la calidad de agua a través de la degradación de la materia orgánica del fondo.

### **3.2.2 Evaluación de parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua**

Las evaluaciones se realizarán diariamente para los parámetros de pH y temperatura, empleando un potenciómetro y una vez por semana para la evaluación de nitritos, amoníaco, alcalinidad y oxígeno disuelto, mediante el uso de un kit de análisis.

### **3.2.3 Evaluación de crecimiento a través de la medición de la longitud**

Para la determinación del crecimiento, se realizó en forma longitudinal, donde se tomó una muestra de 100 peces/estanque, midiendo uno por uno, determinando su talla a través de un Ictiómetro, el proceso de evaluación en campo para determinar, si los resultados son beneficiosos o no, se realizó durante tres meses.

### **3.2.4 Evaluación de crecimiento a través de la medición del peso**

La determinación de ganancia de peso total se realizó tomando una muestra semanal (cada 7 días) de 100 peces por estanque, los cuales fueron pesados a través de una balanza digital, lo que permitió ver el efecto del alimento y los aditivos incluidos en el alimento como en el agua.

### **3.2.5 Evaluación de supervivencia**

La tasa de supervivencia se calculó con el número final de peces que resultaba después de realizado el muestreo con el número inicial de peces con el que se empezó la siembra, empleando la siguiente fórmula.

$$S (\%) = Nf \times 100/Ni$$

**Nf:** Número final de peces después de cada muestreo

**Ni:** Número inicial de peces

### **3.3 Materiales y equipos**

#### **3.3.1 Materiales y número de estanques**

- ✓ 09 estanques de tierra de dimensiones: 50m x 20m x 1,5m, empleando estanques con un área de 1000 m<sup>2</sup>.
- ✓ Calcales.
- ✓ Balanza digital.
- ✓ Ictiómetro.
- ✓ Baldes de plástico (20L cada uno).

#### **3.3.2 Equipos**

- ✓ Oxímetro.
- ✓ Potenciómetro.
- ✓ Kit de análisis de la calidad de agua (nitritos, amoníaco y alcalinidad).

### **3.4 Etapa experimental**

#### **3.4.1 Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental. En la que se evaluó el crecimiento y supervivencia de los peces empleando tres tipos de tratamientos en estanques de un área de 1000 m<sup>2</sup>, y con siembra de 1000 peces/estanque, con tres replicas cada uno.

#### **3.4.2 Universo y población**

La especie en estudio fue el paco (*Piaractus brachypomus*), donde los alevinos fueron proporcionados por la Dirección Regional de la Producción de Madre de Dios.

### 3.4.3 Tamaño de la muestra

En la presente tesis se empleó un muestreo aleatorio simple (al azar), donde cada muestra seleccionada en cada monitoreo tuvo igual probabilidad de ser seleccionada como parte de la muestra.

### 3.4.4 Muestreo al azar

Este muestreo es el tipo que alcanza mayor rigor científico y se caracteriza porque se cumple el principio de la equiprobabilidad, según el cual todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de salir elegidos en la muestra. Para determinar la muestra representativa se utilizó la siguiente fórmula (Wikipedia, 2011):

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N - 1)) + k^2 \times p \times q}$$

**Dónde:**

N= Total de la población

k = 1,962 (la seguridad es del 95%)

P = Proporción esperada (para este caso es 5% = 0,05)

q = 1 – p (en este caso es 1-0,05 = 95%)

e = 3% (Nivel de confianza)

n = muestra a determinar

**Nota:** Una vez obtenida la muestra que se tendría que extraer para que sea representativa, se estandarizo a una muestra de 100 peces/estanque, con la finalidad que nuestras evaluaciones tengan la mayor exactitud posible, empleando un DBC, diseño de bloques al azar.

EL diseño de bloques al azar (DBC), consiste cuando el material es heterogéneo, las unidades experimentales se agrupan de forma homogénea formando grupos homogéneos llamados bloques, en este caso en la parte experimental se han evaluado 3 grupos de pozas compuestas cada grupo de tres duplicados con las misma cantidad de unidades de peces (1000 unidades de peces/poza)

### **3.4.5 Instalaciones y acondicionamiento de las unidades experimentales**

Se acondicionaron 9 estanques de tierra, donde al momento de sembrar los alevinos de paco tenían un peso promedio inicial de 5g, teniendo una temperatura de 26°C y 30°C.

### **3.4.6 Frecuencia y forma de alimentación**

Se alimentaron a los peces en 3 veces/día, entre las 8:00am, 12:00 de mediodía y 16:00pm, la forma de alimentación fue al azar (por boleo).

La tasa alimenticia de los peces se fijó tomando en cuenta la tasa de alimentación de la tabla de alimentación proporcionada por el proveedor (en este caso Purina). Para este caso se empleaba los datos obtenidos durante el muestreo: peso y temperatura. Donde el uso de alimento era ajustado semanalmente, la fórmula empleada era:

$$A = B \times \%T$$

**A** = Ración diaria de alimentación.

**B** = Biomasa.

**% T** = Tasa de alimentación (Fuente: Purina).

### **3.4.7 Evaluación de la calidad de agua**

Se efectuó diariamente en caso del pH y temperatura (°C) y semanalmente en caso de los nitritos (mg/L), amoníaco (mg/L), alcalinidad (mg/L) y oxígeno disuelto (mg/L), estos parámetros serán medidos mediante el uso de los equipos de Oxímetro, potenciómetro y un kit de análisis, las cuales serán tomadas durante el día a las 8:00 am y 4:00pm en caso de la temperatura y 8:00am para el caso de pH, y en caso de los otros parámetros fueron tomados una vez por semana.

### **3.4.8 Diseño experimental y evaluación estadística**

Se emplea una población total de 1000 peces/estanque, los cuales serán distribuidos a 9 socios de la Asociación Tres Fronteras (los 9 socios son considerados dentro del estudio en mención, ya que existían otros socios que no eran considerados dentro del estudio por tener estanques de mayor dimensión), entregándoles a cada uno 1000 alevines, el tiempo de evaluación será de 90 días, donde se empleó un muestreo estadístico al azar con tres tratamientos, siendo los siguientes:

#### **3.4.8.1 Tratamiento 1**

Alimento balanceado sin considerar ningún aditivo, este alimento fue dado a 3 estanques debidamente identificados.

#### **3.4.8.2 Tratamiento 2**

Estaba compuesto por alimento balanceado mezclado con un aditivo, el aditivo era un suplemento de concentrado de pescado, este tratamiento eran brindados a tres estanques debidamente identificados.

### **3.4.8.3 Tratamiento 3**

Consiste en dar alimento balanceado mezclado con el aditivo (suplemento de concentrado de pescado), más la adición de enzimas digestoras de materia orgánica (probiótico) en el agua de cultivo, este tratamiento era brindado a tres estanques diferentes a las anteriores debidamente identificadas.

### **3.4.9 Evaluación estadística**

Los datos serán evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de confianza, para determinar cuál de los tres tratamientos tener mejor influencia en el crecimiento y supervivencia durante el cultivo del paco (*Piaractus brachypomus*).

## CAPITULO IV

Definiciones de ciertos términos para un mejor entendimiento del estudio de investigación.

**4.1 Alimentación exógena.-** En peces es cuando el animal empieza a nutrirse con alimento del medio en que vive.

**4.2 Alimentación inerte.-** Alimento artificial balanceado.

**4.3 Coalimentar.-** En acuicultura larval se refiere a alimentar con dos o más tipos de dietas al mismo tiempo.

**4.4 Columna de agua.-** Zona del estanque comprendida entre el fondo y la superficie del agua.

**4.5 Cultivo.-** Crianza de especies acuáticas marinas y continentales (en este contexto de peces).

**4.6 Densidad.-** Cantidad de animales existentes por unidad de área o volumen.

**4.7 Estanque.-** Recipiente que contiene el medio acuático donde se cultivan peces.

**4.8 Semilla.-** En acuicultura, se refiere al individuo cultivado que se encuentra en etapa de larva que se usa en la siembra inicial para su engorde.

**4.9 Supervivencia.-** Toda la población de animales que sobrevivieron después de un determinado periodo.

**4.10 Tratamiento.-** Ensayo de cada uno de los parámetros investigados.

**4.11 Calidad de agua.-** Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua.

**4.12 Enzima.-** Son moléculas de naturaleza proteica, carbohidratos o lípidos que catalizan reacciones químicas, siempre que sean termodinámicamente posibles.

**4.13 Ensilado de pescado.-** Es un proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica que produce ácido láctico y una disminución del pH por debajo de 5. Permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mucho mejor que el henificado, pero precisa de mayores inversiones y conocimientos para conseguir un producto de calidad.

## RESULTADOS

### 5.1 Parámetros fisicoquímicos

Los principales parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua durante el cultivo del paco, fueron evaluados *in situ* como la temperatura y pH que se realizó diariamente y en el caso de la evaluación de nitritos, amoniacado, alcalinidad y oxígeno disuelto que se realizó semestralmente, mostrándose en la tabla N° 2, los resultados promedios obtenidos durante la culminación de la investigación.

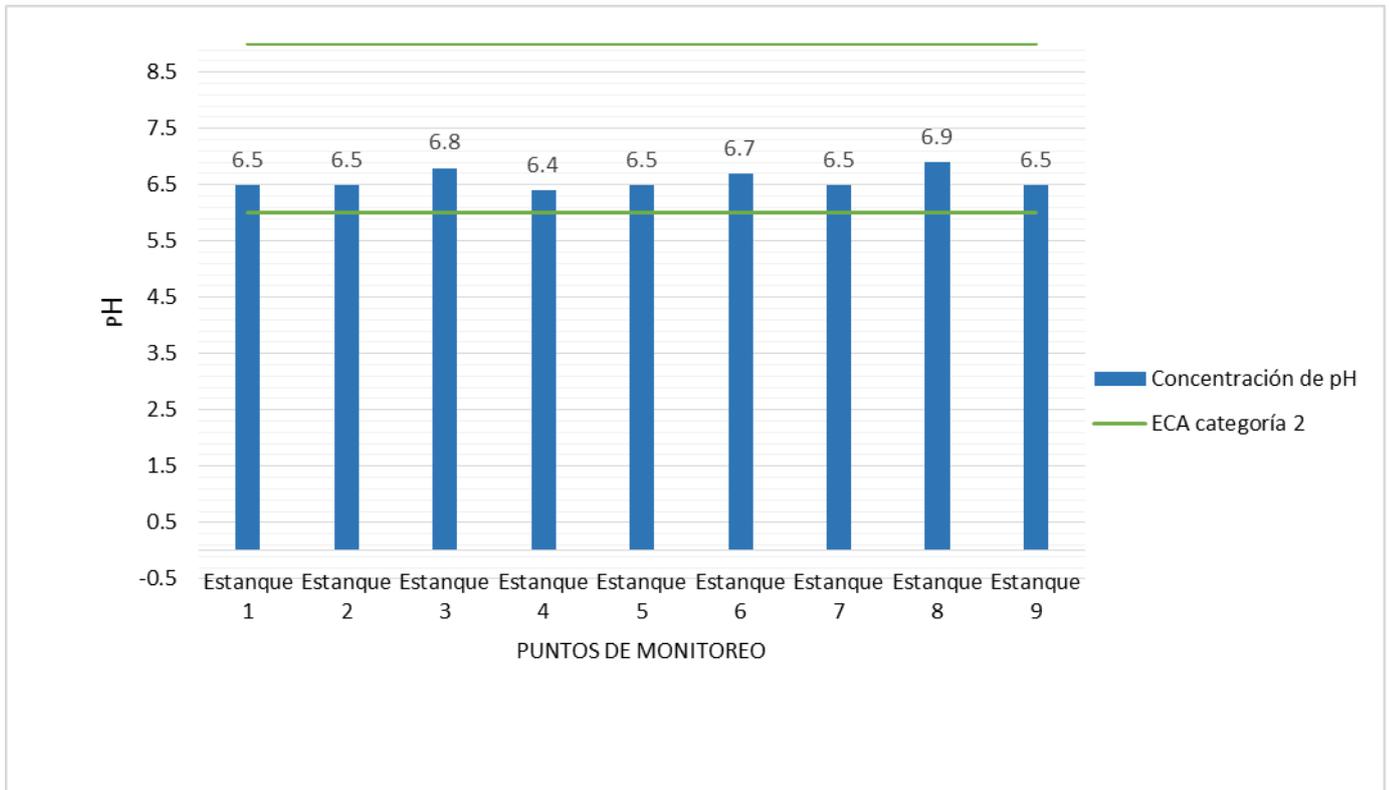
**Tabla N° 2:** Resultados de los parámetros fisicoquímicos durante el proceso de investigación.

Parámetros	pH	Temperatura		Oxígeno disuelto	Nitritos	Amoniacado	Alcalinidad
		°C					
Unidades	--	8:00am	16:00pm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
N° de Estanque							
Estanque 1	6,5	26 ± 1,2	28 ± 1,2	5,4 ± 0,5	0,05	1,0	8,0
Estanque 2	6,5	27 ± 1,2	29 ± 1,2	5,3 ± 0,5	0,05	0,02	16,0
Estanque 3	6,8	25 ± 1,2	28 ± 1,2	5,6 ± 0,5	0,06	0,01	20,0
Estanque 4	6,4	27 ± 1,2	29 ± 1,2	5,5 ± 0,5	0,05	0,02	26,0
Estanque 5	6,5	26 ± 1,2	28 ± 1,2	5,2 ± 0,5	0,06	0,02	30,0
Estanque 6	6,7	27 ± 1,2	30 ± 1,2	5,5 ± 0,5	0,05	0,08	28,0
Estanque 7	6,5	26 ± 1,2	28 ± 1,2	5,4 ± 0,5	0,05	1,00	20,0
Estanque 8	6,9	26 ± 1,2	29 ± 1,2	5,8 ± 0,5	0,08	0,02	11,0
Estanque 9	6,5	25 ± 1,2	27 ± 1,2	5,5 ± 0,5	0,05	0,04	16,0

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

### 5.1.1 Evaluación a través de graficas de los parámetros fisicoquímicos durante el cultivo del paco (*Piaractus brachypomus*).

#### ❖ Evaluación del pH.

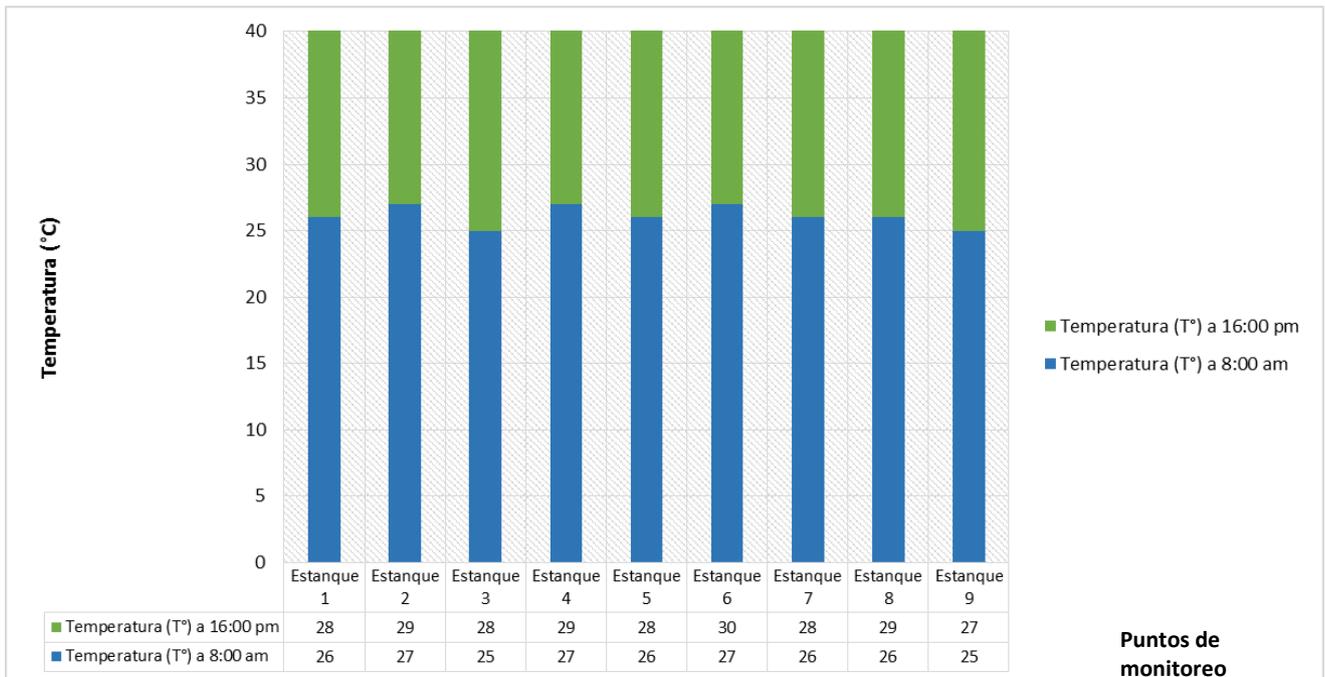


**Figura N° 1:** Evaluación de pH.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), se tuvo como resultado de pH promedios para los estanques en evaluación entre 6,4 a 6,9 encontrándose dentro de los estándares de calidad de agua, categoría 2 del D.S. 015 - 2015 - MINAM.

❖ Evaluación de la temperatura.

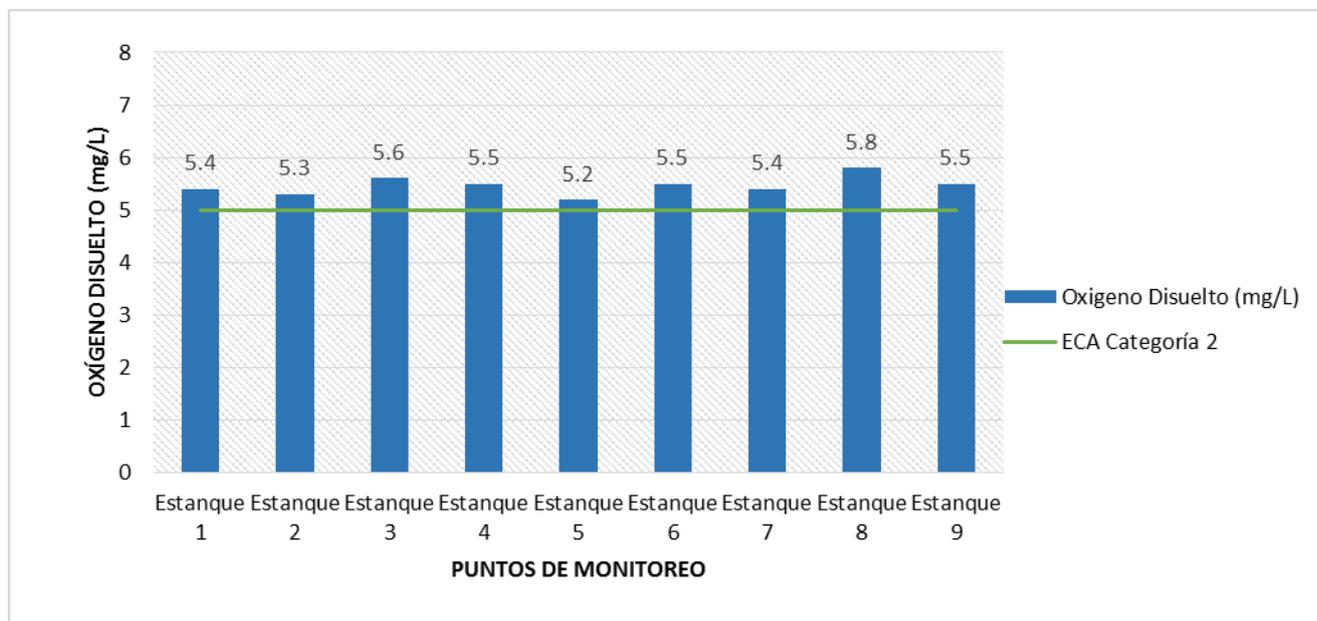


**Figura N° 2:** Evaluación de la temperatura.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), se tuvo como resultado de la temperatura promedios para los estanques en evaluación entre 25°C y 27°C a las 8:00am y 27°C y 30°C a las 16:00pm, encontrándose dentro de los estándares de calidad de agua, categoría 2 del D.S. 015 - 2015 - MINAM.

❖ Evaluación del oxígeno disuelto.

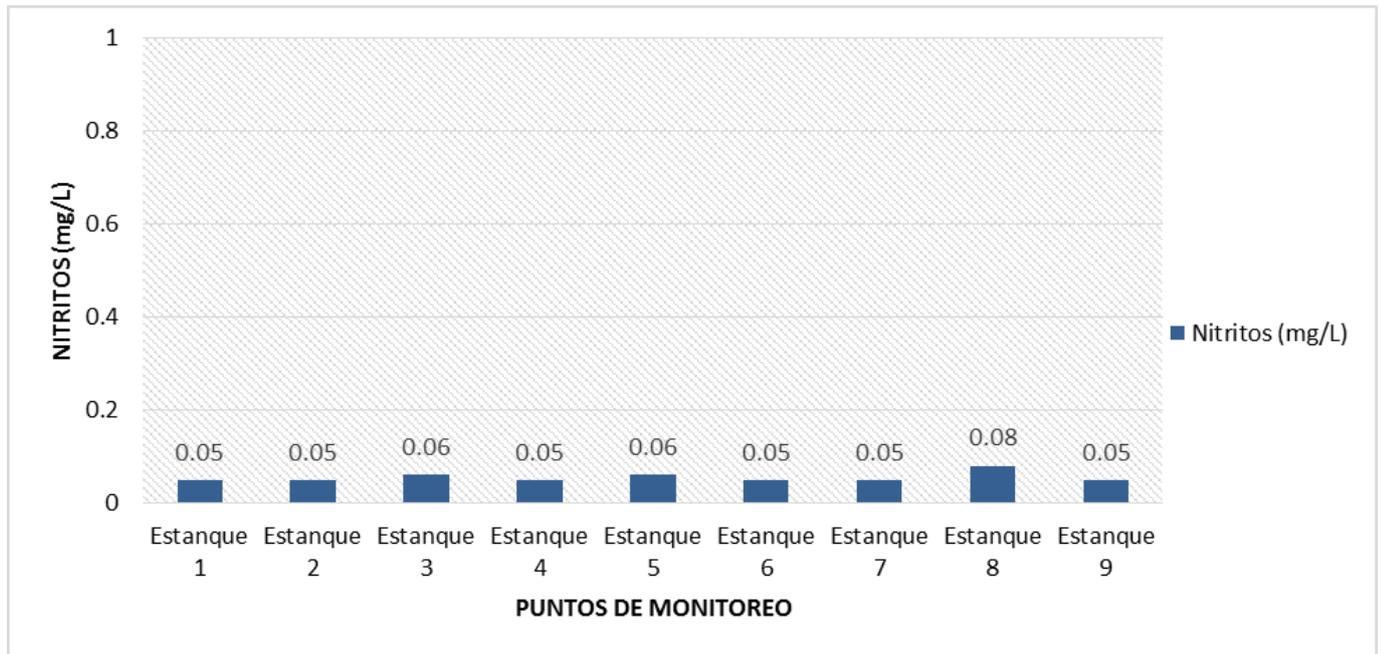


**Figura N° 3:** Evaluación de oxígeno disuelto.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), se tuvo como resultado de oxígeno disuelto promedios para los estanques en evaluación entre 5,2 mg/L a 5,8 mg/L encontrándose dentro de los estándares de calidad de agua, categoría 2 del D.S. 015 - 2015 - MINAM.

❖ Evaluación de los nitritos.

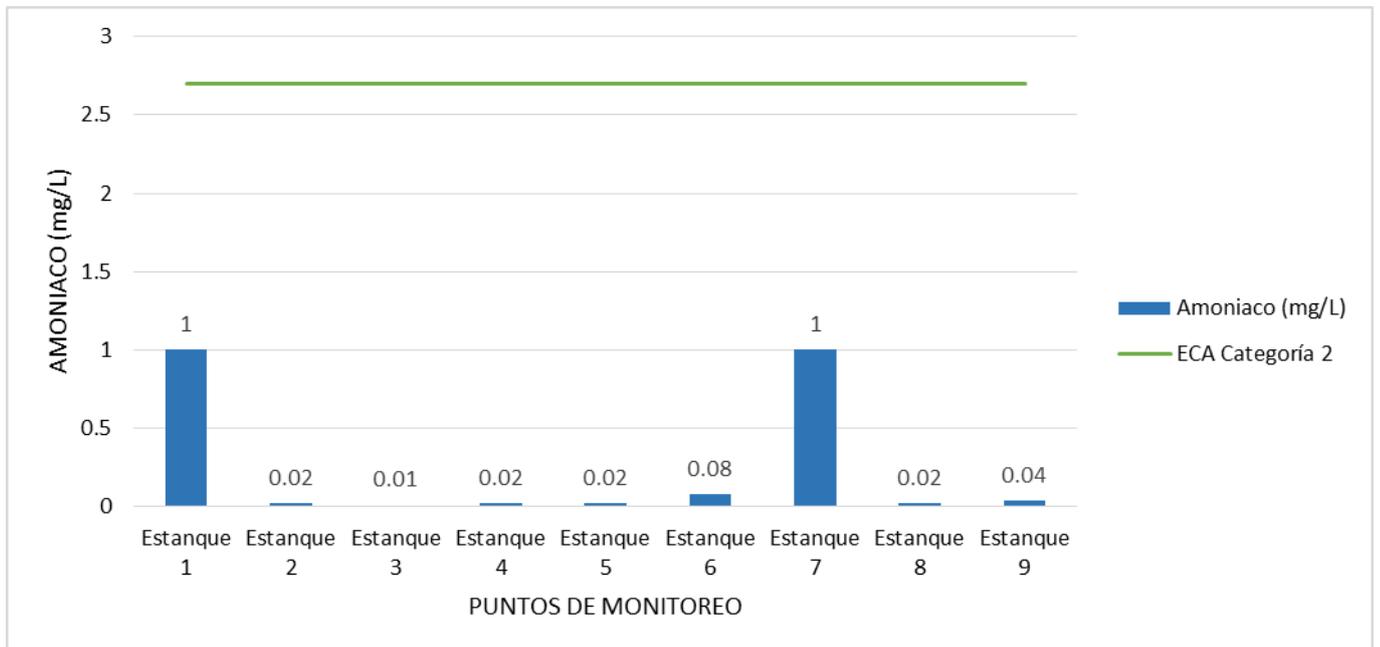


**Figura N° 4:** Evaluación de nitritos.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), se tuvo como resultado de nitrato promedio para los estanques en evaluación entre 0,05 mg/L y 0,08 mg/L.

❖ Evaluación del amoníaco.

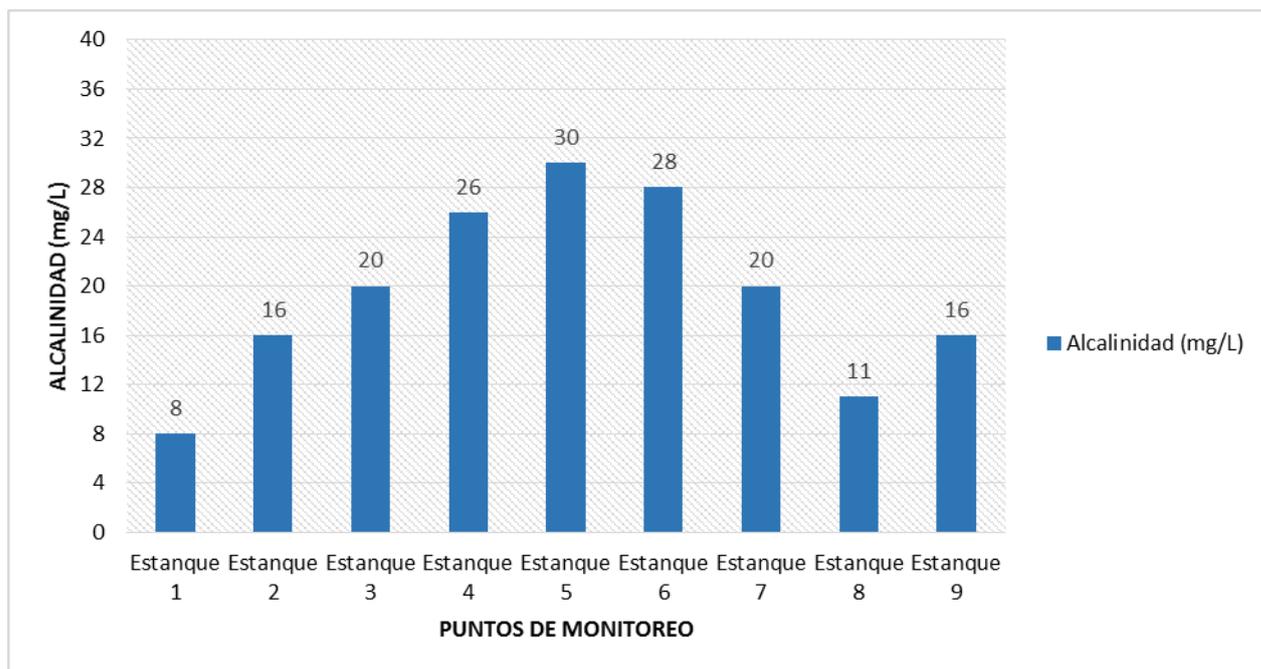


**Figura N° 5:** Evaluación del amoníaco.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachipomus*), se tuvo como resultado de amoníaco promedio para los estanques en evaluación entre 0.02 mg/L a 1,00 mg/L encontrándose dentro de los estándares de calidad de agua, categoría 2 del D.S. 015 - 2015 - MINAM.

❖ Evaluación de la alcalinidad.



**Figura N° 6:** Evaluación de la alcalinidad.

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachyomus*), se tuvo como resultado de alcalinidad promedio para los estanques en evaluación entre 7,0 mg/L a 16,0 mg/L.

## **5.2 Evaluación y resultados del crecimiento y supervivencia durante la investigación con los tres tipos de tratamientos empleados en el cultivo del paco (*Piaractus brachyomus*).**

A continuación se presenta los resultados obtenidos durante los muestreos realizados a los peces en cultivo en la Asociación Tres Fronteras, previo a esto se presentan los nombres de las personas que integran la asociación y que fueron evaluadas durante la investigación.

### 5.2.1 Nombre de asociados e identificación de los estanques en evaluación

**Tabla N° 3:** Nombre de asociados e identificación de estanques.

IDENTIFICACION DE ESTANQUES	NOMBRE DE ASOCIADO	ALIMENTO BALANCEADO	ENSILADO	PROBIÓTICO	TRATAMIENTO
Estanque 1	Jorge Melgar Quispe	X	--	--	Tratamiento 1
Estanque 2	Ricardo Quispe Quispe	X	--	--	
Estanque 3	Adelaida Espinoza	X	--	--	
Estanque 4	Huacallo	X	--	X	Tratamiento 2
Estanque 5	Víctor Varga Guerra	X	--	X	
Estanque 6	Gotardo Guerra Roque	X	--	X	
Estanque 7	Madeleine Pedrasa	X	X	X	Tratamiento 3
Estanque 8	Ricardo Valderrama	X	X	X	
Estanque 9	Jesús Quispe Lima	X	X	X	

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

**Tabla N° 4:** Alimento balanceado entregado a los asociados.

IDENTIFICACION DE ESTANQUES	NOMBRE DE ASOCIADO	ALIMENTO BALANCEADO		
		INICIO (sacos)	CRECIMIENTO (sacos)	ENGORDE (sacos)
Estanque 1	Jorge Melgar Quispe	4	20	25
Estanque 2	Ricardo Quispe Quispe	4	20	25
Estanque 3	Adelaida Espinoza	4	20	25
Estanque 4	Huacallo	4	20	25
Estanque 5	Víctor Varga Guerra	4	20	25
Estanque 6	Gotardo Guerra Roque	4	20	25
Estanque 7	Madeleine Pedrasa	4	20	25
Estanque 8	Ricardo Valderrama	4	20	25
Estanque 9	Jesús Quispe Lima	4	20	25

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

- **Alimento de Inicio:** Cada saco pesaba 25kg
- **Alimento de Crecimiento:** Cada saco pesaba 25kg
- **Alimento de Engorde:** Cada saco pesaba 35kg

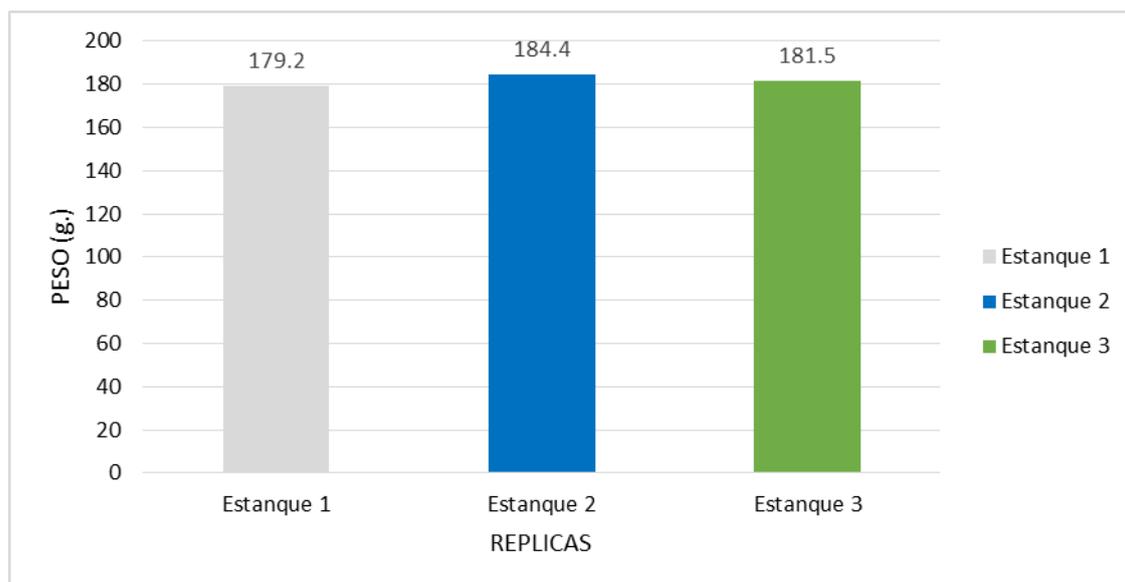
## 5.2.2 Resultados obtenidos del muestreo durante el trabajo de investigación.

➤ Estanque 1, 2 y 3: Tratamiento 1 (Peso (g)).

**Tabla N° 5:** Evaluación del tratamiento 1: Peso (g)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: PESO (g)		
		ESTANQUE 1	ESTANQUE 2	ESTANQUE 3
Tratamiento 1: <b>Alimento Balanceado</b>	03/01/2014	3,0	3,0	3,0
	10/01/2014	4,0	3,9	3,5
	17/01/2014	4,9	5,0	5,1
	24/01/2014	10,0	11,1	9,8
	31/01/2014	12,4	13,9	13,1
	07/02/2014	16,0	16,4	16,1
	14/02/2014	20,4	39,1	26,5
	21/02/2014	51,3	52,4	50,4
	28/02/2014	72,4	71,5	69,2
	07/03/2014	108,9	115,4	110,2
	14/03/2014	134,2	135,0	132,1
	21/03/2014	161,2	168,2	169,2
	28/03/2014	179,2	184,4	181,5

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



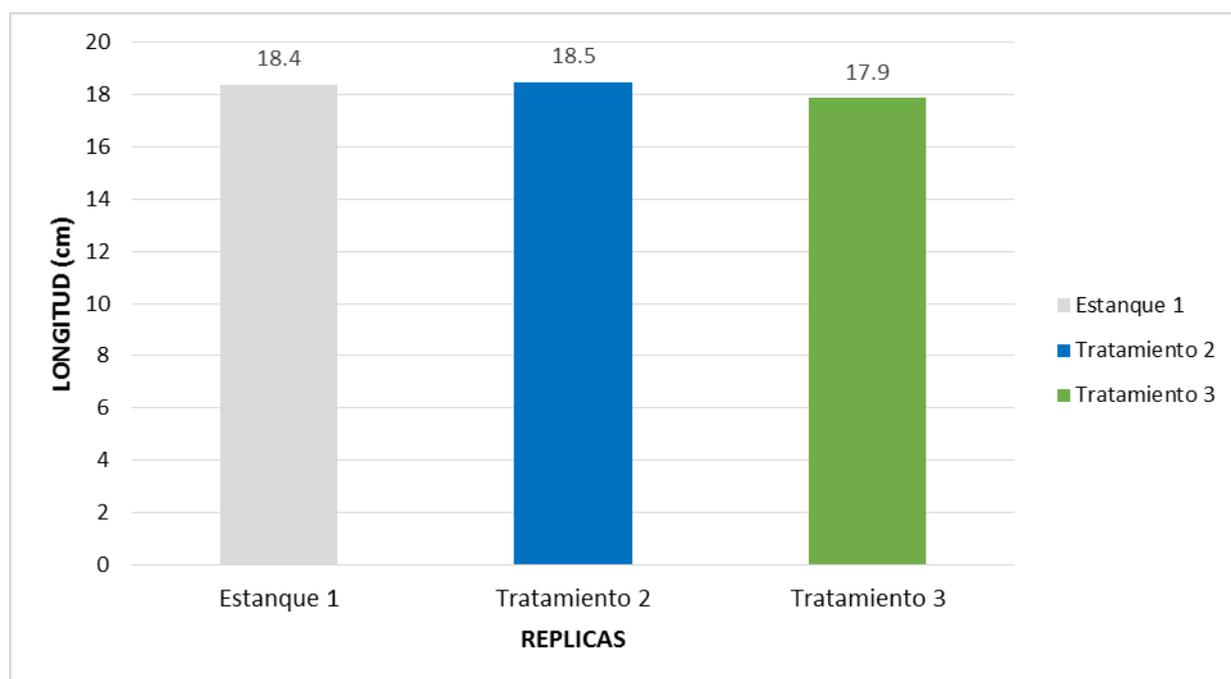
**Figura N° 7:** Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.

➤ **Estanque 1, 2 y 3: Tratamiento 1 (longitud (cm)).**

**Tabla N° 6:** Evaluación del tratamiento 1: longitud (cm)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: LONGITUD (cm)		
		ESTANQUE 1	ESTANQUE 2	ESTANQUE 3
Tratamiento 1: <b>Alimento Balanceado</b>	03/01/2014	2,0	2,0	2,0
	10/01/2014	2,5	2,4	2,4
	17/01/2014	2,8	3,1	3,0
	24/01/2014	4,1	4,4	4,1
	31/01/2014	5,4	5,5	5,1
	07/02/2014	7,1	8,2	8,1
	14/02/2014	9,8	10,2	10,1
	21/02/2014	10,0	10,8	10,4
	28/02/2014	11,1	11,4	11,2
	07/03/2014	13,1	13,2	13,3
	14/03/2014	16,2	15,9	16,3
	21/03/2014	18,1	17,9	17,2
	28/03/2014	18,4	18,5	17,9

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



**Figura N° 8:** Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.

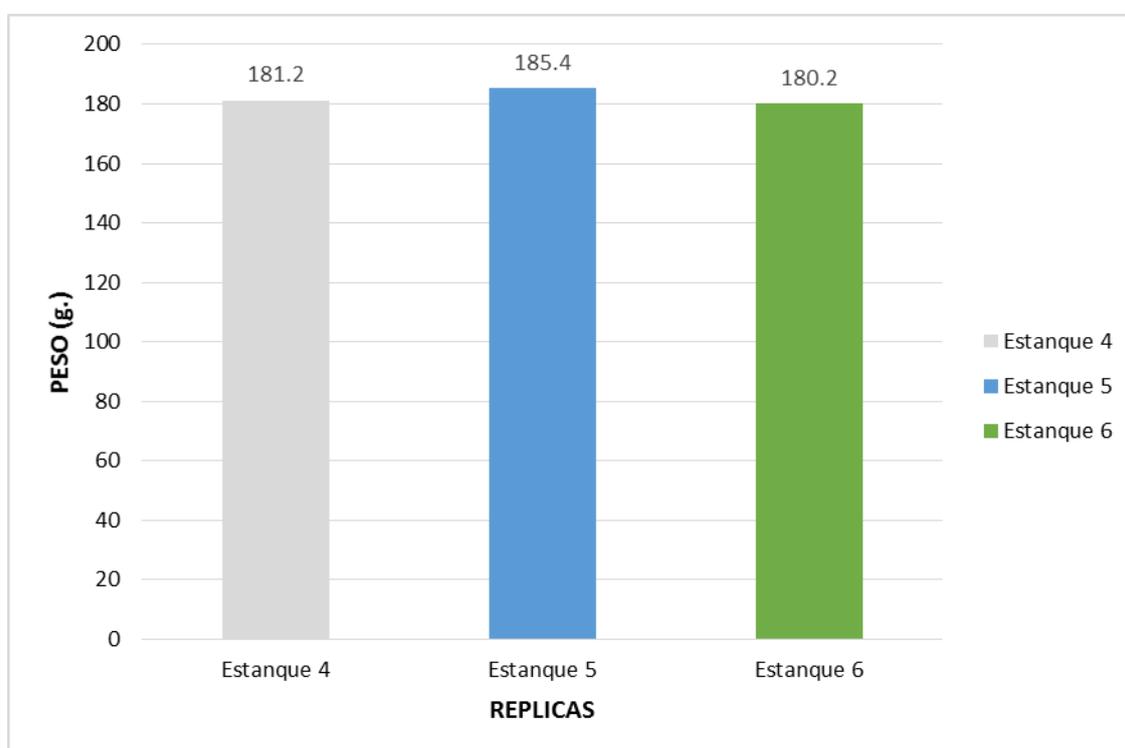
Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), el uso del tratamiento 1 se tuvo como resultado en la medición de peso (g) y longitud (cm) de las muestras (peces cultivados) evaluadas en el estanque 1 fue de 179,2g y 18,4cm; en el estanque 2 fue de 184,4g y 18,5cm y en el estanque 3 tuvo como resultado 181,5g y 17,9cm.

➤ **Estanque 4, 5 y 6:** Tratamiento 2 (Peso (g)).

**Tabla N° 7:** Evaluación del tratamiento 2: Peso (g)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: PESO (g)		
		ESTANQUE 4	ESTANQUE 5	ESTANQUE 6
Tratamiento 2: <b>Alimento Balanceado + Probiótico (enzima)</b>	03/01/2014	3,0	3,0	3,0
	10/01/2014	4,1	4,0	3,6
	17/01/2014	4,9	5,0	5,2
	24/01/2014	10,5	11,1	9,7
	31/01/2014	12,5	14,1	13,2
	07/02/2014	17,1	17,8	16,3
	14/02/2014	20,8	31,4	26,4
	21/02/2014	50,4	51,4	51,5
	28/02/2014	73,4	71,5	72,4
	07/03/2014	105,7	115,4	108,9
	14/03/2014	139,2	135,0	136,4
	21/03/2014	168,4	171,1	169,1
	28/03/2014	181,2	185,4	180,2

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



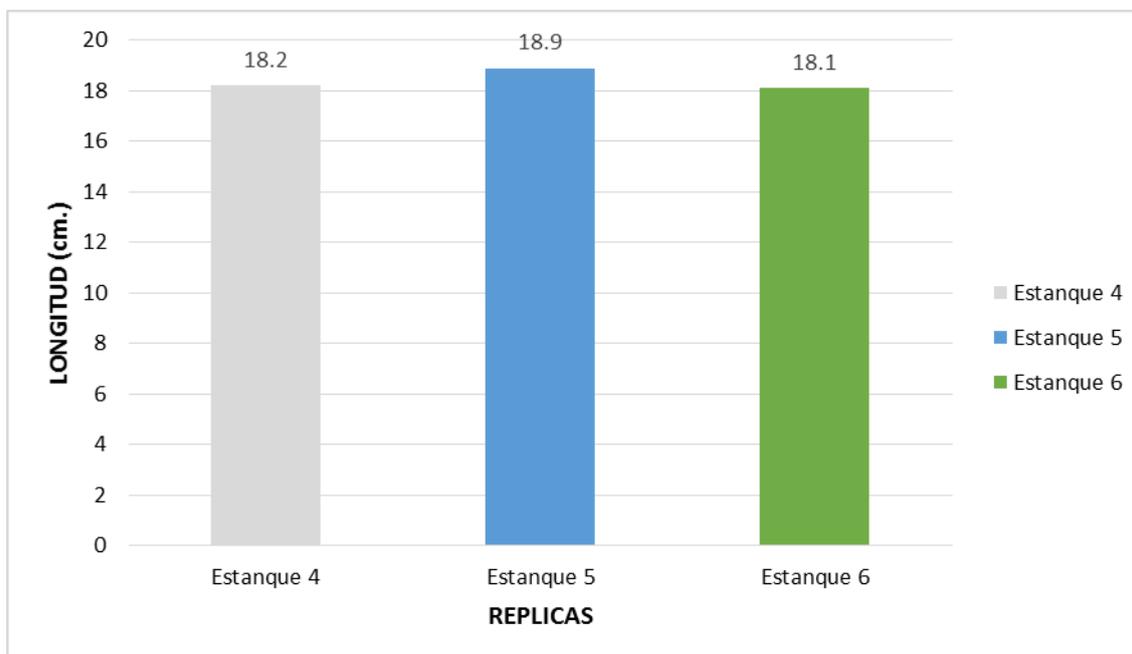
**Figura N° 9:** Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.

➤ **Estanque 4, 5 y 6:** Tratamiento 2 (longitud (cm)).

**Tabla N° 8:** Evaluación del tratamiento 2: longitud (cm)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: LONGITUD (cm)		
		ESTANQUE 4	ESTANQUE 5	ESTANQUE 6
Tratamiento 2: <b>Alimento Balanceado</b> + <b>Probiótico (enzima)</b>	03/01/2014	2,0	2,0	2,0
	10/01/2014	2,7	2,6	2,5
	17/01/2014	2,9	3,1	3,1
	24/01/2014	4,3	4,6	4,0
	31/01/2014	5,5	5,7	5,3
	07/02/2014	7,4	8,4	7,9
	14/02/2014	9,9	10,1	9,4
	21/02/2014	10,4	10,8	10,5
	28/02/2014	11,2	11,6	11,4
	07/03/2014	13,2	13,4	13,5
	14/03/2014	15,9	16,1	16,3
	21/03/2014	17,8	18,1	17,4
	28/03/2014	18,2	18,9	18,1

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



**Figura N° 10:** Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.

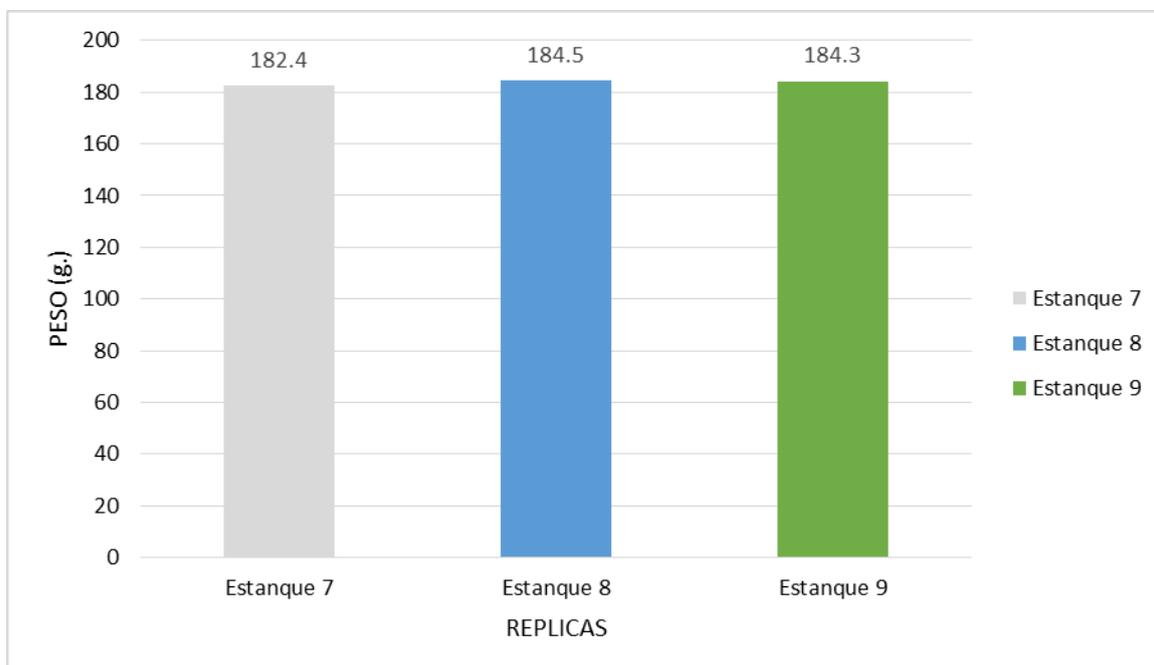
Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), el uso del tratamiento 2 se tuvo como resultado en la medición de peso (g) y longitud (cm) de las muestras (peces cultivados) evaluadas en el estanque 4 fue de 181,2g y 18,2cm; en el estanque 5 fue de 185,4g y 18,9cm y en el estanque 6 tuvo como resultado 180,2g y 18,1cm.

➤ **Estanque 7, 8 y 9:** Tratamiento 3 (Peso (g)).

**Tabla N° 9:** Evaluación del tratamiento 3: Peso (g)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: PESO (g)		
		ESTANQUE 7	ESTANQUE 8	ESTANQUE 9
Tratamiento 3: <b>Alimento Balanceado</b> + <b>Probiótico (enzima)</b> + <b>Ensilado</b>	03/01/2014	3,0	3,0	3,0
	10/01/2014	4,3	4,5	4,2
	17/01/2014	5,4	5,4	5,1
	24/01/2014	11,2	12,1	11,2
	31/01/2014	13,4	14,4	13,9
	07/02/2014	17,9	16,9	17,1
	14/02/2014	23,4	30,9	28,4
	21/02/2014	49,8	52,1	50,9
	28/02/2014	74,1	75,1	73,9
	07/03/2014	106,7	108,7	109,4
	14/03/2014	138,4	133,7	135,7
	21/03/2014	169,4	178,0	174,7
	28/03/2014	182,4	184,5	184,3

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



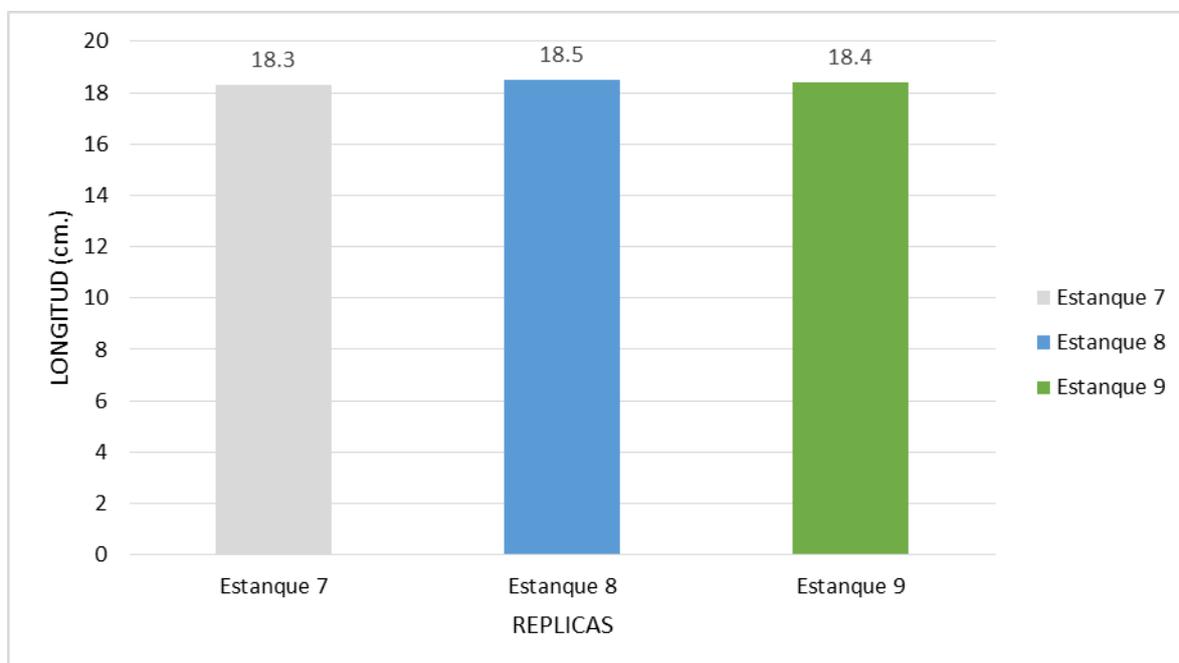
**Figura N° 11:** Evaluación del crecimiento a través de la medición del peso.

➤ **Estanque 7, 8 y 9:** Tratamiento 3 (longitud (cm)).

**Tabla N° 10:** Evaluación del Tratamiento 3: longitud (cm)

TRATAMIENTO	FECHA	EVALUACION DE CRECIMIENTO: LONGITUD (cm)		
		ESTANQUE 7	ESTANQUE 8	ESTANQUE 9
Tratamiento 3: <b>Alimento Balanceado</b> + <b>Probiótico (enzima)</b> + <b>Ensilado</b>	03/01/2014	2,0	2,0	2,0
	10/01/2014	3,0	3,2	3,1
	17/01/2014	3,4	3,4	3,5
	24/01/2014	4,4	4,7	4,1
	31/01/2014	5,6	5,5	5,4
	07/02/2014	7,5	8,2	8,1
	14/02/2014	9,8	10,4	9,7
	21/02/2014	10,4	10,9	10,3
	28/02/2014	11,4	11,8	11,3
	07/03/2014	13,3	13,6	13,7
	14/03/2014	15,7	15,9	15,9
	21/03/2014	17,9	17,8	17,7
	28/03/2014	18,3	18,5	18,4

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



**Figura N° 12:** Evaluación del crecimiento a través de la medición de la longitud.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), el uso del tratamiento 3 se tuvo como resultado en la medición de peso (g) y longitud (cm) de las muestras (peces cultivados) evaluadas en el estanque 7 fue de 182,4g y 18,3cm; en el estanque 8 fue de 184,5g y 18,5cm y en el estanque 9 tuvo como resultado 184,3g y 18,4cm.

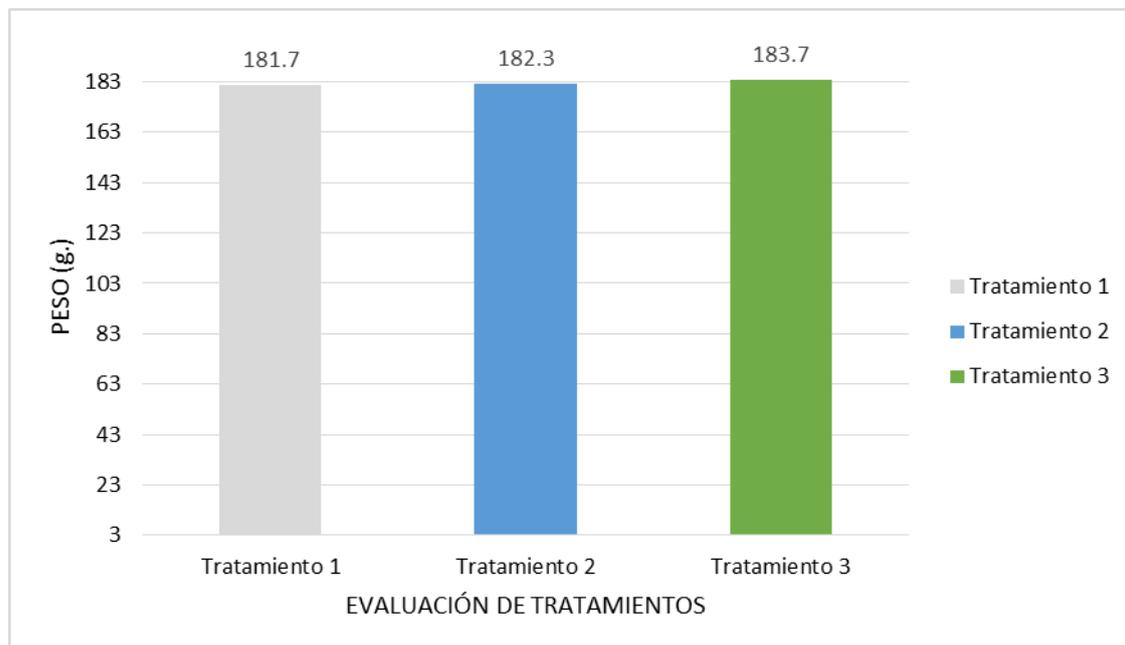
### 5.2.3 Evaluación del crecimiento y supervivencia de los resultados obtenidos del empleo de los tratamientos 1, 2 y 3

- Evaluación de crecimiento, mediante los resultados obtenidos promedios de los tratamientos 1, 2 y 3.

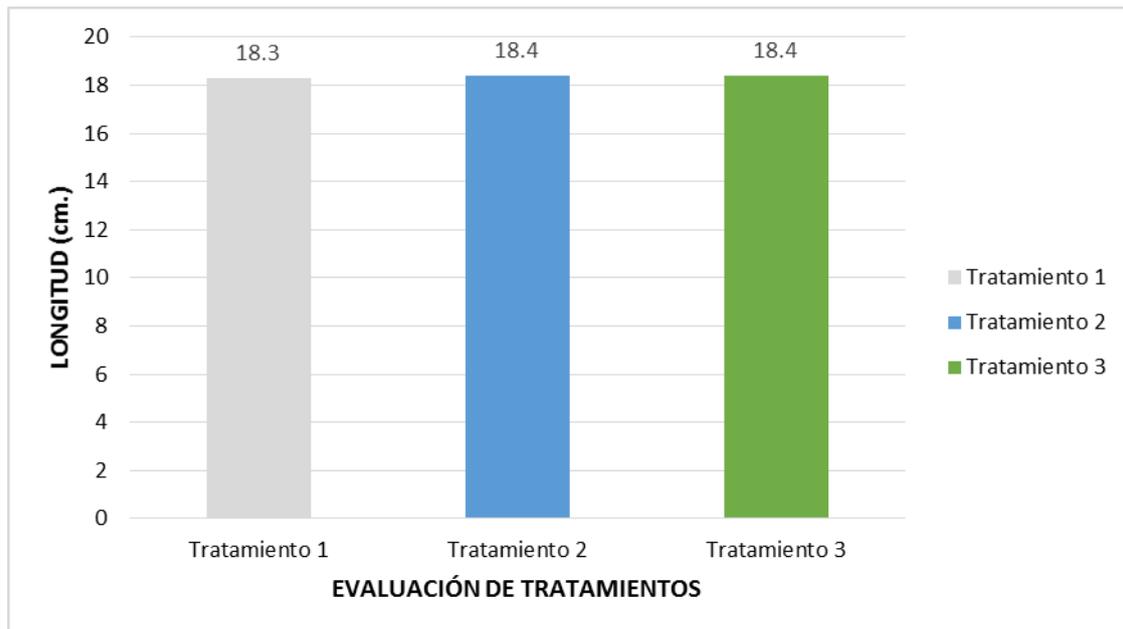
**Tabla N° 11:** Evaluación de crecimiento

TRATAMIENTO	Peso (g)	Longitud (cm)
Tratamiento 1	181,7	18,3
Tratamiento 2	182,3	18,4
Tratamiento 3	183,7	18,4

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



**Figura N° 13:** Evaluación de los tratamientos a través de la medición del peso.



**Figura N° 14:** Evaluación de los tratamientos a través de la medición de la longitud.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), el uso del tratamiento 1 se obtuvo como resultado 181,7g y 18,3cm; en el tratamiento 2 el resultado fue 182,3g y 18,4cm y en el tratamiento 3 se obtuvo como resultado 183,7g y 18,4cm.

➤ **Evaluación de supervivencia y mortalidad obtenida al final del trabajo de investigación.**

**Tabla N° 12:** Evaluación de la supervivencia y mortalidad

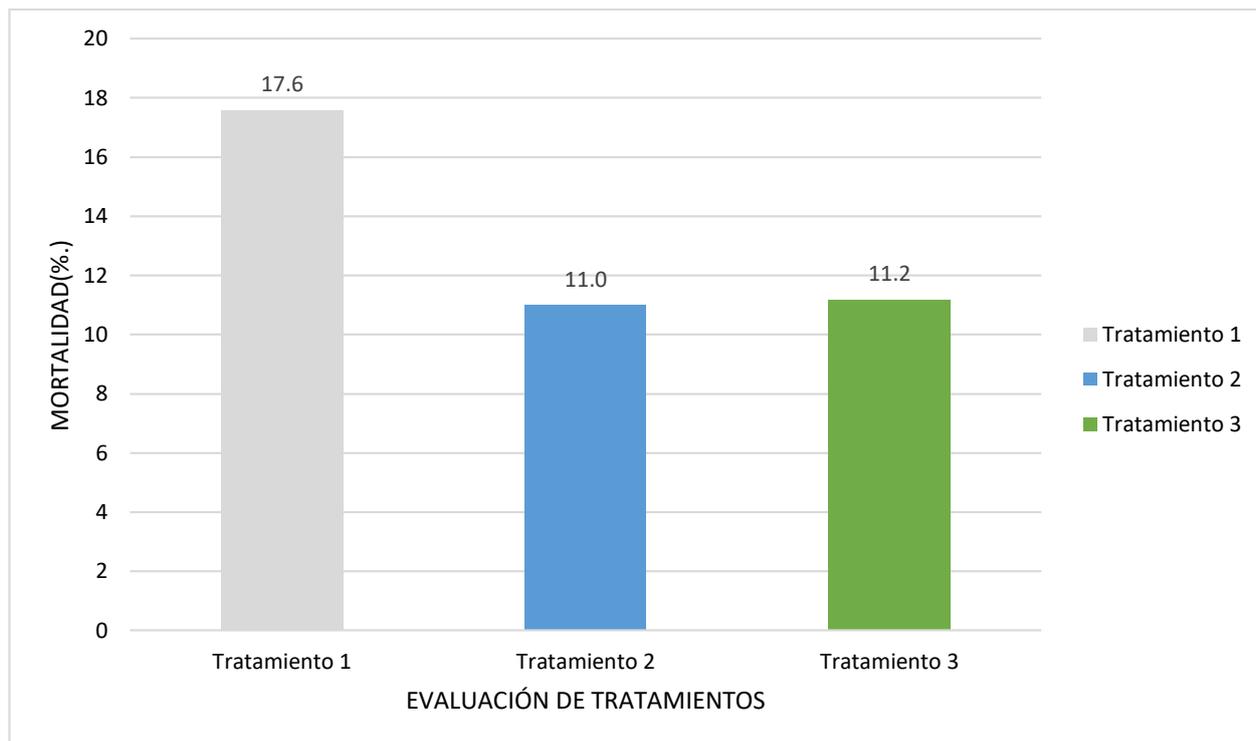
<b>TRATAMIENTO</b>	<b>N° Peces al inicio</b>	<b>Mortalidad</b>	<b>N° Peces al final</b>
Tratamiento 1	1000	176	824
Tratamiento 2	1000	110	890
Tratamiento 3	1000	112	888

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.

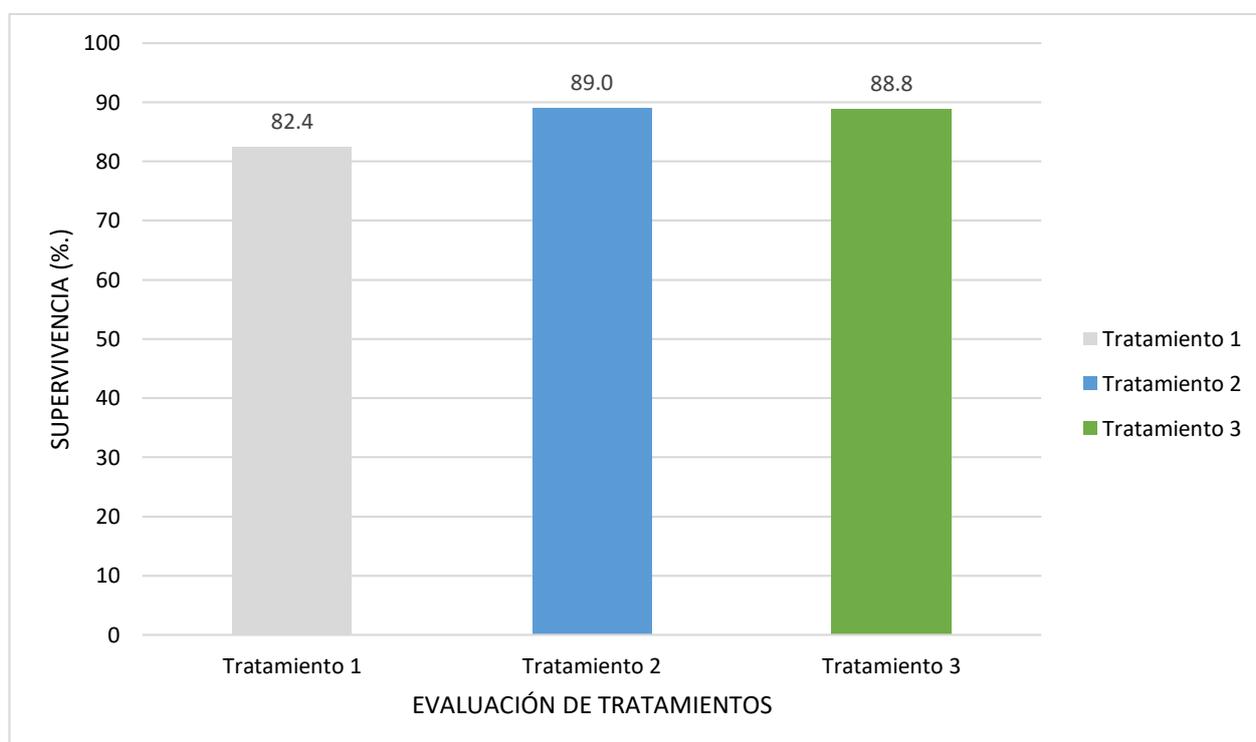
**Tabla N° 13:** Evaluación de la supervivencia y mortalidad expresados en porcentaje.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Mortalidad (%)</b>	<b>Supervivencia (%)</b>
Tratamiento 1	17,6	82,4
Tratamiento 2	11,0	89,0
Tratamiento 3	11,2	88,8

**Fuente:** Elaborado por Laura Milagros Sánchez Mora.



**Figura N° 15:** Evaluación de la mortalidad obtenida al final de trabajo de investigación.



**Figura N° 16:** Evaluación de la supervivencia obtenida al final de trabajo de investigación.

Durante el trabajo de investigación del cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), se obtuvo como mortalidad en el tratamiento 1 (17,6%), en el tratamiento 2 se obtuvo como resultado (11,0) y en el tratamiento 3 fue de (11,2%).

Para el tratamiento 1 se obtuvo como supervivencia 82,4%, para el tratamiento 2 se obtuvo como resultado 89% y para el tratamiento 3 el resultado fue de 88,8%.

## DISCUSION

- El cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*), así como otras especies que presentan una alimentación planctófaga (Sánchez, 2005; Ismiño *et al.*, 2006), al llevarlo a un requerimiento de alimento balanceado (artificial) puede presentar un crecimiento en menor tiempo hasta obtener la talla comercial de acuerdo a los requerimientos del mercado actual, haciendo a esta especie un organismo de gran potencial acuícola.
- En requerimientos de parámetros fisicoquímicos para el cultivo de esta especie, el centro presenta las condiciones óptimas para llevar a cabo su cultivo, como por ejemplo para el requerimiento de oxígeno disuelto se requiere concentraciones por encima de los 5 mg/L (PRODUCE, 2011), en dentro de los estudio de investigación se tiene estas concentraciones óptimas para llevar a cabo el cultivo de paco (*Piaractus brachypomus*).
- Se observa que existe mayor supervivencia en los tratamientos T2 y T3, esto se puede deber que al uso del probiótico (enzima) para la calidad de agua mejora las condiciones fisicoquímicas para el desarrollo de este cultivo tal como lo afirma Boyd, 2005 así como el uso del ensilado incrementa los requerimientos proteínicos al ser combinado con el alimento balanceado y consumido por la especie en cultivo mejorando su desarrollo de la especie.
- En relación al uso de ensilados, Llanes *et al.*, (2001b) y Toledo *et al.*, (2001), desarrollaron varias tecnologías de ensilajes (conservación de materia orgánica en medio ácido), para estos desechos con resultados alentadores, debido a que el ensilado incrementa el desarrollo de la especie en peso y longitud, mismos resultados se obtuvo en la presente investigación, donde los resultados fueron

mejores en los tratamientos T2 y T3 debido al empleo del ensilado dentro de la dieta de la especie cultivada.

- En 1991, Porubcan reportó intentos para mejorar la calidad del agua y rendimiento de producción de *Penaeus monodon*. En un primer experimento (Porubcan, 1991a), utilizó biofiltros flotantes preinoculados con una bacteria nitrificante que disminuyó las cantidades de amonio y nitritos en el agua, mejorando la calidad de agua y mejorando las condiciones ambientales para el mejor desarrollo de la especie, similares resultados se obtuvieron en la presente investigación sobre todo en los tratamientos T2 y T3 donde se emplearon probióticos para la mejora de la calidad de agua.

## CONCLUSIONES

- Durante el cultivo del paco (*Piaractus brachypomus*), se puede observar que se tiene un mejor crecimiento con el tratamiento 3, esto se puede deber al uso del suplemento como el ensilado en el alimento y el uso del probiótico para mejorar la calidad de agua, así como las condiciones climáticas son las adecuadas ya que están dentro de lo aceptable para el crecimiento de esta especie, a la vez presenta una mortalidad menor al tratamiento 1 y presenta mejor supervivencia que el tratamiento 1 y mortalidad y supervivencia similares al tratamiento 2.
- En caso de la presencia de depredadores, eran ausentes en los estanques, pero si se observaba presencia de ranas a cierta distancia de los estanques, que pueden influir como depredadores durante la noche, donde no existe vigilancia de los estanques durante el proceso de investigación ya que los estanques estaban muy alejadas unos a otros y la manera de poder llegar era con movilidad propia de la misma DIREPRO de Madre de Dios.
- El uso del probiótico en el agua si bien es cierto puede mejorar la calidad de agua pero su efecto en el crecimiento no es tan significativo en comparación al agregar solamente alimento balanceado, en caso del empleo del ensilado combinado con el probiótico y con el alimento balanceado sus resultados son mejores en cuanto a peso y tamaño durante el cultivo del paco.

## RECOMENDACIONES

- Antes de realizar cualquier cultivo de una determinada especie, se debe conocer las características fisicoquímicas de la calidad de agua, para ver si son aptas para el cultivo de acuerdo a los requerimientos de la especie a cultivar.
- Conocer la técnica de cultivo que se va emplear en relación al tipo de alimento a brindar a la especie y como se le va a dar, ya sea por boleo o mediante el uso de muestreadores.
- Contar con registros de los Monitoreos realizados cada cierto tiempo en forma ordenada y clara, que permitirán tomar decisiones como por ejemplo recambios de agua, aumentar la ración de alimento, utilizar un aditivo para mejorar el crecimiento o la misma calidad de agua.
- Conocer las características biológicas de la especie a cultivar y si las condiciones climáticas de la zona son las adecuadas para el cultivo de la especie seleccionada.
- Respetar la normatividad ambiental vigente para acuicultura y llevar una armonía con el medio ambiente y el cultivo, ya sea con la planificación de manejo de residuos sólidos peligrosos o no peligrosos.
- Capacitar al personal que apoya en el cultivo y hacer conocer la importancia de su labor dentro del centro de cultivo, en diferentes temas como ambiental, cultivo de la especie, biología de la especie, seguridad, sanidad, otros.

- Realizar monitoreos cada cierto tiempo de la calidad de agua, para ver el comportamiento de la misma, si existe un incremento de los parámetros fisicoquímicos evaluados *in situ* o no.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROINDUSTRIA, 2012. *Incremento de actividad de acuicultura en las regiones NEA, NOA y Centro - Análisis económico para la producción del Pacú*. En: [www.agroindustria.gob.ar](http://www.agroindustria.gob.ar) (Leído por la alumna Laura Milagros Sánchez Mora, el día 08 de mayo del 2017).
2. Araujo-Lima, C. and Goulding, M., 1997. *So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the amazon's tambaqui*. Columbia university press. New York, 191p.
3. Boyd Claude E. (2004). Global Aquaculture Advocate. Abril 2004.
4. Cantelmo, A. & Souza, J. A 1986. *Influencia da Alimentação com diferentes níveis proteicos para o desenvolvimento inicial do pacu, Colossoma mitrei*. In: *Síntese de trabalhos realizados com espécies do género Colossoma*. Projeto Aqüicultura CPTA. Pirassununga. PS. Brasil. 95 pp.
5. Cañas, C.R; 1995. Alimentación y nutrición animal. Puc. Santiago, chile.
6. Chu-Koo, F. & Alcántara F. 2007. *De la selva su acuicultura. Sobre los avances en acuicultura en la Amazonia peruana y las oportunidades de inversión*. Perú Económico, 30(1): 11-12.
7. Deza, S.; Quiroz, S.; Rebaza, M. & Rebaza, C. 2002. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachyomus* (Cuvier, 1818) "Paco" en estanques seminaturales de Pucallpa. *Folia Amazónica* 13 (1 – 2): 49 – 64 pág.
8. Garcia, A.; Tello, S.; Vargas, G.; Duponchelle, F. 2009. Patterns of comercial fish landings in the Loreto región (Peruvian Amazon) between 1984 and 2006. *Fish Physiology and Biochemistry*, 35: 53-67.

9. Guerra, H; 2000. *Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta para la Amazonía peruana*. Perú. Pp.10 - 20.
10. Hephher, B.; 1993. *Nutrición de peces comerciales en estanques*. Edit. Limusa. México. 406p.
11. Ismiño, R.; Sánchez, H.; García, A.; Chávez, C.; Chu-Koo, F. 2006. *Análisis del contenido estomacal del burjurquí - tucunaré *Chaetobranchius semifasciatus* cultivados en estanques piscícolas de la Amazonia Peruana*. 2do Congreso Nacional de Acuicultura. La Molina, Lima. Pag. 98-99.
12. Llanes, J. Toledo, J. & Lazo, J. 2001a. *Utilización del desecho de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus**. ACUACUBA. Pág. 26-31.
13. Lochmann, R.; Chen, R.; Chu-Koo, F.; Camargo, W.; Kohler, C. 2009. Effects of carbohydraterich alternative feedstuffs on growth, survival, body, composition, hematology and non-specific immune response of Black Pacu, *Colossoma macropomum* and Red Pacu, *Piaractus brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 40(1): 33-44.
14. Lovishing, L.; Da Silva, A.; Fernández J. & Carneiro, A. 1974. *Ensayo preliminar de cultivo en estanques del pirapitinga (*Mylossoma bidens*) y del tambaqui (*Colossoma bidens*) de la cuenca del río Amazonas*. Brasil. 24p.
15. Machuca. J. & Poquioma, P. 2008. *Utilización de la harina de lenteja de agua, *Lemna sp* (*Lemnácea*), en la alimentación de alevinos de paco *Piaractus brachypomus* y pacotana (*Piaractus brachypomus x Colossoma macropomum*) criados en jaulas*. Tesis para optar el

- título profesional de Biólogo*. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú. 101 pág.
16. Martínez, R. 2003. *Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies; Prochilodus mariae (coporo), Pseudoplatystoma fasciatum (bagre rayado) y Phractocephalus hemiliopterus (cajaro)*. Colombia. Pág. 66.
  17. Murillo R. 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*. Instituto agrícola salesiano la holanda (granada, meta).
  18. Piedade, M.; Parolin, P.; Junk, W. 2006. Phenology, fruit production and seed dispersal of *Astrocaryum jauari* (Arecaceae) in Amazonian black water floodplains. *International Journal of Tropical Biology*. 54 (4): 1171-1178.
  19. Porubcan, R. 1991a. *Reduction of ammonia nitrogen and nitrite in tanks of Penaeus monodon using floating biofilters containing processed diatomaceous earth media pre-inoculated with nitrifying bacteria*. In: *Program and Abstracts of the 22nd Annual Conference and Exposition*. San Juan (Puerto Rico), June 16-20. World Aquaculture Society.
  20. Porubcan, R. 1991b. *Reduction in chemical oxygen demand and improvement in Penaeus monodon yield in ponds inoculated with aerobic Bacillus bacteria*. In: *Program and Abstracts of the 22nd Annual Conference and Exposition*. San Juan (Puerto Rico), June 16-20, 1991, World Aquaculture Society.

21. PRODUCE, 2015. Perú: Cosecha de recursos hidrobiológicos procedentes de la actividad de acuicultura por ámbito según especie. Anuario Estadístico 2015. Lima, Perú. p137.
22. Rebaza, C.; Villafana, E.; Rebaza, M. & Deza, S. 2002. Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus*. “Paco”, en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. *Folia Amazónica*. Vol. 13. Iquitos - Perú. Pág. 121-134.
23. Saint-Paul, U. 1984. *Ecological and physiological investigations on Colossoma macropomum a new specie for fish culture in Amazonas*. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. 5 (3): 501-518.
24. Saint-Paul, U. 1986. Potential for aquaculture of South American freshwater fishes a review. *Aquaculture*. 54: 205-240.
25. Salazar, G. & Polo, G. 1993. *Evaluación de un policultivo de cachama blanca (Piaractus brachypomus) y mojarra roja (Oreochromis sp.) Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. INPA. Boletín científico N° 01. Bogotá - Colombia. Pág. 15.*
26. Sánchez, H. 2005. Presencia de *Chaetobranchius semifasciatus* Steindchner, 1875 (Cichlidae), en la cuenca del río Yavarí (Loreto - Perú). *Folia Amazónica*. 15 (2): 105-108.
27. Tacon, A. G.J. 1994. *Feed ingredients for carnivorous fish species alternatives to fishmeal and other fishery resources*. Fisheries circular. N° 881. FAO, Rome.
28. Vegas, M. 1980. Algunos comentarios sobre el desarrollo de la Acuicultura en América Latina. *Rev. Interciencia*. 5 (2): 101– 103 pp.

29. Vidotti, R. Carneiro, D. & Macedo-Viegas, E. 2002. *Acid and fermented silage characterization and determination of crude protein for Pacu *Piaractus mesopotamicus**. *Journal of the World Aquaculture Society*. Pág. 57-62.
30. Vigo, 2009. *I Simposio Iberoamericano de Ecología Reproductiva, Reclutamiento y Pesquerías*. España: p29.
31. Woynarovich, A E. 1998. *Guía detallada para la producción de alevines de gamitada, paco y caraña*. Edición fondo nacional de desarrollo pesquero FONDEPES. Lima - Perú. Pp. 7 - 41.