

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Sustitución parcial de harina de pescado por harina de hoja de  
yuca (*Manihot esculenta*) como insumo en la dieta, en el  
crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum*  
“gamitana” en laboratorio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO  
ACUICULTOR**

**AUTORES**

**BACH. LOARTE DIAZ CAROLINA YACKELINE**

**BACH. LUNA PAZ YESENIA LETICIA**

**ASESOR**

**DR. GUILLERMO BELISARIO SALDAÑA ROJAS**

**NUEVO CHIMBOTE - PERÚ**  
**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Sustitución parcial de harina de pescado por harina de hoja de yuca  
(*Manihot esculenta*) como insumo en la dieta, en el crecimiento y  
supervivencia de *Colossoma macropomum* “gamitana” en laboratorio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTORES**

**BACH. LOARTE DIAZ CAROLINA YACKELINE**

**BACH. LUNA PAZ YESENIA LETICIA**

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas  
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**



**Sustitución parcial de harina de pescado por harina de hoja de yuca  
(*Manihot esculenta*) como insumo en la dieta, en el crecimiento y  
supervivencia de *Colossoma macropomum* “gamitana” en laboratorio**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO ACUICULTOR**

**AUTORES**

**BACH. LOARTE DIAZ CAROLINA YACKELINE**

**BACH. LUNA PAZ YESENIA LETICIA**

**APROBADO POR EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR LOS SEÑORES**

---

Dr. Luis Campoverde Vigo  
Presidente

---

Mg. Juan Carhuapoma Garay  
Integrante

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas  
Integrante

## DEDICATORIA

*A Dios, por brindarme fortaleza para seguir  
adelante, buena salud y permitir estar  
rodeada de personas maravillosas.*

*A mis padres Jhon Loarte Gamarra y Julia Diaz Nuñez,  
que son la razón de mi vida, por su amor, consejos,  
apoyo incondicional y sacrificio en todos estos años de  
estudio, gracias ellos eh logrado llegar hasta aquí y  
convertirme en lo que soy, gracias por ser los mejores  
padres.*

*A mi hermana Vanessa, por ser mi mejor amiga,  
apoyarme en todo momento y darme aliento para seguir  
adelante; y a mi querida Isabellita por alegrarme los  
días con una simple sonrisa.*

*A mis abuelos José, Luisa e Isabel, que son los angelitos  
que me cuidan y guían mi camino desde el cielo.*

*Loarte Diaz Carolina*

## DEDICATORIA

*A Dios nuestro señor por darme la vida, la fuerza y guiarme en todos estos años de lucha y esfuerzo, por estar bien de salud para realizar este proyecto.*

*A mis padres Victor Luna y Yolanda Paz, piezas importantes en mi vida y los motivos más grandes por la cual sigo recorriendo este camino, por brindarme su apoyo incondicional, por su esfuerzo y dedicación, por ayudarme a cumplir mi sueño más anhelado y todo lo que soy hasta ahora es obra de su afecto a mi persona.*

*A mis hermanos Cristian, Jakelin y Pedro por su apoyo de forma directa e indirecta en el transcurso de esta etapa y por sus alientos para seguir adelante.*

*A mis abuelitos Clemente Paz y Julia Paucar por sus preocupaciones y de manera muy especial a mi prima Elizabeth De la Cruz Paz, por sus consejos, apoyo moral y cariño que me brindo en toda mi vida universitaria.*

*Luna Paz Yesenia*

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. Guillermo Saldaña Rojas, asesor de la presente tesis, nuestro agradecimiento muy especial, por la enseñanza, consejo y apoyo incondicional en la formulación y desarrollo del trabajo de investigación.

A los Docentes de la Escuela de Biología en Acuicultura, quienes nos proporcionaron los conocimientos necesarios durante nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional del Santa, por brindarme las facilidades necesarias para la realización del trabajo de investigación, así como el uso de sus instalaciones y equipos.

A nuestras compañeros y amigos Jhanyra Fiestas Ríos, Angelo Usquiano, Wendy Cano Armacta y Pamela Apolitano Cosme, por su apoyo.

## INDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| DEDICATORIA.....  | i    |
| AGRADECIMIENTOS .....   | ii   |
| INDICE GENERAL .....  | iii  |
| INDICE DE TABLAS .....  | iv   |
| INDICE DE FIGURAS.....  | v    |
| INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL ANEXO .....                           | vi   |
| RESUMEN.....  | vii  |
| ABSTRACT .....  | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| II. MATERIALES Y METODOS .....  | 6    |
| 2.1. Localización del proyecto.....                                   | 6    |
| 2.2. Material.....  | 6    |
| 2.2.1. Población .....  | 6    |
| 2.2.2. Muestra .....  | 6    |
| 2.2.3. Unidad de análisis .....                                       | 6    |
| 2.3. Método.....  | 6    |
| 2.3.1. Tipo de estudio.....   | 6    |
| 2.3.2. Diseño de investigación.....                                   | 7    |
| 2.3.3. Variables y operacionalización de variables .....              | 7    |
| 2.3.3.1. Variable independiente .....                                 | 7    |
| 2.3.4. Procedimiento .....  | 7    |
| 2.3.4.1. Transporte y acondicionamiento de <i>C. macropomum</i> ..... | 7    |
| 2.3.4.2. Unidades experimentales .....                                | 8    |
| 2.3.4.3. Preparación de dietas .....                                  | 8    |
| 2.3.4.4. Análisis bromatológico de las dietas experimentales .....    | 9    |
| 2.3.4.5. Ración y frecuencia alimenticia .....                        | 9    |
| 2.3.4.6. Recolección de datos .....                                   | 9    |
| 2.3.4.7. Costos .....   | 11   |
| 2.3.4.8. Rendimiento .....  | 11   |
| 2.3.5. Calidad físico química del agua .....                          | 12   |
| 2.3.6. Análisis estadístico de datos .....                            | 12   |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| III.  | RESULTADOS .....  | 13 |
| 3.1.  | Composición proximal de dietas experimentales .....               | 13 |
| 3.2.  | Crecimiento en peso de alevines de <i>C. macropomum</i> .....     | 14 |
| 3.3.  | Crecimiento en longitud de alevines de <i>C. macropomum</i> ..... | 15 |
| 3.4.  | Índices zootécnicos de alevines de <i>C. macropomum</i> .....     | 16 |
| 3.5.  | Costos .....  | 17 |
| 3.5.  | Rendimiento.....  | 17 |
| 3.6.  | Calidad de agua .....   | 18 |
| IV.   | DISCUSIÓN .....   | 19 |
| V.    | CONCLUSIONES.....   | 24 |
| VI.   | RECOMENDACIONES.....  | 25 |
| VII.  | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....                                   | 26 |
| VIII. | ANEXO .....   | 33 |



## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Descripción de los tratamientos utilizados.....  | 7  |
| <b>Tabla 2.</b> Porcentaje de inclusión de los insumos utilizados en las dietas. ....  | 9  |
| <b>Tabla 3.</b> Composición proximal de las dietas experimentales empleadas para alevines de <i>C. macropomum</i> . ....   | 13 |
| <b>Tabla 4.</b> Peso promedio (g) de <i>C. macropomum</i> alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n=3).....      | 14 |
| <b>Tabla 5.</b> Longitud promedio (cm) de <i>C. macropomum</i> alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n=3)..... | 15 |
| <b>Tabla 6.</b> Índices zootécnicos de <i>C. macropomum</i> al principio y al final del periodo de alimentación. Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n=3).. ....                         | 16 |
| <b>Tabla 7.</b> Costo de la elaboración de harina de hoja de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> ).....  | 17 |
| <b>Tabla 8.</b> Calidad del agua durante el desarrollo del experimento de alimentación de <i>C. macropomum</i> . Los valores representan la media $\pm$ desviación estándar (n=3).....                           | 18 |

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL ANEXO

|  |    |
|--|----|
| <b>Anexo 1.</b> Análisis de las dietas empleadas en la alimentación de <i>C. macropomum</i> .....                                      | 34 |
| <b>Anexo 2.</b> Registro de pesos (g) promedios de los alevines con respecto al tiempo.....  | 35 |
| <b>Anexo 3.</b> Registro de longitud (cm) promedios de los alevines con respecto al tiempo.....  | 35 |
| <b>Anexo 4.</b> Registro de la temperatura (°C) promedio del agua de cultivo .....   | 36 |
| <b>Anexo 5.</b> Registro del oxígeno (mg L <sup>-1</sup> ) promedio del agua de cultivo.....   | 36 |
| <b>Anexo 6.</b> Registro del pH promedio del agua de cultivo .....   | 37 |
| <b>Anexo 7.</b> Registro de amonio (mg L <sup>-1</sup> ) promedio del agua de cultivo.....   | 37 |
| <b>Anexo 8.</b> Registro de nitrito (mg L <sup>-1</sup> ) promedio del agua de cultivo .....   | 38 |
| <b>Anexo 9.</b> Peso promedio de <i>C. macropomum</i> alimentados con diferentes dietas experimentales en función del tiempo .....     | 38 |
| <b>Anexo 10.</b> Longitud promedio de <i>C. macropomum</i> alimentados con diferentes dietas experimentales en función del tiempo..... | 39 |
| <b>Anexo 11.</b> Supervivencia de <i>C. macropomum</i> alimentados con diferentes dietas experimentales en función del tiempo .....    | 39 |
| <b>Anexo 12.</b> Parámetros de calidad del agua de las unidades experimentales .....   | 40 |

## RESUMEN

En este estudio se evaluó la sustitución parcial de harina de pescado por harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*), como insumo en la dieta, crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum* “gamitana”, en laboratorio, durante 90 días. Se seleccionaron alevines de gamitana con una longitud de  $3.55 \pm 0.05$  cm y peso de  $0.75 \pm 0.05$  g; se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos, tres tratamientos experimentales (10%, 20% y 30% de harina de hoja de yuca) y un tratamiento control (0% de harina de hoja de yuca), cada uno con tres repeticiones. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0,05$ ). La supervivencia de alevines de *C. macropomum* fue de un 95% en promedio, no viéndose afectada significativamente por las dietas ( $P > 0,05$ ). Se concluyó que una sustitución parcial de la harina de pescado por harina hojas de yuca conduce a buenos resultados para la alimentación de alevines de *C. macropomum*.

**Palabras claves:** *Manihot esculenta*, *Colossoma macropomum*, crecimiento, supervivencia.

## ABSTRACT

In this study the partial substitution of fish meal for cassava leaf meal (*Manihot esculenta*) as an input to the diet, growth and survival of *Colossoma macropomum* "gamitana", was evaluated in the laboratory for 90 days. Gamitana fingerlings were selected with a length of  $3.55 \pm 0.05$  cm and weight of  $0.75 \pm 0.05$  g; a completely randomized design with four treatments, three experimental treatments (10%, 20% and 30% of cassava leaf meal) and a control treatment (0% cassava leaf meal) were used, each with three replicates. The results showed no significant differences between treatments ( $P > 0.05$ ). The survival of *C. macropomum* fingerlings was 95% on average, not significantly affected by diets ( $P > 0.05$ ). It was concluded that a partial substitution of the fish meal by cassava leaves meal leads to good results for the feeding of *C. macropomum* fingerlings.

**Key words:** *Manihot esculenta*, *Colossoma macropomum*, growth, survival.

## I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura se mantiene como uno de los sectores de producción de alimentos de más rápido crecimiento, es por ello necesario el desarrollo sostenible para mejorar la seguridad alimentaria y el bienestar económico de millones de personas (FAO, 2014; FAO, 2016). La producción acuícola mundial de pescado representa el 44,1 % de la producción total de la pesca de captura y la acuicultura, en todos los continentes se muestra una tendencia general de aumento del porcentaje de la producción acuícola en el total de la producción pesquera; los principales países productores en América Latina son Chile, Brasil, México y Ecuador; aunque en los últimos años se han presentado países emergentes como Costa Rica, Honduras y Perú, cuya industria acuícola nacional ha crecido en producción de forma importante (FAO, 2014; FAO, 2016).

La acuicultura en el Perú, es una de las grandes posibilidades de la región amazónica, por la existencia de recursos acuáticos y especies nativas promisorias; una de las especies de mayor preferencia es *Colossoma macropomun* “gamitana”; esta alcanza buen precio, por su alta demanda, calidad de su carne y por su valor nutricional; los mayores volúmenes de cosecha entre el 2004 y 2013 han correspondido a la gamitana (57%) paco (11%); y entre el 2010 y 2013 al paiche (17%) (Baltazar & Palacios, 2015; Guerra & Saldaña, 2006; UNCTAD, 2005).

La gamitana es un pez tropical, nativo de las cuencas del Río Amazonas y del Río Orinoco en América del Sur, su crecimiento puede ser muy rápido en estanques piscícolas, alcanzando 1 kg a más, en 8 a 12 meses, dependiendo de la densidad de crianza, así como del alimento empleado (Flores-Nava & Brown, 2010; Guerra & Saldaña, 2006). Es básicamente omnívora; en su ambiente natural, se alimenta de algas, partes de plantas acuáticas, zooplancton, insectos terrestres y acuáticos, larvas de insectos, consumiendo también caracoles, frutos frescos y secos, así como granos duros y blandos; en cautividad acepta bien el concentrado comercial con bajos niveles de proteína bruta en su dieta (menos de 25%), en cultivo puede también dársele: semillas de palma, bore, papaya, guayaba, banano, maíz, hojas de yuca, como dieta suplementaria. (Saint & Werder, 1981; Eufrazio & Palomino 2004; Aliaga, 2004).

*C. macropomum* tiene un gran potencial para la piscicultura debido a su rusticidad, sus amplios hábitos alimenticios, su rápido crecimiento; su carne de buena calidad y su gran aceptación aseguran su demanda en el mercado con un precio atractivo (Aliaga, 2004; Eufrazio & Palomino, 2004). No obstante, se considera que son necesarias más investigaciones en el campo de su reproducción y nutrición, sobre todo si queremos convertir al cultivo de la “gamitana” en una de las industrias más importantes de Latinoamérica (Campos, 2015).

La biología alimentaria de los peces nativos (en su mayoría omnívoros), ha permitido que su cultivo se expanda en la Amazonía, donde el empleo de subproductos agrícolas, frutos y semillas en la alimentación de estas especies, es una práctica común entre los piscicultores rurales (Araújo & Goulding, 1998; Alcántara & Colace, 2001). El uso de alimentos artificiales puede considerarse como una mejora en la producción piscícola permitiendo aumentarla y ofrecer ventajas como: criar una mayor densidad de peces, proporcionar un alimento de mejor calidad con nutrientes óptimos para el crecimiento, utilizar en mayor proporción y mejor el alimento natural (Mendoza, 2004).

Las hojas de yuca pueden pasar de ser un residuo de cosecha a ser una materia prima en la elaboración de raciones alimenticias, pues poseen un contenido de proteína 22.7 %, cenizas 10.9 %, grasa 6.8 %, fibra 11 % tomados con una humedad base de 7,80 % (Buitrago *et al.*, 2001). Estudios reportan que la harina de hoja de yuca contiene 22.7, 25.75, 25.90% de proteína bruta y una digestibilidad en materia seca de 53.13 y en materia orgánica de 51.76% (Rosales & Tang 1996; Buitrago *et al.*, 2001; Ovidio, 2009).

Teniendo en cuenta la composición nutricional de la harina de hojas de yuca, es posible considerar su utilización como reemplazo parcial o total del alimento balanceado que se emplea en la alimentación de animales, además de las raíces, la parte aérea o follaje constituye un elemento de alto potencial nutricional como fuente de proteína y pigmentos naturales (Buitrago *et al.*, 2001). Debido a su alto contenido nutricional dada la presencia de sus 18 aminoácidos esenciales, las convierte en un alimento mejor que

*Chenopodium quinoa* “quinua”, *Amaranthus caudatus* “kiwicha” y *Glycine max* “soya” (Giraldo, 2006).

La yuca (*Manihot esculenta*) es la cuarta fuente mundial de calorías en la alimentación humana, por ello es ampliamente producida en América Tropical, en Perú es una de las principales plantas alimenticias cultivadas en la Amazonía, por ser un alimento energético importante que, además, es utilizado en la alimentación animal y en la industria de alcoholes y gomas (Inga & López, 2001). El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) menciona que la producción de yuca aumentó en los departamentos de Pasco (113.6%), Loreto (40.9%), Huánuco (19.8%) y Junín (11.8%), los que en conjunto aportaron el 55,4% al total nacional, también, registraron resultados positivos Lambayeque (194.1%), Ica (77.9%), Lima (56.1%), La Libertad (28.3%), Cusco (26.6%), Arequipa (25.1%), Ayacucho (12.1%) y Madre de Dios (11.6%). En los últimos años, la Producción de Yuca en la región Loreto que es uno de los principales productores de este tubérculo se totalizó en 392 558 toneladas (Ministerio de agricultura, 2010).

La parte aérea de la yuca está compuesta por 52, 15 y 33% de hojas, peciolo y tallo (Moore, 1976), porcentajes similares de 47, 15 y 38% respectivamente reporto Meyreles *et al.*, (1977). Esto se corrobora con datos reales, realizando un muestreo en el cual se determinó que la planta está compuesta de un 72% de raíz y un 28% de la parte aérea. Con respecto a la parte aérea, las hojas ocupan el 39% del total. De acuerdo a las estadísticas de producción de yuca del Ministerio de Agricultura del año 2010 en la región Loreto, y con lo anteriormente descrito se puede estimar una producción anual de 42 867 toneladas de hojas de yuca.

La alimentación es el rubro de mayor inversión para los acuicultores, sobre todo por la gran demanda de la harina de pescado como fuente proteica de alta calidad; resultando preocupante que la producción de este insumo a largo plazo no tenga la capacidad de abastecer a la industria acuícola; sin embargo, existe la posibilidad de sustitución de dicho insumo de manera total o parcial, por otros que contengan adecuadas cantidades de proteínas (FAO, 2010; Hdez *et al.*, 2014). Por ello se han venido evaluando la

sustitución de materias primas costosas en los alimentos, como la harina de pescado por ingredientes como harinas de semillas oleaginosas, legumbres, harina de hojas y otros productos agrícolas (Tacon, 1987; Hertrampf & Pascual, 2000; Carbonell & Buitrago, 2014), productos residuales de alimentos marinos acuáticos; probados en experimentos de laboratorio han demostrado ser capaces de reemplazar a éstas materias a diferentes porcentajes, pero la mayoría solo hasta un 40% sin comprometer el desempeño y/o la calidad de la carne de los peces (Rathbone & Babita, 2000; Gunasekera *et al.*, 2002).

Entre los insumos locales identificados por Venero (2005) tenemos *Glycine max* “soya regional”, *Vigna unguiculata* “fríjol caupí”, *Manihot esculenta* “harina de yuca”, *Musa paradisiaca* “harina de plátano”, *Zea mays* “maíz amarillo”, *Bactris gasipaes* “pijuayo” y *Coix lacryma-jobi* “trigo regional”, que se cultiva de manera tradicional y pueden considerarse excelentes substitutos de la harina de pescado por su digestibilidad y buen desempeño de los peces (Chu-Koo & Kohler, 2006). Se han realizado diferentes estudios para evaluar la sustitución de la harina de pescado con *Hordium vulgare* “polvillo de malta de cebada”, *Coix lacryma-jobi* “trigo regional” y *Amaranthus caudatus* “amaranto”, en dietas para el crecimiento de *Colossoma macropomun* “gamitana”, los que llegan a un nivel de inclusión del 20%, 30% y 50% respectivamente, sin afectar el rendimiento de la “gamitana” (Casanova & Chu, 2008; Casado *et al.*, 2009; Arrobo & Peñafiel, 2008). Lozano *et al.*, (2011) realizaron un trabajo de investigación con 40% y 60% de suplementación de hojas de yuca fresca en dieta para *Piaractus brachypomus*, no obteniendo buenos resultados en comparación con la dieta control (100% alimento balanceado), recomendando elegir cualquiera de las dietas formuladas, para disminuir costos de producción.

Con relación a los antecedentes mencionados, se ha formulado el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial de la harina de pescado por la harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*) como insumo alimenticio en el crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum* gamitana, en laboratorio?

Como objetivo general se propuso, evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de pescado por la “harina de hoja de yuca” (*Manihot esculenta*) como insumo



alimenticio en el crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum* gamitana, en laboratorio; y como objetivos específicos:

- Estimar el crecimiento en peso y longitud de alevinos de *Colossoma macropomum* gamitana alimentados con 10%, 20% y 30% de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*).
- Determinar la supervivencia de alevinos de *Colossoma macropomum* gamitana alimentados con 10%, 20% y 30% de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*).
- Identificar el beneficio económico del empleo de la harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*) en dietas para *Colossoma macropomum*.

La hipótesis planteada establece que si, en condiciones de laboratorio se aumenta el porcentaje de sustitución de hoja de yuca (10%, 20% y 30%), entonces no habrá diferencias significativas en el crecimiento y supervivencia de alevinos de *Colossoma macropomum* gamitana.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Localización del proyecto**

El experimento se llevó a cabo entre los meses de mayo y agosto del 2016, en las instalaciones del laboratorio de Acuicultura Continental de la Universidad Nacional del Santa, situado en la Urb. Bellamar S/N en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, en la Región Ancash.

### **2.2. Material**

#### **2.2.1. Población**

La población estuvo constituida por alevines de *C. macropomum*, procedentes del Centro de Investigación Roger Beuzeville Zumaeta, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicada en Tambopata, Departamento de Madre de Dios, Perú.

#### **2.2.2. Muestra**

La muestra fue de 240 alevines de *C. macropomum*, con un peso promedio de  $0.8 \pm 0.4$  g y una longitud promedio de  $3.5 \pm 0.5$  cm, procedentes del Centro de Investigación Roger Beuzeville Zumaeta, del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicada en Tambopata, Departamento de Madre de Dios, Perú.

#### **2.2.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis estuvo constituida por el crecimiento y supervivencia de alevines de *C. macropomum*, distribuidos cada uno en tres tratamientos experimentales y un grupo testigo, con tres repeticiones.

### **2.3. Método**

#### **2.3.1. Tipo de estudio**

El trabajo de investigación es de tipo experimental y explicativa de acuerdo al diseño de investigación empleada.

### 2.3.2. Diseño de investigación

El diseño fue completamente al azar, con tres experimentales (10%, 20% y 30% de harina de hoja de yuca) y un control (0% de harina de hoja de yuca), cada uno con tres repeticiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos experimentales.

| <b>Tratamiento</b> | <b>Descripción</b>                                    |
|--------------------|---|
| <b>TC</b>          | 100% harina de pescado                                |
| <b>T1</b>          | 10% harina de hoja de yuca + 90% de harina de pescado |
| <b>T2</b>          | 20% harina de hoja de yuca + 80% de harina de pescado |
| <b>T3</b>          | 30% harina de hoja de yuca + 70% de harina de pescado |

### 2.3.3. Variables y operacionalización de variables

#### 2.3.3.1. Variable independiente

Concentraciones de 10%, 20% y 30% de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*) en sustitución de harina de pescado en dietas de alevinos de *C. macropomum*.

#### 2.3.3.2. Variables dependientes

Crecimiento y supervivencia de alevinos de *C. macropomum*. La primera se obtuvo tomando peso (g) y longitud (cm), del mismo modo se evaluaron parámetros como ganancia en peso, ganancia en longitud, tasa de crecimiento específico, tasa de conversión alimenticia aparente y el factor de condición (K). Para la supervivencia, se obtuvo el número de peces vivos durante iniciales y finales del estudio, expresados en porcentajes (%).

### 2.3.4. Procedimiento

#### 2.3.4.1. Transporte y acondicionamiento de *C. macropomum*

El transporte de los alevinos se realizó vía aérea de Madre de Dios a Lima y vía terrestre de Lima a Chimbote; con un tiempo estimado de 15 horas de

transporte; los organismos fueron colocados en bolsas plásticas, en agua enriquecida con oxígeno puro. Posteriormente se trasladaron al laboratorio de Acuicultura Continental, se procedió a colocar las bolsas en la superficie de los acuarios, por un periodo de 60 minutos, posteriormente los peces fueron liberados. El período de aclimatación fue de 5 días. Después de la aclimatación los alevines fueron seleccionados de acuerdo a longitud de  $3.5 \pm 0.5$  cm, los peces fueron distribuidos aleatoriamente en 12 unidades experimentales.

#### **2.3.4.2. Unidades experimentales**

Se utilizaron 12 acuarios rectangulares de vidrio de 60x40x50 cm, de 100 litros de capacidad; los acuarios vacíos se lavaron interna y externamente, con solución de cloro, posteriormente fueron llenados con agua limpia a un volumen de 80 litros (densidad de cultivo 1 pez/4 litros) y se suministró aireación constante, abastecidas por un blower de 0.5 HP. Las unidades experimentales manteniendo una temperatura de 29°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), esto se realizó con la ayuda de termostatos VENUS AQUA de 100 watts. Se colocaron grupos de 20 peces por unidad experimental.

#### **2.3.4.3. Preparación de dietas**

Una vez obtenidas las hojas de yuca, se colocaron a temperatura ambiente para su secado, por 24 horas, se utilizó un molino para triturar el producto, y posteriormente se realizó el tamizado del mismo, teniendo como resultado la harina de hoja de yuca.

Se realizó la mezcla de los insumos (harina de pescado, harina maíz, harina de soya, harina de hoja de yuca, polvillo de arroz, aceite de soya, sal y premix) de forma manual, con los porcentajes establecidos (Tabla 2), para luego agregar agua, mezclando los insumos hasta obtener una masa homogénea, una vez realizado este proceso, el siguiente paso es la peletización, la cual se realizó de forma artesanal con la utilización de un tamiz de 2 mm de diámetro; se colocó la mezcla en el tamiz empleando presión, saliendo por el otro extremo en forma de pellets alargados. El

siguiente procedimiento es el secado, que se realizó exponiéndolos al medio ambiente.

**Tabla 2.** Porcentaje de inclusión de los insumos utilizados en las dietas.

| <b>INSUMOS</b>                      | <b>TC (%)</b> | <b>T1 (%)</b> | <b>T2 (%)</b> | <b>T3 (%)</b> |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Harina de pescado</b>            | 54.3          | 48.9          | 43.4          | 38.0          |
| <b>Harina de hoja de yuca</b>       | 0.0           | 5.4           | 10.9          | 16.3          |
| <b>Harina de soya</b>               | 18.0          | 18.0          | 18.0          | 18.0          |
| <b>Harina de maíz</b>               | 14.0          | 14.0          | 14.0          | 14.0          |
| <b>Polvillo de arroz</b>            | 10.0          | 10.0          | 10.0          | 10.0          |
| <b>Aceite de soya</b>               | 3.0           | 3.0           | 3.0           | 3.0           |
| <b>Sal</b>                          | 0.2           | 0.2           | 0.2           | 0.2           |
| <b>Premix vitaminas y minerales</b> | 0.5           | 0.5           | 0.5           | 0.5           |
| <b>TOTAL</b>                        | 100           | 100           | 100           | 100           |

*Fuente:* Formulación propia

#### **2.3.4.4. Análisis bromatológico de las dietas experimentales**

El análisis de la dietas se llevó a cabo en la Corporación de Laboratorios de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales (COLECBI S.A.C.) para la determinación de proteína, carbohidratos, lípidos, cenizas y humedad.

#### **2.3.4.5. Ración y frecuencia alimenticia**

La ración alimenticia fue de 10% los 30 primeros días, los siguientes 30 días de 7.5% y de 5% los últimos 30 días del estudio, con una frecuencia de alimentación de tres veces al día (8:00, 12:00 y 16:00 horas).

#### **2.3.4.6. Recolección de datos**

Al inicio del experimento a través del test de normalidad, se encontró que los datos fueron homogéneos, por lo que se empleó para el análisis, estadística paramétrica.

Los muestreos se realizaron cada quince días tomando datos del peso (g) y de la longitud total (cm).

Los datos se registraron para calcular los siguientes índices zootécnicos:

**a. Ganancia en peso (GP)**

Peso ganado por la especie cultivada, durante el tiempo que duro la experiencia (Loo Hung, 2003).

$$\text{GP} = \text{Peso promedio final} - \text{Peso promedio inicial}$$

**b. Ganancia en longitud (GL)**

Longitud ganada por la especie cultivada, durante el tiempo que duro la experiencia (Loo Hung, 2003).

$$\text{GL} = \text{Longitud promedio final} - \text{Longitud promedio inicial}$$

**c. Tasa de crecimiento específico (TCE %)**

Expresa el crecimiento en peso del pez como porcentaje diariamente influenciado por el tiempo (Heinsbroek, 1990). La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{TCE \%} = \{(\ln W_f - \ln W_i) / (T_f - T_i)\} * 100$$

Dónde:

Ln: logaritmo natural

Wf: peso al tiempo final

Wi: peso al tiempo inicial

Ti: tiempo inicial del cultivo

Tf: tiempo final del cultivo

**d. Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA)**

Determina el grado de asimilación efectiva de los alimentos. Es la relación entre la cantidad de alimento ofrecido y el peso húmedo ganado, según Ribeyro (2013), cuya fórmula es la siguiente:

$$\text{TCAA} = \frac{\text{Alimento ofrecido (materia seca)}}{\text{Biomasa ganada (peso húmedo)}}$$

**e. Factor de condición (K)**

Expresa el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio en que vive en función de su nutrición durante el tiempo de cultivo (Ribeyro, 2013). Su fórmula es:

$$K = \left[ \frac{W}{L^3} \right] * 100$$

Dónde:

W: peso total (g)

L<sup>3</sup>: longitud total al cubo (cm.)

**f. Sobrevivencia (S)**

Expresa la relación entre el número de individuos que sobrevivieron al final del experimento y el número de individuos que fueron sembrados al inicio del experimento (Sotolou, 2010). La fórmula es:

$$S = \left[ \frac{\text{Número de peces cosechados}}{\text{Número de peces sembrados}} \right] * 100$$

**2.3.4.7. Costos**

Se determinó el costo en base a la recolección, transporte, secado y molido de las hojas de yuca, en comparación al costo de la harina de pescado.

**2.3.4.8. Rendimiento**

Se pesaron las hojas de yuca frescas y se expusieron a temperatura ambiente, una vez secas las hojas, fueron molidas obteniendo la harina de hoja de yuca, la cual se procedió a pesar.

### **2.3.5. Calidad físico química del agua**

En las primeras horas de la mañana (07:00 horas), diariamente se registraron la temperatura (°C), pH y oxígeno (mg/l) utilizando un multiparametro digital OAKTON  $\pm 0,01$ . Mientras que cada quince días se evaluaron los niveles de amonio (NH<sub>3</sub>, ppm) empleando un test kit de la marca “NUTRAFIN” y un kit de la marca “TETRA” para nitritos (NO<sub>2</sub>, ppm).

El alimento no consumido y los productos solidos de excreción fueron extraídos a diario, mediante sifoneo en las primeras horas de la mañana. Se realizaron recambios de agua del 25% del volumen de agua de cada pecera para así mantener la calidad del agua dentro de los parámetros permisibles para el cultivo de peces y evitar la aparición de patógenos.

### **2.3.6. Análisis estadístico de datos**

A los datos analizados se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) de clasificación simple, previa comprobación de la normalidad de la distribución, por medio de la prueba de Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk y homogeneidad de las varianzas entre los diferentes grupos según la prueba de Levene. Las medias se compararon por la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). En aquellos casos en los que no se cumplió la normalidad y homogeneidad de varianza, se aplicó un análisis de varianza por rangos de Kruskal – Wallis. Los resultados son mostrados como el promedio  $\pm$  la desviación estándar (DS) (Arroyo, 1984). Los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el Software SPSS versión 21 para Windows.



### III. RESULTADOS

#### 3.1. Composición proximal de dietas experimentales

El análisis proximal de las dietas experimentales (Tabla 3), mediante el análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) al comparar entre sí los porcentajes de proteína, carbohidrato, grasa, ceniza y humedad de cada una de las dietas experimentales empleadas para los alevines de *C. macropomum*.

**Tabla 3.** Composición proximal de las dietas experimentales empleadas para alevines de *C. macropomum*.

| Composición      | Tratamientos                 |                              |                               |                               |
|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                  | TC (0%)                      | T1 (10%)                     | T2 (20%)                      | T3 (30%)                      |
| Proteína (%)     | 35,33 <sup>a</sup><br>± 0,87 | 34,63 <sup>a</sup><br>± 0,41 | 32,91 <sup>ab</sup><br>± 1,40 | 31,83 <sup>b</sup><br>± 0,90  |
| Carbohidrato (%) | 40,20 <sup>b</sup><br>± 0,25 | 40,10 <sup>b</sup><br>± 0,10 | 40,44 <sup>b</sup><br>± 0,50  | 44,89 <sup>a</sup><br>± 0,88  |
| Grasa (%)        | 13,62 <sup>b</sup><br>± 0,13 | 13,99 <sup>a</sup><br>± 0,19 | 13,85 <sup>ab</sup><br>± 0,15 | 13,91 <sup>ab</sup><br>± 0,04 |
| Ceniza (%)       | 18,05 <sup>a</sup><br>± 0,13 | 17,08 <sup>b</sup><br>± 0,10 | 15,99 <sup>c</sup><br>± 0,01  | 15,03 <sup>d</sup><br>± 0,04  |
| Humedad (%)      | 10,17 <sup>a</sup><br>± 0,29 | 9,69 <sup>ab</sup><br>± 0,33 | 9,94 <sup>ab</sup><br>± 0,14  | 9,32 <sup>b</sup><br>± 0,160  |

Valores (a,b) con distinta letras en la misma fila indican diferencias significativas para  $p < 0,05$ , según prueba de Tukey.

### 3.2. Crecimiento en peso de alevines de *C. macropomum*

El comportamiento del peso promedio en cada tratamiento según el tiempo de muestreo (Tabla 4). El análisis de varianza no reveló diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos.

**Tabla 4.** Peso promedio (g) de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo. Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar (n=3).

| Tratamientos | Tiempo (días)                   |                                 |                                 |                                  |                                  |                                   |                                   |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|              | 0                               | 15                              | 30                              | 45                               | 60                               | 75                                | 90                                |
| TC (0%)      | 0,73 <sup>a</sup><br>$\pm 0,05$ | 2,03 <sup>a</sup><br>$\pm 0,11$ | 4,17 <sup>a</sup><br>$\pm 0,38$ | 7,37 <sup>a</sup><br>$\pm 0,80$  | 14,37 <sup>a</sup><br>$\pm 0,78$ | 22,30 <sup>a</sup><br>$\pm 2,46$  | 30,50 <sup>a</sup><br>$\pm 1,51$  |
| T1 (10%)     | 0,80 <sup>a</sup><br>$\pm 0,10$ | 2,23 <sup>a</sup><br>$\pm 0,32$ | 4,87 <sup>a</sup><br>$\pm 1,10$ | 10,37 <sup>a</sup><br>$\pm 3,72$ | 18,53 <sup>a</sup><br>$\pm 8,13$ | 30,67 <sup>a</sup><br>$\pm 13,97$ | 39,47 <sup>a</sup><br>$\pm 13,97$ |
| T2 (20%)     | 0,80 <sup>a</sup><br>$\pm 0,10$ | 1,97 <sup>a</sup><br>$\pm 0,49$ | 4,03 <sup>a</sup><br>$\pm 1,71$ | 8,53 <sup>a</sup><br>$\pm 3,88$  | 16,27 <sup>a</sup><br>$\pm 8,69$ | 28,77 <sup>a</sup><br>$\pm 10,69$ | 37,57 <sup>a</sup><br>$\pm 10,69$ |
| T3 (30%)     | 0,73 <sup>a</sup><br>$\pm 0,07$ | 1,63 <sup>a</sup><br>$\pm 0,38$ | 3,40 <sup>a</sup><br>$\pm 0,62$ | 6,43 <sup>a</sup><br>$\pm 0,67$  | 13,80 <sup>a</sup><br>$\pm 1,44$ | 24,60 <sup>a</sup><br>$\pm 3,50$  | 35,73 <sup>a</sup><br>$\pm 7,09$  |

Valores con el mismo superíndice no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ), la prueba de Tukey.

### 3.3. Crecimiento en longitud de alevines de *C. macropomum*

El comportamiento de la longitud promedio en cada tratamiento según el tiempo de muestreo (Tabla 5). En su análisis de varianza no reveló diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos.

**Tabla 5.** Longitud promedio (cm) de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo. Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar (n=3).

| Tratamientos    | Tiempo (días)                         |                                       |                                       |                                       |                                       |  |  |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
|                 | 0                                     | 15                                    | 30                                    | 45                                    | 60                                    | 75                                     | 90                                     |
| <b>TC (0%)</b>  | <b>3,50<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,00$ | <b>4,80<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,10$ | <b>6,00<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,17$ | <b>7,40<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,51$ | <b>8,77<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,30$ | <b>10,53<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,45$ | <b>12,30<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,50$ |
| <b>T1 (10%)</b> | <b>3,63<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,06$ | <b>4,87<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,20$ | <b>6,33<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,45$ | <b>8,37<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,90$ | <b>10,0<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,49$ | <b>11,97<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,67$ | <b>13,50<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,48$ |
| <b>T2 (20%)</b> | <b>3,60<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,10$ | <b>4,63<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,55$ | <b>5,83<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,00$ | <b>7,67<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,07$ | <b>9,47<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,76$ | <b>11,73<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,56$ | <b>13,37<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,91$ |
| <b>T3 (30%)</b> | <b>3,53<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,06$ | <b>4,40<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,34$ | <b>5,73<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,30$ | <b>7,13<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,35$ | <b>9,17<sup>a</sup></b><br>$\pm 0,51$ | <b>11,77<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,20$ | <b>13,00<sup>a</sup></b><br>$\pm 1,25$ |

Valores con el mismo superíndice no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ), la prueba de Tukey.

### 3.4. Índices zootécnicos de alevines de *C. macropomum*

El análisis de varianza (ANOVA), (Tabla 6) no reveló diferencias significativas ( $p>0,05$ ) al comparar entre sí los valores para el peso final, ganancia en peso, longitud final, ganancia en longitud, tasa de crecimiento específico, tasa de conversión alimenticia aparente, factor de condición y sobrevivencia, indicando un comportamiento similar en todas las dietas (TC, T1, T2, T3).

**Tabla 6.** Índices zootécnicos de *C. macropomum* al principio y al final del periodo de alimentación. Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar (n=3).

| Índices zootécnicos | Tratamientos                  |                                |                                |                               |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|                     | TC (0%)                       | T1 (10%)                       | T2 (20%)                       | T3 (30%)                      |
| PT inicial (g)      | 0,73 $\pm$ 0,06               | 0,80 $\pm$ 0,10                | 0,80 $\pm$ 0,10                | 0,73 $\pm$ 0,06               |
| PT final (g)        | 30,50 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup> | 39,47 $\pm$ 13,97 <sup>a</sup> | 37,57 $\pm$ 10,69 <sup>a</sup> | 35,73 $\pm$ 7,09 <sup>a</sup> |
| GP (g)              | 29,77 $\pm$ 1,50 <sup>a</sup> | 38,67 $\pm$ 13,89 <sup>a</sup> | 36,77 $\pm$ 10,69 <sup>a</sup> | 35,05 $\pm$ 8,80 <sup>a</sup> |
| LT inicial (cm)     | 3,5 $\pm$ 0,00                | 3,6 $\pm$ 0,06                 | 3,6 $\pm$ 0,10                 | 3,5 $\pm$ 0,58                |
| LT final (cm)       | 12,3 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>  | 13,5 $\pm$ 1,48 <sup>a</sup>   | 13,4 $\pm$ 1,91 <sup>a</sup>   | 13,0 $\pm$ 1,25 <sup>a</sup>  |
| GL (cm)             | 8,73 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>  | 9,8 $\pm$ 31,37 <sup>a</sup>   | 9,80 $\pm$ 1,94 <sup>a</sup>   | 9,47 $\pm$ 1,20 <sup>a</sup>  |
| TCE (% día-1)       | 4,14 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>  | 4,30 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>   | 4,25 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>   | 4,30 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>  |
| TCAA (g)            | 1,50 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>  | 1,53 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>   | 1,40 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>   | 1,27 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>  |
| K                   | 1,63 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>  | 1,57 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>   | 1,57 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>   | 1,63 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>  |
| S (%)               | 96,67 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup> | 96,67 $\pm$ 2,89 <sup>a</sup>  | 93,33 $\pm$ 7,64 <sup>a</sup>  | 95,00 $\pm$ 5,00 <sup>a</sup> |

**Leyenda:** Peso total (PT), Ganancia en peso (GP), Longitud total (LT), Ganancia en longitud (GL), Tasa de crecimiento específico (TCE), Tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA), Factor de condición (K), Sobrevivencia (S).

Valores con el mismo superíndice no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ), la prueba de Tukey.

### 3.5. Costos

El análisis de costos para la elaboración de 1 TM de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*) (Tabla 7), el cual tiene un costo de S/. 0.46 por kg, que en comparación con la harina de pescado (S/. 4.00) resulta de un costos significativamente menor.

**Tabla 7.** Costo de la elaboración de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*).

| Proceso                | Descripción        | Unidad de medida | Cantidad | Precio unitario (S/.) | Precio total (S/.) |
|------------------------|--------------------|------------------|----------|-----------------------|--------------------|
| <b>Recolección</b>     | Mano de obra       | Unidad           | 2        | 50.00                 | 100.00             |
|                        | <b>Subtotal</b>    |                  |          |                       | <b>100.00</b>      |
| <b>Transporte</b>      | Movilidad          | Unidad           | 1        | 100.00                | 100.00             |
|                        | <b>Subtotal</b>    |                  |          |                       | <b>100.00</b>      |
| <b>Secado</b>          | Mantas para secado | m                | 30       | 2.00                  | 60.00              |
|                        | <b>Subtotal</b>    |                  |          |                       | <b>60.00</b>       |
| <b>Molido</b>          | Molino manual      | Unidad           | 1        | 100.00                | 100.00             |
|                        | Mano de obra       | Unidad           | 2        | 50.00                 | 100.00             |
|                        | <b>Subtotal</b>    |                  |          |                       | <b>200.00</b>      |
| <b>Total (1000 kg)</b> |                    |                  |          |                       | <b>460.00</b>      |
| <b>Total por kg</b>    |                    |                  |          |                       | <b>0.46</b>        |

### 3.6. Rendimiento

Para la elaboración de 1kg de harina de hoja de yuca (*Manihot esculenta*), se empleó 2.3 Kg de hoja de yuca fresca, el cual tuvo un rendimiento de 40%.

### 3.7. Calidad de agua

En la calidad del agua, los resultados evidenciaron que no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) entre las medias de todos los tratamientos, demostrando el buen manejo de estas variables no han sido una variable extraña. Y por otro lado demuestra que estas variables.

**Tabla 8.** Calidad del agua durante el desarrollo del experimento de alimentación de *C. macropomum*. Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar ( $n=3$ ).

| Parámetros                         | Tratamientos       |                    |                    |                    |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                    | TC (0%)            | T1 (10%)           | T2 (20%)           | T3 (30%)           |
| Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) | $28,97 \pm 0,15^a$ | $29,13 \pm 0,41^a$ | $29,30 \pm 0,17^a$ | $29,77 \pm 0,29^a$ |
| Oxígeno ( $\text{mg L}^{-1}$ )     | $5,73 \pm 0,35^a$  | $5,90 \pm 0,37^a$  | $5,67 \pm 0,38^a$  | $5,67 \pm 0,25^a$  |
| pH                                 | $7,43 \pm 0,20^a$  | $7,43 \pm 0,20^a$  | $7,43 \pm 0,20^a$  | $7,43 \pm 0,20^a$  |
| Amonio ( $\text{mg L}^{-1}$ )      | $0,20 \pm 0,10^a$  | $0,25 \pm 0,11^a$  | $0,28 \pm 0,11^a$  | $0,19 \pm 0,12^a$  |
| Nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ )     | $0,15 \pm 0,15^a$  | $0,20 \pm 0,10^a$  | $0,15 \pm 0,10^a$  | $0,15 \pm 0,10^a$  |

Valores con el mismo superíndice no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ), la prueba de Tukey.

#### IV. DISCUSION

El análisis proximal realizado a las dietas experimentales (Tabla 3), muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), en el caso de proteínas, siendo superiores a los requeridos por alevines de *Colossoma macropomum* en el medio natural, que presentan de 20 a 30% de proteína cruda, algunos estudios muestran que niveles dietarios de 25 a 27% de proteína garantizan un crecimiento exitoso (Campos, 2015; Gutiérrez *et al.*, 2010; Uzcátegui-Varela *et al.*, 2014). Eufrazio & Palomino (2004) anotan que en la fase de alevinaje, el alimento balanceado debe contener 30% de proteína y valores moderado de grasa, entre 6 - 8%, por otro lado Koji & Araújo (2011), indican que alevinos y juveniles requieren más altos niveles de grasa y proteínas que los adultos, siendo recomendable niveles de grasa de 10 - 15%, para un mejor crecimiento; en el estudio los niveles de grasa, se encuentran dentro de los requeridos por la especie.

Con respecto a los carbohidratos los peces herbívoros y omnívoros utilizan mejor los carbohidratos que los peces carnívoros, en el caso de la gamitana su digestibilidad es alta, aceptando dietas con alto contenido de carbohidratos, entre 47.76 – 57.37% (Campos, 2015; Eufrazio & Palomino, 2004; Ruiz, 2013). Al comparar el contenido carbohidratos en las dietas, se encontraron diferencias significativas, mostrando valores por debajo a los descritos anteriormente.

Las dietas elaboradas, presentan diferencias significativas de humedad, encontrándose dentro de los niveles adecuados (12 - 14 %), para prevenir el enmohecimiento del alimento, valores superiores a 16% suelen presentar un acelerado crecimiento y multiplicación fúngica (Merizalde & Brito, 2005; Pereyra, 2013; Reyes & Martines, 2009). En cuanto a los niveles de ceniza en dietas para peces, estudios señalan porcentajes entre 5.4 – 9.1% (Arrobo & Peñafiel, 2008; Casanova & Chu-Koo, 2008; Gutiérrez *et al.*, 2010); sin embargo Guevara (2003) reporta porcentajes de ceniza de 10 y 22 %, siendo el adecuado 13,53%, para una correcta alimentación de peces; del mismo modo el análisis realizado a las dietas experimentales (Tabla 3), muestra diferencias significativas de ceniza, encontrándose dentro de los rangos mencionados anteriormente.

El crecimiento de alevines de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas, no demostraron diferencias significativas, de modo similar Casado *et al.*, (2009); evaluó el crecimiento de *C. macropomum*, con tres niveles de inclusión (10, 20 y 30%) de harina de trigo regional (*Coix lacryma-jobi*) y una dieta control, los que produjeron crecimientos gradualmente ascendentes y similares a la dieta control; igualmente Mori & Vela (2014) no encontraron diferencias significativas al evaluar la inclusión de 10, 20 y 30% de la harina de la semilla de copoasú (*Theobroma grandiflorum*).

Por otro lado Ortiz *et al.*, (2007) destacó la valoración del *Amaranthus caudatus* en un 50 % de reemplazo de la harina de pescado, el cual permite tener una alternativa en la alimentación de *C. macropomum*, así también Morillo *et al.*, (2013) indican que la sustitución total de la harina de pescado por harina de *Erythrina edulis* (chachafruto) y harina de *Glycine max* (soya), conduciría a buenos resultados para la alimentación y crecimiento de alevines de *C. macropomum*, ya que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en comparación con la dieta testigo a base de harina de pescado.

Al término de la experimentación los tratamientos no mostraron diferencias significativas, probablemente por lo mencionado por Campos (2015), que indica la habilidad de la especie para utilizar dietas con alto contenido en carbohidratos y proteínas vegetales. Además puede estar relacionado a que la hoja de la yuca es un alimento altamente energético, cuyos carbohidratos son fácilmente asimilables (Ruiz, 2013).

En cuanto a la tasa de crecimiento específico (TCE) estuvo en un promedio de 4.2 %, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos, de modo contrario a Andrade *et al.*, (2011) que registró una TCE de 2.6 % en *Colossoma macropomum*, demostrando así que en la presente investigación obtuvieron mejores resultados, semejante a los encontrados por Van Der Mer *et al.* (1996) que alimentó alevines de cachama negra, utilizando dietas a base de soya (35% PB) y harina de pescado (31.5 % PB), mostrando una TCE de 3.9% y 4.5% respectivamente.



En regiones donde no hay alimentos balanceados es posible utilizar alimento suplementario como frutas, vegetales, zooplancton y pequeños peces, evitando residuos de origen animal, ya que no permiten lograr la misma velocidad de crecimiento y buenas TCA (Flores-Nava & Brown, 2010). Los valores de la tasa de conversión alimenticia aparente (TCAA) registrados en el presente estudio (1.4) se encuentran dentro del rango aceptable para gamitana y son similares a los reportados por Casanova & Chu-Koo, (2008), del mismo modo Casado *et al.*, (2009) reportaron una tasa de conversión alimenticia de 1.6 al evaluar trigo como insumo alimenticio para gamitana, en otro contexto Ruiz (2013) reporta una variación de 3.3 a 4.7, en un estudio donde evaluó la sustitución de la harina de pescado por harina de yuca, plátano, pijuayo y ensilado biológico de pescado en raciones para alevinos de gamitana, considerados elevados en crecimiento de peces. En cuanto al factor de condición (K) los resultados obtenidos demuestran la homogeneidad en los tratamientos, lo que significa que no hubo diferencias significativas, así mismo Casado *et al.*, (2009) y Chuquipiondo & Galdos (2005) obtuvieron valores de 1.5, cifras similares a las obtenidas en el trabajo de investigación; todo lo contrario sucedió en la investigación de Garcia & Gallardo (2014) quienes obtuvieron 2.5, números ligeramente más elevados al evaluar el crecimiento de la gamitana alimentados con harina de pijuayo *Bactris gasipaes*.

La sobrevivencia en este caso tuvo un promedio del 95%, valores semejantes a los obtenidos por Morillo *et al.*, (2013), aunque en la mayoría de estudios este factor es de 100% (Casanova & Chu-Koo, 2008; Casado *et al.*, 2009; Mori & Vela, 2014; Garcia & Gallardo, 2014); sin embargo Eufrazio & Palomino (2004), mencionan que valores de sobrevivencia superiores a 90% son adecuados en el cultivo de gamitana.

El control de la calidad del agua es una tarea necesaria en los cultivos, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto, el pH, constituyen factores que se deben registrar permanentemente, para el buen consumo de alimento, la temperatura adecuada en el cultivo de gamitana oscila entre 25 y 30°C, el nivel de oxígeno entre 3-7 mg/L, siendo un valor óptimo concentración igual o mayores 5 mg/L, soportando también niveles menores que 1,0 mg/L por pocas horas (Eufrazio & Palomino, 2004; Flores-Nava & Brown, 2010). Por otro lado Guerra *et al.*, (2000) y Salvador (2012), con respecto al oxígeno disuelto mencionan que sus valores normales oscilan entre 4-8 mg/L, aunque resisten a bajos niveles, debido a

su desarrollado labio inferior que le facilita captar el oxígeno de la capa superficial del agua, rica en este elemento, el pH es un factor que afecta directamente la fisiología de los organismos vivos; si bien soportan amplios rangos de variación, prosperan mejor a valores cercanos a la neutralidad, 6.5 a 8.

Los compuestos nitrogenados pueden causar problemas, si el agua de cultivo se carga con grandes cantidades de materia orgánica, debido a la acumulación de excretas y restos de alimento en el fondo, causando déficit de oxígeno y producción excesiva de amoníaco (Eufracio & Palomino, 2004). Diversos estudios reportan valores de amonio de 0.2-2 mg/L, los cuales no influyen en el cultivo de alevines de gamitana (Casanova & Chu-Koo, 2008; Ruiz, 2013; Garcia & Gallardo, 2014). Sin embargo Flores-Nava & Brown (2010) indican niveles de 5 mg/L de amonio total con pH entre 6 y 7, no afecta al cultivo. Valores similares fueron los obtenidos en el estudio, donde los se registraron valores de amonio de 0.07 – 0.39 mg/L, los cuales se encuentran dentro los rangos anteriormente mencionados.

Por lo que se refiere a nitritos, son un parámetro de vital importancia por su gran toxicidad y por ser un poderoso agente contaminante, por ellos es necesario mantener la concentración por debajo de 0.1 mg/L, haciendo recambios frecuentes (Estepuñan & Silva, 2014), diversos estudios muestran niveles inferiores a 0.05 mg/L de nitrito permisibles para la acuicultura (Casanova & Chu-Koo, 2008; Casado *et al.*, 2009; Tafur *et al.*, 2009; Garcia & Gallardo, 2014); por su parte Reinaltt & Uceda (2013) reportan valores menores a 0.3 mg/L, valores similares a los registrados en el trabajo de investigación. Por otra parte López & Anzoátegui (2013) en su experiencia registraron concentraciones de nitritos de  $0,6 \pm 0,4$  mg/L, los cuales se mantuvieron de manera general entre los límites que requieren estas especies para su crecimiento.

La inclusión de la harina de hoja de yuca, tuvo un efecto positivo en el crecimiento de los peces, observándose que el crecimiento fue incrementándose paulatinamente, si bien no encontraron diferencias significativas; por lo que podemos anotar que sustituciones hasta de 30% de harina de hoja de yuca *M. esculenta* por harina de pescado en dietas no afecta el crecimiento en peso y longitud en alevines de gamitana, posibilitando incrementar los

porcentajes de sustitución de la harina de hoja de yuca, que es menos costosa en comparación a la harina de pescado.

Podemos afirmar que la harina de hoja de yuca tiene potencial como componente en la dieta de *C. macropomum* sin afectar su crecimiento y sobrevivencia, resaltando que los alevines hayan aceptado las dietas con inclusión de hasta 30% de harina de hojas de yuca, sin mayor problema.

## V. CONCLUSIONES

- La harina de hoja de yuca tiene potencial como ingrediente alimenticio para reemplazar hasta un 30% en dietas, a la costosa harina de pescado sin afectar el rendimiento en peso y longitud en alevinos de *Colossoma macropomum*.
- El porcentaje de sobrevivencia de la población, fue de un 95 %; no encontrándose diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos y el control.
- Resulta más rentable el uso de harina de hoja de yuca en la elaboración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum*, en comparación con la harina de pescado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar dietas con porcentajes superiores al 30% de harina de hojas de yuca para tratar de disminuir la inclusión de harina de pescado y abaratar aún más los costos en la producción.
- Realizar estudios de la hoja de yuca que determinen el efecto de los tratamientos tecnológicos en su composición en proteínas o minerales.
- Estudio sobre la digestibilidad de la proteína de la hoja de yuca.
- Buscar nuevas fuentes proteicas de origen vegetal de bajo costo que puedan sustituir la utilización de la harina de pescado en dietas para la alimentación de especies amazónicas cultivadas en ambientes controlados.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcántara, F. & M. Colace. 2001. Piscicultura. Seguridad alimentaria y desarrollo en la Carretera Iquitos – Nauta y el río Tigre. Valorando y preservando nuestros peces amazónicos. Editorial Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 83 pp.
- Aliaga, C. 2004. Variabilidad genética de *Colossoma macropomum* y *Piaractus brachypomus* en la región del Alto Madera (amazonía boliviana) para el análisis del polimorfismo de la longitud de secuencias intrónicas (epic-pcr). La Paz, Bolivia. 103 pp.
- Andrade, G., Y. Méndez & D. Perdomo. 2011. Engorde experimental de cachama (*Colossoma macropomum*) en la Estación Local El Lago, estado Zulia, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 29(2): 213-218.
- Araújo, C. & M. Goulding. 1998. Os frutos do tambaqui. Ecologia conservação e cultivo na Amazonia. SCM/MCT-CNPq. Brasil. 186 pp.
- Arrobo, A. & C. Peñafiel. 2008. Evaluación de amaranto (*Amaranthus caudatus*) como alternativa alimenticia en tilapia roja (*Oreochromis* sp.) y cachama (*Colossoma macropomum*) en Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado de la Escuela Politécnica del Ejército, Escuela de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. 169 pp.
- Arroyo, R. 1984. Curso de estadística aplicada a la investigación: Diseño experimental. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 160 pp.
- Baltazar, P. & J. Palacios. 2015. La acuicultura en el Perú: producción, comercialización, exportación y potencialidades. Foro Iberoamericano de los Recursos Marinos y la Acuicultura VII: 293-305.
- Buitrago, J., J. Gil & B. Ospina. 2001. La yuca en la alimentación avícola. Edit. Elizabeth Meek y Hugo Aldana. Cali, Colombia. 48 pp.

- Campos, L. 2015. El cultivo de la gamitana en Latinoamérica. Edición 1ra. Edit. Gabriel Vargas y Manuel Martín. Iquitos, Perú. 48 pp.
- Carbonell, C. & C. Buitrago. 2014. Desarrollo y Formulación de Alimentos Alternativos para Peces Utilizando Recursos Locales. Fundación C.I.E.P.E. San Felipe, Venezuela. 55 pp.
- Casado, P., L. Rodríguez, F. Alcántara & F. Chu. 2009. Evaluación del trigo regional *Coix lacryma-jobi* (Poaceae) como insumo alimenticio para gamitana *Colossoma macropomum*. Folia Amazonica, 18 (1-2): 89-96.
- Casanova R., & F. Chu-Koo. 2008. Evaluación del polvillo de malta de cebada, *Hordeum vulgare*, como insumo alimenticio para gamitana (*Colossoma macropomum*). Folia Amazonica, 17 (1-2): 15-22.
- Chuquipiondo, J. & Galdos, R. 2005. Influencia de la harina de plátano, *Musa Paradisiaca*, en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum*. (Cuvier, 1818). Tesis para obtener el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 64 pp.
- Chu-Koo, F., & C. Kohler. 2006. Factibilidad del uso de tres insumos vegetales en dietas para gamitana (*Colossoma macropomum*). En IIAP, IRD., J. Renno, C. García, F. Duponchelle, & J. Nuñez (Edits.), Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura, 1: 184-191.
- Estepuñan, P. & L. Silva. 2014. Condiciones técnicas y resultados de adaptación en la crianza experimental de los peces paco (*Piaractus brachipomus*) y gamitana (*Colossoma macropomum*) en el centro acuícola Don Cuñao, Distrito de Santa María, Provincia de Huaura, Departamento de Lima. Tesis optar el título profesional de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. 99pp.
- Eufracio, P. & A. Palomino. 2004. Manual de cultivo de gamitana. Fondo nacional del desarrollo pesquero FONEPES. Lima, Perú. 105 pp.

- FAO. 2010. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. Roma. 219 pp.
- FAO. 2014. Panorama de la Pesca y Acuicultura en América Latina y el Caribe. Argentina. 9 pp.
- FAO. 2016. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- Flores-Nava, A. & A. Brown. 2010. Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. FAO. Santiago, Chile. 204 pp.
- García, M. & R. Gallardo. 2014. Efecto de la densidad de siembra en el crecimiento de alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), alimentados con harina de pijuayo, *Bactris gasipaes* (H.B.K); criados en jaulas. Tesis para obtener el Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 59 pp.
- Giraldo, A. 2006. Estudio de la obtención de harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo humano. Tesis para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad del Cauca. Popayan, Colombia. 108 pp.
- Guerra, H., M. Rebaza, F. Alcántara, C. Rebaza, S. Deza, S. Tello, J. Cortez, P. Padilla, V. Montreuil & G. Tello. 2000. Cultivo y procesamiento de peces nativos: una propuesta productiva para la Amazonia Peruana. IIAP. Iquitos, Perú. 86 pp.
- Guerra, H. & G. Saldaña. 2006. Cultivando Peces Amazónicos. Edición 2da. San Martín, Perú. 199 pp.
- Guevara, W. 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 55 pp.
- Gunasekera, R., N. Turoczy, S. De Silva, F. Gavine & G. Gooley. 2002. An evaluation of the potential suitability of selected aquatic food processing industry waste products in feeds for three fish species, based on similarity of chemical constituents. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11, 57-78.



- Gutiérrez, F., M. Quispe, L. Valenzuela, G. Contreras & J. Zaldívar. 2010. Utilización de la proteína dietaria por alevinos de la gamitana, *Colossoma macropomum*, alimentados con dietas isocalóricas. *Revista peruana de biología*, 17(2): 219 – 223.
- Hdez, J., M. Jimenez, G. Montejo & L. Carrillo. 2014. Manual: Elaboración de alimento alternativo para la producción de Tilapia. pp. 29.
- Heinsbroek, G. 1990. Growth and Feeding of Fish. Integration course fish culture. Department of Fish Culture and Fisheries Agriculture University. The Netherlands. pp. 93.
- Hertrampf, J. & F. Pascual. 2000. Manual sobre ingredientes para piensos para la acuicultura. *Shrimp meal*, 38: 364-371.
- Inga, H. & J. López. 2001. Diversidad de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en Jenaro Herrera, Loreto – Perú. Documento Técnico N° 28. Iquitos – Perú. 49 pp.
- Koji, J. & T. Araújo. 2011. Revisão de literatura: Exigências nutricionais do tambaqui, compilação de trabalhos, formulação de ração Adequada e desafios futuros. pp 44.
- Mendoza, M.E. 2004. Manual de prácticas de nutrición I. Lima (Perú): Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Nutrición. 34 pp.
- Merizalde, F. & A. Brito. 2005. Control de calidad en el proceso de fabricación de alimentos balanceados extruidos para especies acuícolas. Tesis para optar por el grado de Ingeniero químico. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 166 pp.
- Meyreles L., N. Macleod & T. Preston. 1977. Cassava forage as a source of protein: Effect of population density and age at cutting. *Tropical Animal Production*, 1 (2): 18-26.
- Ministerio de Agricultura. 2010. Producción Mundial del Cultivo de Yuca. Dirección de Información Agraria. 33 pp.


- Moore, C. 1976. El uso de forraje de yuca en la alimentacion de rumiantes. Seminario Internacional de Ganaderia Tropical, Acapulco, Mexico. 12 pp.
- Mori, M. & E. Vela. 2014. Inclusión de la harina de la semilla de “copoasú” *Theobroma grandiflorum* (Sterculiaceae) en el crecimiento de alevinos de “gamitana” *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados en corrales. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 64 pp.
- Morillo, M., T. Visbal, L. Rial, F. Ovalles, P. Aguirre & A. Medina. 2013. Alimentación de alevines de *Colossoma macropomum* con dietas a base de *Erythrina edulis* y soya. *Interciencia*, 38(2): 121 - 127.
- Loo Hung, B. 2003. Evaluacion de efecto de la harina de pre-gelatinizada de maca (*Lepidium peruvianum*) sobre el crecimiento de alevinos de tilapia roja (*Oreochromis spp.*). Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- López, P. & D. Anzoátegui. 2013. Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua. *Zootecnia Tropical*, 31 (4): 271 - 277.
- Lozano, L., E. Giratá & F. Jiménez. 2011. Suplementación de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) con hoja de yuca (*Manihot esculenta*). *Revista Innovando en la U* ISSN 2216 – 1236, (3): 121-124.
- Ortiz, J., N. Saltos, J. Giacometti, A. Arrobo, C. Peñafiel & R. Falconi. 2007. Alternativas alimenticias para el cultivo de *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes. *Boletín Técnico 7, Serie Zoológica 3*: 72-81.
- Ovidio, A. 2009. Utilización de raíces y parte aérea de mandioca en la alimentación animal. Informe técnico. Bogotá, Colombia. 62 pp.
- Pereyra, G. 2013. Piscicultura. Guía técnica. Madre de Dios. Perú. 26 pp.

- Rathbone, C.K., Babita, J.K., 2000. Whitefish offals make great fish feeds. *World Aquaculture*, 31: 20-24.
- Reinaltt, M. & D. Uceda. 2013. Efecto de dos concentraciones de *Lactobacillus* sp. en dietas, sobre el crecimiento y supervivencia de *Colossoma macropomum* “gamitana” en laboratorio. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Perú. 38 pp.
- Reyes, L. & P. Martínez. 2009. Alimentos balanceados para animales. Universidad de Tolima. Ibagué, Colombia. 25 pp.
- Ribeyro, B. 2013. Efecto de la tasa y frecuencia de alimentación en el crecimiento de alevinos de *Osteoglossum bicirrhosum* (Cuvier, 1829) (Pisces: Osteoglossidae) “arahuana”, en ambientes controlados. Tesis para el obtener el grado académico de magister. Escuela de Postgrado “José Torres Vásquez”. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Rosales, J. & T. Tang. 1996. Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. *Folia Amazonica*, 8 (2): 13-27.
- Ruiz, J. 2013. Viabilidad del uso de tres insumos vegetales y del ensilado biológico de pescado en dietas para alevinos de gamitana, *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), criados en jaulas, en la localidad de El Estrecho, Río Putumayo, Perú. Tesis para optar por el título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 105 pp.
- Saint, V. & V. Werder. 1981. The potential of some Amazonian fishies for warm water aquaculture. *Proc. World Symp. On Aquaculture in heated Effluents and Recirculation Systems*. Heenemenn & CO, 2: 275 - 287.
- Salvador, E. 2012. Aspectos generales del cultivo de peces amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Informe interno. Iquitos, Perú. 34pp.
- Sotolou, A. 2010. Growth performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fed varying inclusions of *Leucaena leucocephala* seed meal. *Tropicultura*, 28 (3): 168-172.

- Tacon, A. 1987. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. Tomo I. Nutrientes esenciales. FAO. Brasilia, Brasil. 115 pp.
- Tafur, J., F. Alcántara, M. Del Águila, R. Cubas, L. Mori-Pinedo, F. Chu-Koo. 2009. Paco *Piaractus brachypomus* y gamitana *Colossoma macropomum* criados en policultivo con el bujurqui-tucunaré, *Chaetobranchius semifasciatus* (CICHLIDAE). Folia Amazónica, 18 (1): 97 – 104.
- UNCTAD. 2005. Diagnóstico del sector acuicultura para el desarrollo de bionegocios en el Perú. Marzo del 2005. Lima, Perú. 96 pp.
- Uzcátegui-Varela, J., X. Méndez, F. Isea & R. Parra. 2014. Evaluación de dietas con diferente contenido proteico sobre el desempeño productivo de alevines del híbrido cachamay (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* ) en condiciones de cautiverio. Revista Científica FCV-LUZ, 22 (5): 458 – 465.
- Van Der Meer, M., E. Huisman & M. Verdegem. 1996. Feed consumption, growth and protein utilization of *Colossoma macropomum* at different dietary fish meal/soya meal ratios. Aquaculture Research, 27: 531-538.
- Venero, A. 2005. Formulación y elaboración de dietas balanceadas para paco, gamitana y boquichico con insumos regionales para la seguridad alimentaria en las comunidades Aguarunas del Alto Marañón. Informe de Consultoría. Proyecto “Acuicultura para la Seguridad Alimentaria en Comunidades Aguarunas del Alto Marañón”. Lima, Perú. 42pp.

## **VIII. ANEXO**

# Anexo 1. Análisis de las dietas empleadas en la alimentación de *C. macropomum*.

**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**  
**“COLECBI” S.A.C.**  
REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

**INFORME DE ENSAYO N° 2968-16**

**SOLICITADO POR** : CAROLINA LOARTE DIAZ.

**DIRECCIÓN** : Manuel Arevalo Mz E Lote 5 Casma.

**PRODUCTO DECLARADO** : ALIMENTO PARA PECES.

**CANTIDAD DE MUESTRA** : 04 muestras x 200g

**PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA** : En bolsa de polietileno cerrada.

**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2016-09-21

**FECHA DE INICIO DEL ENSAYO** : 2016-09-21

**FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO** : 2016-09-22

**CONDICIÓN DE LA MUESTRA** : En buen estado.

**ENSAYOS REALIZADOS EN** : Laboratorio Físico Químico.

**CODIGO COLECBI** : SS 001621-16

**RESULTADOS**


| ENSAYOS                   | MUESTRA |       |       |       |
|---------------------------|---------|-------|-------|-------|
|                           | TC      | T1    | T2    | T3    |
| Proteínas (%) Factor 6,25 | 35,33   | 34,63 | 32,91 | 31,83 |
| Humedad (%)               | 10,17   | 9,69  | 9,94  | 9,32  |
| Grasa (%)                 | 13,62   | 13,99 | 13,85 | 13,91 |
| Cenizas (%)               | 18,05   | 17,08 | 15,99 | 15,03 |
| Carbohidratos (%)         | 40,20   | 40,10 | 40,44 | 44,89 |

**METODOLOGIA EMPLEADA**  
Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.  
Humedad: NMX - F- 289 - 1977  
Grasa : UNE 64021 1970  
Cenizas : UNE 64019 1971  
Carbohidratos : Cálculo

**NOTA**

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Setiembre 23 del 2016.  
DVY/jms

  
Denis M. Vargas Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2016-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME.  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [mediambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:mediambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

**Anexo 2.** Registro de pesos (g) promedios de los alevines con respecto al tiempo.

| <b>PESO (g)</b>      |                     |                 |                 |                 |
|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b> | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|                      | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>0</b>             | 0.7                 | 0.8             | 0.8             | 0.7             |
| <b>15</b>            | 2.1                 | 2.2             | 2.0             | 1.6             |
| <b>30</b>            | 4.1                 | 4.8             | 4.0             | 3.4             |
| <b>45</b>            | 7.4                 | 10.4            | 8.5             | 6.4             |
| <b>60</b>            | 14.4                | 18.4            | 16.3            | 13.8            |
| <b>75</b>            | 22.3                | 30.7            | 28.8            | 24.6            |
| <b>90</b>            | 30.5                | 39.5            | 37.6            | 35.7            |

**Anexo 3.** Registro de longitudes (cm) promedios de los alevines con respecto al tiempo.

| <b>LONGITUD (cm)</b> |                     |                 |                 |                 |
|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b> | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|                      | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>0</b>             | 3.5                 | 3.6             | 3.6             | 3.5             |
| <b>15</b>            | 4.8                 | 4.9             | 4.6             | 4.4             |
| <b>30</b>            | 6.0                 | 6.4             | 5.8             | 5.7             |
| <b>45</b>            | 7.4                 | 8.3             | 7.7             | 7.1             |
| <b>60</b>            | 8.8                 | 10.0            | 9.5             | 9.2             |
| <b>75</b>            | 10.5                | 12.0            | 11.7            | 11.8            |
| <b>90</b>            | 12.3                | 13.5            | 13.4            | 13.0            |

**Anexo 4.** Registro de la temperatura (°C) promedio del agua de cultivo.

| <b>TEMPERATURA (°C)</b> |                     |                 |                 |                 |
|-------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b>    | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|                         | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>6</b>                | 29.8                | 29.8            | 29.0            | 29.0            |
| <b>12</b>               | 28.5                | 28.4            | 29.2            | 29.2            |
| <b>18</b>               | 28.2                | 29.0            | 28.6            | 30.1            |
| <b>24</b>               | 29.0                | 29.0            | 29.1            | 29.3            |
| <b>30</b>               | 28.9                | 29.5            | 29.7            | 29.0            |
| <b>36</b>               | 28.7                | 29.4            | 29.8            | 30.0            |
| <b>42</b>               | 30.1                | 30.0            | 30.7            | 30.5            |
| <b>48</b>               | 29.6                | 28.9            | 29.2            | 29.0            |
| <b>54</b>               | 29.4                | 29.3            | 29.5            | 29.4            |
| <b>60</b>               | 28.6                | 28.4            | 29.0            | 29.9            |
| <b>66</b>               | 29.0                | 29.2            | 29.8            | 29.8            |
| <b>72</b>               | 28.4                | 29.1            | 29.8            | 30.0            |
| <b>78</b>               | 29.0                | 28.6            | 28.9            | 29.7            |
| <b>84</b>               | 28.7                | 29.5            | 29.5            | 29.0            |
| <b>90</b>               | 29.2                | 29.2            | 28.7            | 29.6            |

**Anexo 5.** Registro del oxígeno (mg L<sup>-1</sup>) promedio del agua de cultivo.

| <b>OXIGENO (mg L<sup>-1</sup>)</b> |                     |                 |                 |                 |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b>               | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|                                    | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>6</b>                           | 5.1                 | 5.2             | 5.3             | 5.4             |
| <b>12</b>                          | 6.9                 | 6.9             | 6.8             | 7.1             |
| <b>18</b>                          | 6.8                 | 6.6             | 6.7             | 6.9             |
| <b>24</b>                          | 6.9                 | 6.2             | 6.3             | 6.3             |
| <b>30</b>                          | 5.7                 | 5.2             | 5.6             | 5.8             |
| <b>36</b>                          | 5.0                 | 5.2             | 5.4             | 5.3             |
| <b>42</b>                          | 5.4                 | 5.8             | 6.0             | 6.2             |
| <b>48</b>                          | 5.5                 | 5.4             | 6.0             | 6.1             |
| <b>54</b>                          | 6.0                 | 6.0             | 5.9             | 6.2             |
| <b>60</b>                          | 5.9                 | 5.8             | 6.0             | 5.6             |
| <b>66</b>                          | 5.4                 | 5.3             | 5.3             | 5.1             |
| <b>72</b>                          | 5.8                 | 5.8             | 5.9             | 5.5             |
| <b>78</b>                          | 6.1                 | 6.0             | 5.4             | 5.5             |
| <b>84</b>                          | 5.8                 | 6.0             | 5.6             | 6.7             |
| <b>90</b>                          | 6.6                 | 6.8             | 5.8             | 5.8             |



**Anexo 6.** Registro del pH promedio del agua de cultivo.

| <b>pH</b>            |                     |                 |                 |                 |
|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b> | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|                      | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>6</b>             | 7.5                 | 7.4             | 7.4             | 7.4             |
| <b>12</b>            | 7.4                 | 7.5             | 7.4             | 7.4             |
| <b>18</b>            | 7.3                 | 7.5             | 7.6             | 7.6             |
| <b>24</b>            | 7.3                 | 7.4             | 7.4             | 7.3             |
| <b>30</b>            | 7.5                 | 7.5             | 7.6             | 7.6             |
| <b>36</b>            | 7.5                 | 7.5             | 7.6             | 7.7             |
| <b>42</b>            | 7.4                 | 7.5             | 7.4             | 7.4             |
| <b>48</b>            | 7.4                 | 7.4             | 7.3             | 7.3             |
| <b>54</b>            | 7.5                 | 7.2             | 7.5             | 7.4             |
| <b>60</b>            | 7.5                 | 7.4             | 7.4             | 7.4             |
| <b>66</b>            | 7.4                 | 7.3             | 7.5             | 7.3             |
| <b>72</b>            | 7.5                 | 7.4             | 7.5             | 7.3             |
| <b>78</b>            | 7.3                 | 7.3             | 7.4             | 7.4             |
| <b>84</b>            | 7.5                 | 7.3             | 7.4             | 7.4             |
| <b>90</b>            | 7.4                 | 7.5             | 7.5             | 7.3             |

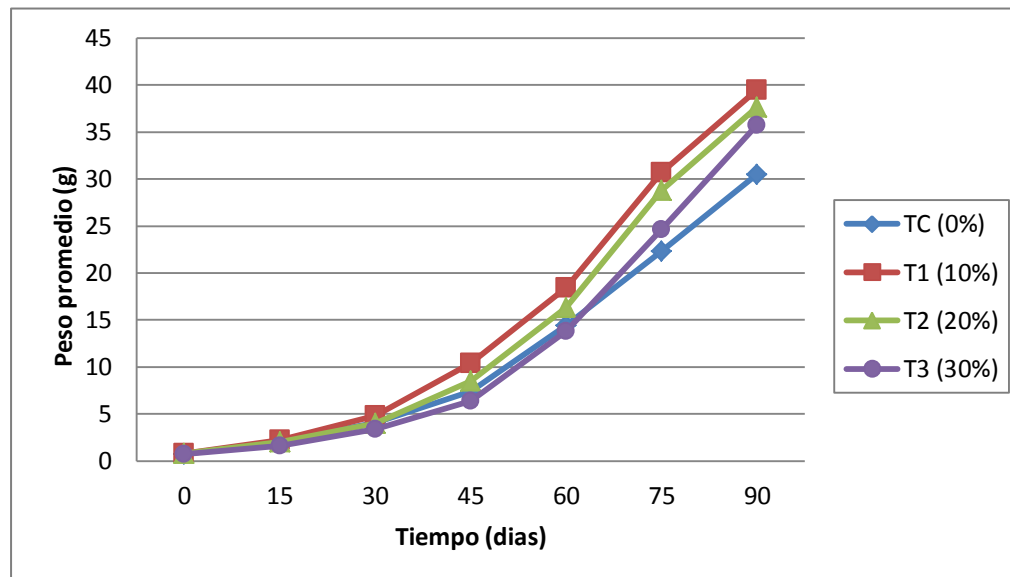
**Anexo 7.** Registro de amonio ( $\text{mg L}^{-1}$ ) promedio del agua de cultivo.

| <b>AMONIO (<math>\text{mg L}^{-1}</math>)</b> |                     |                 |                 |                 |
|---|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Tiempo (días)</b>                          | <b>Tratamientos</b> |                 |                 |                 |
|   | <b>TC (0%)</b>      | <b>T1 (10%)</b> | <b>T2 (20%)</b> | <b>T3 (30%)</b> |
| <b>15</b>                                     | 0.1                 | 0.2             | 0.4             | 0.1             |
| <b>30</b>                                     | 0.1                 | 0.3             | 0.3             | 0.1             |
| <b>45</b>                                     | 0.1                 | 0.2             | 0.2             | 0.2             |
| <b>60</b>                                     | 0.3                 | 0.1             | 0.3             | 0.2             |
| <b>75</b>                                     | 0.0                 | 0.4             | 0.2             | 0.1             |
| <b>90</b>                                     | 0.3                 | 0.0             | 0.2             | 0.1             |

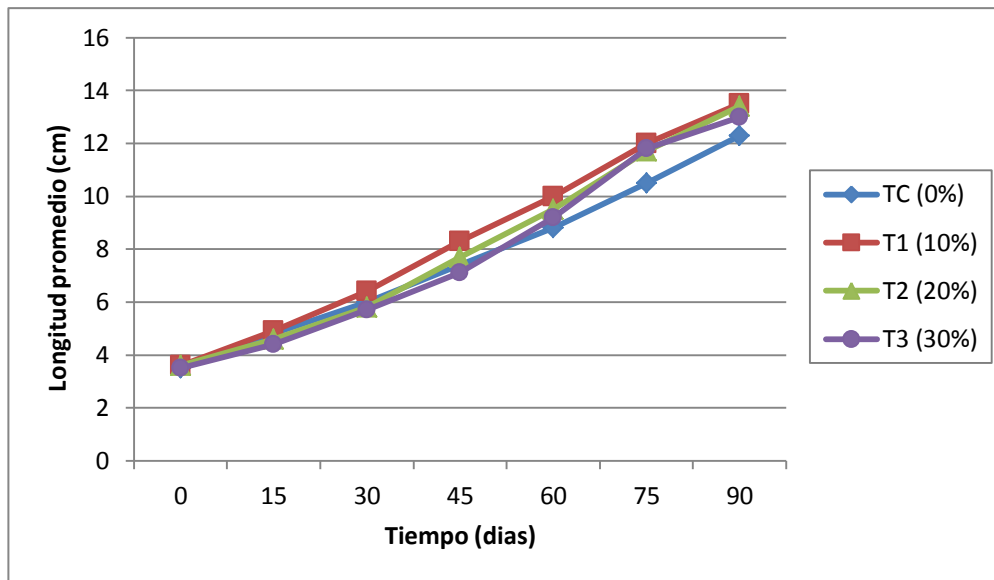
**Anexo 8.** Registro de nitrito ( $\text{mg L}^{-1}$ ) promedio del agua de cultivo.

| NITRITO ( $\text{mg L}^{-1}$ ) |              |          |          |          |
|--------------------------------|--------------|----------|----------|----------|
| Tiempo (días)                  | Tratamientos |          |          |          |
|                                | TC (0%)      | T1 (10%) | T2 (20%) | T3 (30%) |
| 15                             | 0.1          | 0.3      | 0.2      | 0.1      |
| 30                             | 0.0          | 0.2      | 0.2      | 0.2      |
| 45                             | 0.2          | 0.2      | 0.3      | 0.1      |
| 60                             | 0.3          | 0.3      | 0.2      | 0.2      |
| 75                             | 0.1          | 0.1      | 0.2      | 0.1      |
| 90                             | 0.3          | 0.2      | 0.1      | 0.3      |

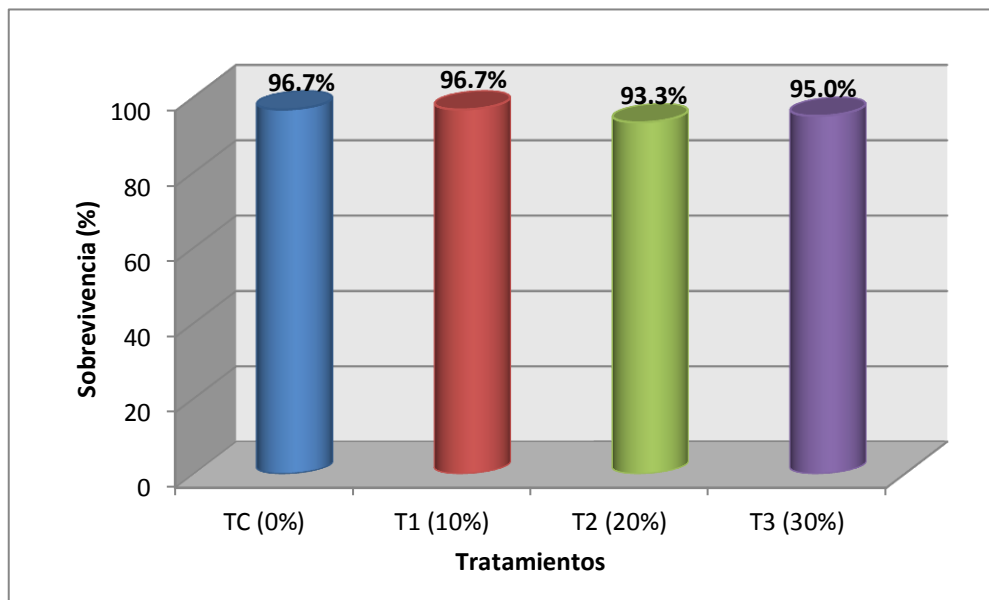
**Anexo 9.** Peso promedio de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo.



**Anexo 10.** Longitud promedio de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas experimentales en función del tiempo.

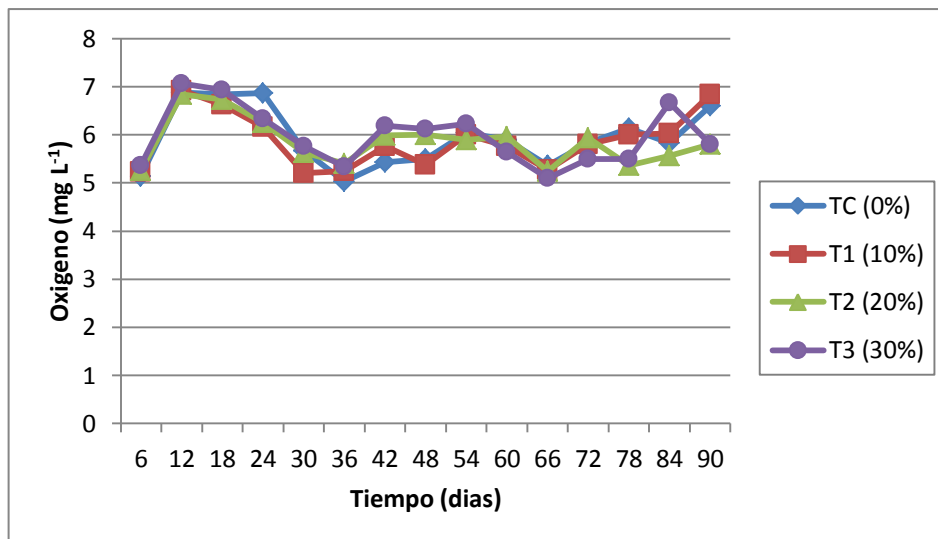


**Anexo 11.** Sobrevivencia de *C. macropomum* alimentados con las diferentes dietas experimentales.



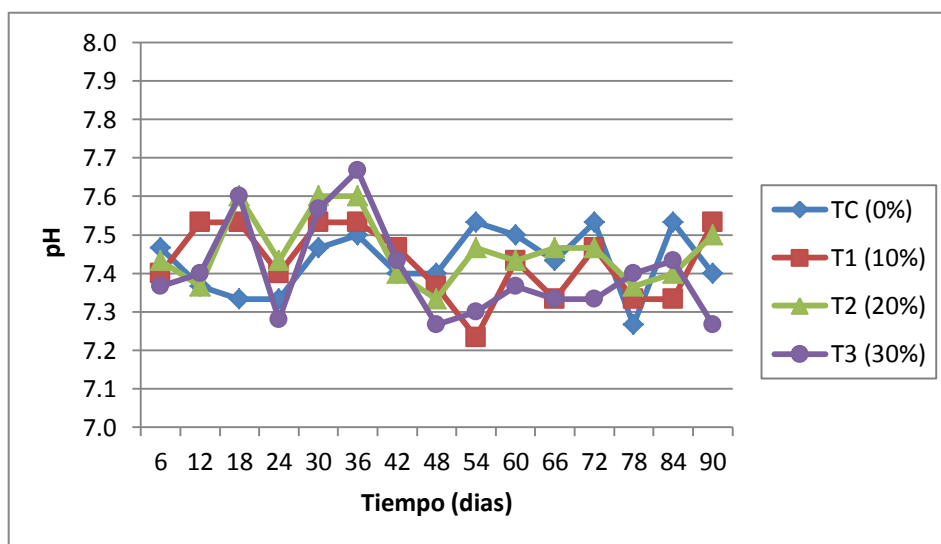
**Anexo 12.** Parámetros de calidad del agua de las unidades experimentales.

La concentración promedio de oxígeno en el agua durante el periodo de crianza, se mantuvo entre de 5,29 y 6,27 mg L<sup>-1</sup> (Tabla 8).



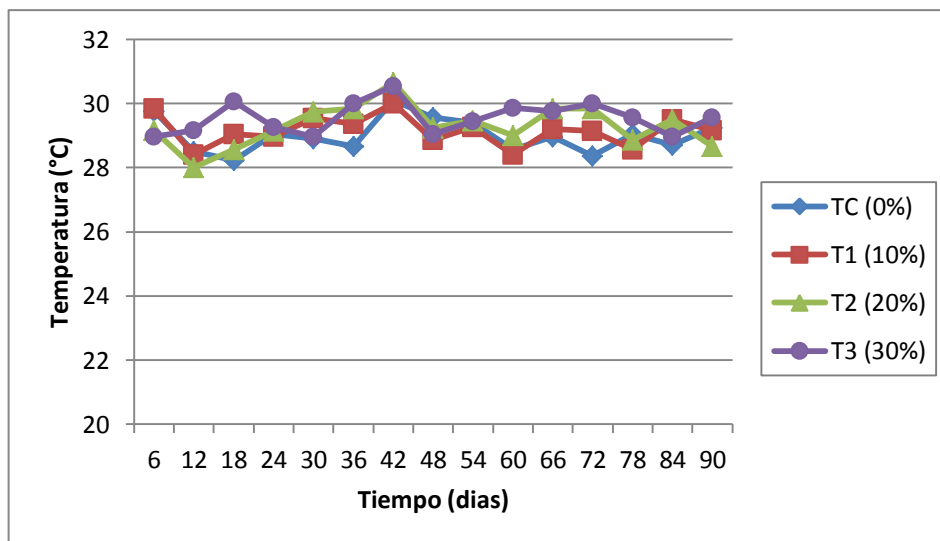
**Figura 1.** Variación de la concentración de oxígeno en el agua de crianza de *C. macropomum*, a través del tiempo.

El pH se registró uniforme en todos los recipientes durante el periodo de crianza, en una concentración entre de 7,23 y 7,63 (Tabla 8).



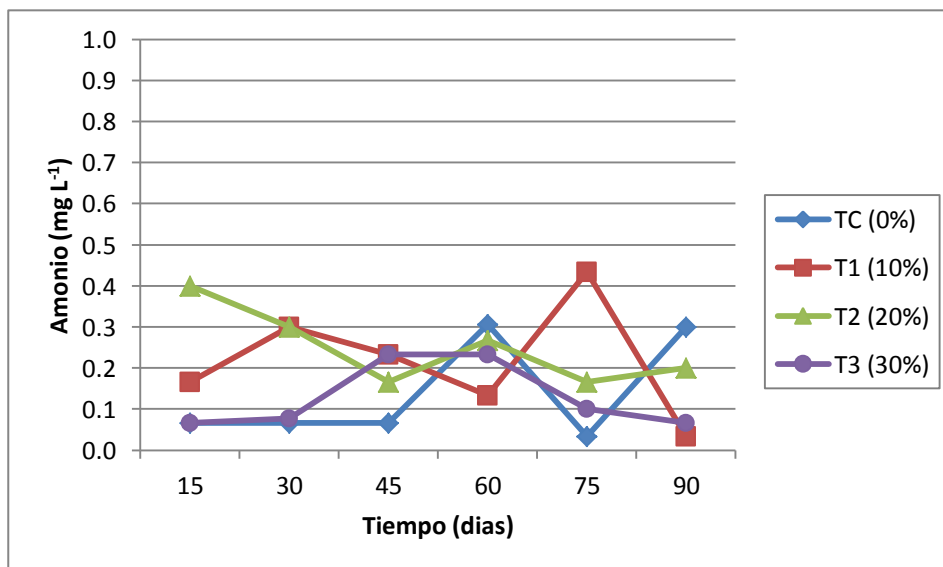
**Figura 2.** Variación de pH en el agua de crianza de *C. macropomum*, a través del tiempo.

La temperatura promedio del agua de los recipientes se registró con una variación entre 29.48 a 30.06 °C (Tabla 8).



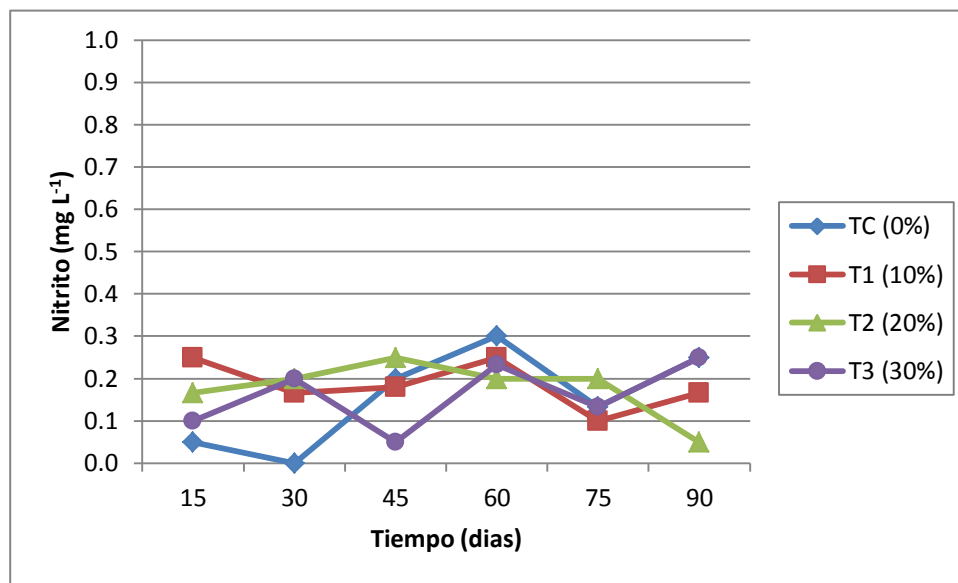
**Figura 3.** Variación de la temperatura en el agua de crianza de *C. macropomum*, a través del tiempo.

El nivel de amonio promedio en el periodo de experimentación, se mantuvo entre 0,07 - 0,39 mg L<sup>-1</sup> (Tabla 8).



**Figura 4.** Variación de amonio en el agua de crianza de *C. macropomum*, a través del tiempo.

El nitrito promedio en el agua de cultivo, durante el periodo de la experiencia, muestra una variación que oscila entre 0.00 – 0.30 mg L<sup>-1</sup> (Tabla 8).



**Figura 5.** Variación de nitrito en el agua de crianza de *C. macropomum*, a través del tiempo.