

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



Efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *Argopecten purpuratus* en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*

**Tesis para optar el título de**  
**BIÓLOGO ACUICULTOR**

**Autores:**

Bach. Rodríguez Roque Rosa Anamaria

Bach. Trujillo Acosta Manuel Alejandro

**Asesor:**

Dr. Guillermo Belisario Saldaña Rojas

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2020**

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



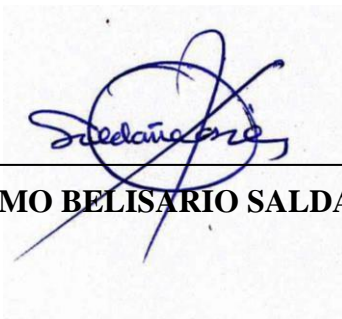
Efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *Argopecten purpuratus* en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*

**Autores:**

Bach. Rodríguez Roque Rosa Anamaria

Bach. Trujillo Acosta Manuel Alejandro

**REVISADO Y APROBADO POR EL ASESOR**



---

**Dr. GUILLERMO BELISARIO SALDAÑA ROJAS**

**Nuevo Chimbote – Perú**

**2020**

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



Efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *Argopecten purpuratus* en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus*

**Autores:**

Bach. Rodríguez Roque Rosa Anamaria

Bach. Trujillo Acosta Manuel Alejandro

**Jurado evaluador**

Mg. Luco Encomendero Yépez  
**Presidente**

Mg. Juan Miguel Carhuapoma Garay  
**Secretario**

Dr. Guillermo Saldaña Rojas  
**Integrante**

Nuevo Chimbote – Perú  
2020

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso por darme la bendición de mi vida, la salud y las fuerzas para luchar por mis metas, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, quienes son el pilar en lo que soy, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mi hermana Rebeca por estar en los momentos difíciles que tuve que pasar en este trayecto y por estar siempre. Siendo perfectamente la mejor hermana que Dios y la vida me pudo regalar.

A mi novio Eduardo por alentarme, ser mi bastón cuando parecía caer y por su sinceridad para desenvolver mis nudos.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

**Rosa Anamaria**

A Dios por la vida y la salud que me ha dado. A mi familia por el apoyo incondicional en mis estudios y por darme las fuerzas necesarias, en especial a mis padres y hermanas que son mi inspiración para lograr mis metas.

**Alejandro**

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Guillermo Saldaña Rojas por su orientación y consejo profesional durante el desarrollo de nuestra tesis, por su amistad brindada y todas las ocurrencias que hicieron la vida universitaria mucho mejor.

A los docentes de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa – Chimbote, en especial a los profesores: Rómulo Loayza, Juan Carhuapoma, Lucio Encomendero, Luis Campoverde que con sus enseñanzas y consejos contribuyeron en nuestra formación académico, personal y profesional.

A la secretaria de nuestra EAP, la señora Gabriela Colchado Chinchay por su amabilidad, cariño, estima, dedicación y apoyo incondicional.

A nuestros amigos más cercanos que no tuvieron reparos en alentarnos y motivarnos en la realización de nuestra tesis, en especial a Diofanto Acosta Alejos, por ser nuestro incondicional, y un hermano más para nosotros.

A la Universidad Nacional del Santa por ser nuestra alma mater en formación académica profesional, la cual nos acogió en estos 5 años y llevamos recuerdos gratos.

## INDICE

	Pg.
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCION	12
II. MATERIALES Y METODOS	15
1. Materiales	15
1.1 Población	15
1.2 Muestra	15
1.3 Unidad de análisis	15
2. Método	15
2.1 Tipo de investigación	15
2.2 Diseño de investigación	15
2.3 Operacionalización de variables	15
2.4 Procedimientos	16
2.4.1 Transporte	16
2.4.2 Aclimatación	16
2.4.3 Selección y siembra	16
2.4.4 Unidades de experimentación	16

2.4.5 Colecta del biofouling	17
2.4.6 Harina de ensilado de biofouling	17
2.4.7 Calidad del ensilado y dietas	17
2.4.8 Técnicas e instrumentos para recolección de datos	18
2.4.9 Supervivencia	19
2.4.10 Costos	19
2.4.11 Calidad de agua de cultivo	19
2.4.12 Diseño y análisis estadístico	19
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>20</b>
3.1 Calidad del ensilado	20
3.2 Crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. niloticus</i>	21
3.3 Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. niloticus</i>	23
3.4 Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de <i>O. niloticus</i>	24
3.5 Supervivencia de alevines de <i>O. niloticus</i>	25
3.6 Costo de la dieta	26
3.7 Parámetros de calidad de agua	26
<b>IV. DISCUSION</b>	<b>27</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>30</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>30</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>31</b>

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Formulación y composición de la dieta control y experimental para alevines de <i>O. niloticus</i> .	18
TABLA 2. Análisis de HEB.	20
TABLA 3. Porcentaje de Proteína en dietas según proporciones de HEB.	20
TABLA 4. Características de dietas según proporciones de HEB.	20
TABLA 5. Pesos y tallas promedios de alevines de <i>O. niloticus</i> , alimentados con tres proporciones de HEB.	21
TABLA 6. Velocidad de crecimiento en peso y talla promedios de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.	23
TABLA 7. Tasa de crecimiento en peso y talla promedios de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.	24
TABLA 8. Supervivencia en número y porcentaje promedios de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.	25
TABLA 9. Costo de dietas según proporciones de HEB.	26
TABLA 10. Parámetros de calidad de agua promedios durante el cultivo de alevines de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.	26



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Crecimiento en peso promedio de <i>O. niloticus</i> alimentados con dietas con tres concentraciones de HEB.	22
FIGURA 2. Crecimiento en talla promedio de <i>O. niloticus</i> alimentados con 4 dietas con tres concentraciones de HEB.	22

## RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo determinar el efecto de 0, 25, 50 y 75% de la harina de ensilado de biofouling (HEB) extraído de linternas de cultivo de *Argopecten purpuratus* en reemplazo de la harina de pescado, en el crecimiento y supervivencia de alevinos de tilapia *O. niloticus* en laboratorio. Se emplearon 240 alevinos revertidos de *O. niloticus* cuyo peso y longitud inicial promedio fueron  $1.4 \pm 0.004$  g. y  $2.11 \pm 0.014$  cm, respectivamente, los cuales fueron distribuidos en tres tratamientos y un grupo control, cada una con tres repeticiones, empleándose un diseño experimental en bloque completamente al azar. Los alevinos de *O. niloticus* fueron criados en 12 acuarios de 100 L de capacidad útil, empleándose solo 80 L de agua por unidad experimental, las cuales fueron acondicionadas con filtros biológicos de goteo y difusores con aireación continua, cuya densidad de siembra fue de  $0.25$  alevinos/L<sup>-1</sup> y un régimen alimentario de tres veces al día por un periodo de 90 días. Los resultados mostraron que no existió diferencia significativa en los parámetros de alimentación en las dietas control, 25% de HEB y 75 % de HEB. Sin embargo, la dieta con 50 % de HEB mostro diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). Por lo que concluye La dieta con 50% de HEB mostro mayor crecimiento en peso y talla en alevinos de *O. niloticus* siendo una buena opción para la alimentación.

Palabras claves: Harina de ensilado de biofouling, *Oreochromis niloticus*, linternas y *Argopecten purpuratus*.

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of 0, 25, 50, 75% of biofouling flour extracted from *Argopecten purpuratus* culture lanterns replacing fishmeal, in the growth and survival of tilapia fry *O. niloticus* in the laboratory. 240 reverse fry of *O. niloticus* were used whose average initial weight and length were  $1.4 \pm 0.004$  g. and  $2.11 \pm 0.014$  cm, respectively, which were distributed in three treatments and a control group, each with three repetitions, using a completely randomized experimental block design, where the block was given from sampling time. The fry of *O. niloticus* were raised in 12 aquariums of 100 L of useful capacity, using only 80 L of water per experimental unit, which were conditioned with biological drip filters and diffusers with continuous aeration, whose planting density was 0.25 fry / L-1 and a diet three times a day for a period of 90 days. The results showed that there was no significant difference in the feeding parameters in the control diets, 25% of HEB and 75% of HEB. However, the diet with 50% HEB showed significant differences ( $p < 0.05$ ). So concludes the diet with 50% HEB showed greater growth in weight and height in fry of *O. niloticus* being a good option for food.

Keywords: biofouling, *Oreochromis niloticus*, lanterns and *Argopecten purpuratus*

## I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pectinidos se estima en torno a 1 700 000 t, de las cuales 1 000 000 t proceden de la acuicultura y 700 000 t de bancos naturales (FAO, 2014, pp. 25-27). El cultivo de *Argopecten purpuratus* es la actividad más desarrollada en el Perú, con producciones que sobrepasan las 7300 t, que representa el 73% de la producción de acuicultura marina y el 55% de la producción total en acuicultura del país. Las zonas de mayor producción de la especie son Casma (Áncash), Paracas (Ica) y Sechura (Piura) (PRODUCE, 2015, pp. 89-91).

Por otro lado, el procesamiento de *A. purpuratus* elimina 29.5 t diarias de desechos dentro de los cuales están el biofouling, constituido por organismos que se fijan al sistema de cultivo. Sin embargo, el biofouling contamina el ambiente porque no se le da uso adecuado (Loayza, 2011, p. 12).

En el cultivo de peces se buscan nuevas fuentes proteicas, donde destacan el uso de harinas de origen animal (carne, pluma, sangre, lombriz), harinas vegetales (soya, lupino, quinua), ensilados de pescado y flora microbiana (Llanes *et al.*, 2010, p. 14). El alimento es el componente más importante en un cultivo de peces, por lo tanto, se busca maximizar su rendimiento, bajar su costo y cuidar que este no se convierta en contaminante para el medio acuático.

Los alevinos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) requieren de 32% (Costa, *et al.*, 2009, p. 7) a 35% de proteína en la fase de crecimiento (Hayashi *et al.*, 2002, p. 24). Por otro lado, El-Sayed y Garling, (1998, p. 6) establecieron para *O. niloticus*, incluidos los juveniles, niveles de proteína del 40%.

En dietas de alevinos de *O. niloticus*, la harina de pescado es sustituida con diferentes insumos y en diferentes niveles. La harina de soya y de quinua se emplean en 30% (Amaya *et al.*, 2000, p. 13; Gutierrez *et al.*, 2011, p. 21) y la pulpa de café hasta 20% (Castillo *et al.*, 2002, p. 6). En cambio, en juveniles de la misma especie, la harina proteínica de caña (*Sacharum officinarum*) se emplea hasta 14% (Botello *et al.*, 2011, pp. 29-30); la torta de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) hasta 10% (Miranda, 2015, p. 87) y la harina de semilla de girasol hasta 25% (Ochieng *et al.*, 2017, pp. 12-13).

Por otra parte, insumos alternos en la dieta de origen vegetal para *O. niloticus* son la

harina de girasol incluida hasta 14% (Furuya *et al.*, 2000, p. 4), la harina de *Lemna obscura* con 25% (11,98 g) (Peters, 2009, p. 308) y el almidón es incluido hasta 10% (Boscolo, 2008, p. 3). Mientras que, en pre-cría de la misma especie, el polvillo de arroz se utiliza en 20% (Rodríguez, 1998, p. 1).

Más aún, se usa dietas de origen animal en alevinos *O. niloticus*, como la harina de vísceras de pollo, se emplea en un 10% (Gutierrez *et al.*, 2011, p. 11; Piñeros *et al.*, 2013, p. 34), harina de *Macrobrachium americanun* hasta 50% y 100% (El Sayed, 2004, p. 368). Asimismo, los residuos de pescado (fileteado de tilapias compuestos por vísceras, cabeza, aletas, columna vertebral, piel y escamas) hasta 13% (Boscolo, 2005, *et al.*, p. 30). En cambio, en juveniles del mismo género se emplea la harina de concha de camarón (*Penaeus monodon*) hasta 60% (Fall *et al.*, 2012, p. 89), la harina de sangre tostada en 10 % (Barros, *et al.*, 2004, p. 9) y la harina de hidrolizado de plumas hasta 50% (Peters *et al.*, 2004, p. 23).

Mientras que, la harina de moluscos presenta porcentajes altos de digestibilidad total (67,1%) y de proteína bruta (84,3%) en *Oplegnathus insignis* (Muñoz *et al.*, 2015, pp. 304-305).

Por otro lado, las especies del biofouling son pequeñas, crecen rápido, poseen ciclo de vida corto y tienen alta capacidad de dispersión larval, que les permite colonizar superficies libres (Méndez, 2007, pp. 41-42). Estas especies (biofouling), responden a un proceso natural, común en el ambiente marino, y obedecen a un modelo de sucesión, iniciado por un proceso de adsorción macromolecular, seguido por colonización bacteriana y epibiontes unicelulares que desarrollan una matriz polimérica, en sustratos vivos y no vivos, que luego promueven la colonización del macrofouling (Echeverría *et al.*, 2007, pp. 7-20). Es así que, las estructuras de cultivo suspendido de *A. purpuratus* ofrecen sustratos para la colonización de biofouling (Pacheco y Garatea, 2005, pp. 14-15). Una linterna de cultivo acumula 87 kg de biofouling en 2,5 a 3 meses (Loayza, 2011, p. 12). Del mismo modo, en tres meses de inmersión una linterna de 20 kg, llega a pesar 120 kg por el biofouling (Uribe y Blanco, 2001, p. 21).

No obstante, la composición del biofouling varía según las estaciones del año. En verano hay 29 especies y 38 en el invierno agrupadas en nueve Phylum de macroinvertebrados (Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Cnidaria, Chordata, Equinodermata, Mollusca, Platyhelminthes, Porifera, y una División: Rhodophyta) (Loayza y Tresierra, 2014, p. 26). Así mismo, se presentan cuatro especies de poliquetos epibiontes sobre las

valvas de *A. purpuratus*; *Neanthes succinea*, *Nereis pelagica*, *Halosydna brevisetosa* e *Hydroides* sp (Encomendero *et al.*, 2006, p. 24); 27 especies son comunes en ambas estaciones del año (Loayza y Tresierra, 2014, p. 26) de las cuales 45,4% suspensivoras, 15,1% carnívoras, 27,2% herbívoras, 9,09% omnívoras y 3,03% depositívoras (Pacheco y Garatea, 2005, p. 15).

*Mytilus edulis* posee minerales (hierro, manganeso, zinc cobre y selenio) que están implicados en los mecanismos de actividad antioxidante (Fajardo *et al.*, 2016, p. 12). El ostión *A. purpuratus* con y sin coral posee 15% y 0,57% de ácido icosapentaenoico (EPA) y Ácido docosahexaenoico (DHA) (Valenzuela *et al.*, 2011, p. 151). El ensilado de biofouling posee 24,29% de proteína, lo que indica su uso para la alimentación de animales (Chávez y Panta, 2012, p. 41).

En el presente trabajo se busca contribuir en la nutrición de *O. niloticus* y se formula el siguiente problema ¿Cuál es el efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *A. purpuratus* en el crecimiento y supervivencia de alevinos de *O. niloticus*? La hipótesis establece que, si se emplea dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *A. purpuratus* en diferentes concentraciones (25%, 50%, 75%) se logra mejorar el crecimiento y supervivencia de alevinos de *O. niloticus* con 50% de harina de biofouling en la dieta.

Como objetivo general se propuso determinar el efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *A. purpuratus* en el crecimiento y supervivencia de alevinos de *O. niloticus*. Los objetivos específicos fueron:

Determinar el efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *A. purpuratus* en el crecimiento de alevinos de *O. niloticus*.

Determinar el efecto de dietas con harina de ensilado de biofouling de linternas de *A. purpuratus* en la supervivencia de alevinos de *O. niloticus*.

Estimar costos de producción de las dietas.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 1. Material

#### 1.1. Población:

La población de alevinos de *O. niloticus* reversados de 20 días de edad, procedieron de la Piscícola “El Gran Paso” (Tarapoto, Región San Martín, Perú).

#### 1.2. Muestra:

La muestra fue de 240 alevinos de *O. niloticus*, de 1.36 g a 1.44 g de peso inicial promedio y 2.10 cm a 2.19 cm de longitud total inicial promedio, seleccionados de forma aleatoria de un lote de 1000 alevinos.

#### 1.3. Unidad de análisis:

Fueron considerados los alevinos de *O. niloticus* de cada acuario.

### 2. Método

#### 2.1 Tipo de investigación:

Investigación experimental.

#### 2.2. Diseño de investigación:

Se empleó el diseño de investigación experimental de estímulo creciente, con tres tratamientos experimentales y un tratamiento control, con tres repeticiones cada uno.

#### 2.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>INDEPENDIENTE</b>			
<b>Harina de ensilado biofouling</b>	Proceso de molienda de todos los organismos adheridos a las linternas de cultivo, que por el cual se obtiene el polvo.	Harina de ensilado de biofouling a diferentes concentraciones.	C= 0% de harina de ensilado de biofouling T1=25% de harina de ensilado de biofouling T2=50% de harina de ensilado de biofouling T3=75% de harina de ensilado de biofouling
<b>DEPENDIENTE</b>			
<b>Crecimiento</b>	Aumento perceptible y gradual de la longitud (cm) y peso (g) tamaño del organismo de un ser vivo hasta alcanzar la madurez.	Crecimiento	Longitud total (cm) y peso total (g) Velocidad de crecimiento en peso (VCP) (Martínez, 1987) VCP = Incremento de peso del pez (g)/Tiempo (días) Velocidad de crecimiento en talla (VCT) (Martínez, 1987) VCT = Incremento de la talla del pez (cm)/Tiempo (días) Tasa de crecimiento en peso (TCP) (De La Higuera, 1987) %TCP = Ln (Peso final) – Ln (Peso inicial) x 100 /Tiempo (días)
<b>Supervivencia</b>	Número final de individuos después de un periodo de crianza descontados los que perecieron durante este periodo expresado en porcentaje.	Supervivencia	Tasa de crecimiento en talla (TCT) (De La Higuera, 1987) %TCT = Ln (Peso final) – Ln (Peso inicial) x 100 /Tiempo (días) Tasa de supervivencia: S% = $\frac{N^{\circ}\text{PECES FINAL}}{N^{\circ}\text{PECES INICIAL}} \times 100$

## **2.4. Procedimiento**

### **2.4.1. Transporte:**

Los alevinos de *O. niloticus* fueron transportados en bolsas de polietileno conteniendo agua con oxígeno puro, se acondicionaron en baldes de plástico y se trasladaron por vía terrestre al Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición, del Departamento de Biología, Microbiología y Biotecnología de la universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote. El transporte terrestre duró 23 h.

### **2.4.2. Aclimatación:**

Los alevinos de *O. niloticus* fueron aclimatados en un tanque circular de 250 L durante cuatro días, luego se realizó un baño con 3 % de cloruro de sodio por 10 min (Vargas *et al.*, 2003) antes de la siembra. Fueron alimentados Ad libitum con alimento balanceado desde el segundo día de aclimatación, y cada día se realizó recambios del 20 % del volumen de agua, limpieza de restos de alimento y desechos sólidos de excreción.

### **2.4.3 Selección y siembra:**

Los alevinos de *O. niloticus* se seleccionaron de tamaños uniformes ( $\pm 2.11$  cm) y se sembraron 20 organismos por acuario en volúmenes de 80 L de agua.

### **2.4.4. Unidades de experimentación:**

Se utilizaron 12 acuarios de vidrio (60 x 40 x 50 cm y 100 L), se desinfectaron con cloro, luego se enjuagó y se dejó secar a temperatura ambiente. En cada acuario se acondicionó un filtro biológico de táper de plástico 1.5 L, que permitió filtrar el agua en forma continua, éstos tenían llaves reguladoras, un termostato de agua marca Sobo con placa térmica de 220 v.

### **2.4.5. Colecta del biofouling:**

El biofouling (20 kg) se obtuvo del proceso de limpieza de los sistemas de cultivo suspendido procedente de la Empresa Intercold SAC. en la Bahía de



Samanco (09°15'35" S - 78°29'51" W).

#### **2.4.6. Harina de ensilado de biofouling:**

En la elaboración del ensilado se empleó el método de Spanopoulos *et al.* (2010), cuyo proceso se indica a continuación: El biofouling se lavó con abundante agua potable, a fin de reducir la salinidad y la arena. Posterior a ello, se tendió sobre una malla anchovetera para escurrir el agua, durante 45 min. Luego, se sometieron a cocción (100°C). Se dejó enfriar y se molió en húmedo. La pasta obtenida se mezcló con 10% de melaza y 15% de las bacterias lácticas. La melaza de caña de azúcar de 76° Brix se obtuvo de la agrícola Agrotakape SAC (Chimbote). La activación de las bacterias lácticas se realizó con el método de Berenz (1996) y se utilizó yogurt comercial (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*). El homogenizado obtenido se introdujo en frascos de plástico de 2 L y se incubó a 40°C por 48 h y el pH alcanzó 4.2 unidades. Luego, se secó en estufa a 40°C ambiente durante 5 días, y después se molió hasta obtener harina de ensilado que se tamizó (120 µm). Se almacenó en bolsas de cierre ziploc en un lugar fresco y seco para evitar la proliferación de hongos en el alimento.

#### **2.4.7. Calidad de ensilado y dietas:**

Las características organolépticas (color, olor y sabor) del ensilado y de las dietas, se evaluaron según Córdova *et al.* (1990). El análisis proximal de proteínas, lípidos y cenizas fueron realizados por el Laboratorio Certificado COLECBI con el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 dic. 2006 donde se empleó el factor 6.25 para el contenido proteico; además del método de la AOAC (1990) para humedad, grasa, cenizas y fibra. Para los carbohidratos se empleó la fórmula por diferencia entre:  $100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasas} + \% \text{ fibra} + \% \text{ ceniza})$ . Los alevinos fueron alimentados tres veces al día (10:00 am, 2:00 pm y 6:00 pm).

**Tabla 1.** Formulación y composición porcentual de los insumos de la dieta control y experimental para alevinos de *O. niloticus* utilizados en cada tratamiento.

Insumos	Tratamientos			
	TC	T1	T2	T3
Harina de pescado	32	24	16	8
Harina de biofouling	0	8	16	24
Afrecho de soya	24	24	24	24
Harina de maiz	12,6	12,6	12,6	12,6
Afrecho de trigo	14	14	14	14
Polvillo de arroz	9	9	9	9
Pasta de algodón	5	5	5	5
Aceite de soya	3	3	3	3
Premix	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

TC: 0% HEB; T1: 25% HEB; T2: 50% HEB; T3: 75% HEB  
 HEB: Harina de ensilado de biofouling

#### 2.4.8. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos:

El periodo de experimentación fue de 90 días, cada 15 días se registró el peso individual total (g) con balanza digital ( $\pm 0,001$  g) marca ADAM y la longitud total (cm) con ictiometro. Para los índices de crecimiento como velocidad y tasa de crecimiento en peso y longitud, (El-Sherif y Ali, 2009).

**Velocidad de crecimiento en peso (VCP)** (Martínez, 1987)

$$\text{VCP} = \frac{\text{Incremento de peso del pez (g)}}{\text{Tiempo (días)}}$$

**Velocidad de crecimiento en talla (VCT)** (Martínez, 1987)

$$\text{VCT} = \frac{\text{Incremento de la talla del pez (cm)}}{\text{Tiempo (días)}}$$

**Tasa de crecimiento en peso (TCP)** (De La Higuera, 1987)

$$\% \text{TCP} = \frac{\text{Ln (Peso final)} - \text{Ln (Peso inicial)} \times 100}{\text{Tiempo (días)}}$$

**Tasa de crecimiento en talla (TCT)** (De La Higuera, 1987)

$$\% \text{TCT} = \frac{\text{Ln (Peso final)} - \text{Ln (Peso inicial)} \times 100}{\text{Tiempo (días)}}$$

Ln = logaritmo natural

#### **2.4.9. Supervivencia:**

La supervivencia (S) se determinó observando a los alevinos de *O. niloticus* a través de los recipientes y se expresó por cada muestreo.

$$S (\%) = Ni \times 100 / No.$$

Dónde No = Número inicial de alevines, Ni = Número final de alevines.

#### **2.4.10 Costos:**

Los costos de los insumos se tomaron del mercado local y de acuerdo a la proporción en las dietas se estimaron los costos para cada tratamiento. Para la elaboración de la harina de ensilado de biofouling se tuvo en cuenta los insumos como, yogurt, melaza, los materiales, equipos, mano de obra y el transporte del biofouling. En el caso del costo de la dieta se tuvo en cuenta los costos de harina de pescado, HEB, harina de trigo, harina de maíz, polvillo de arroz, pasta de algodón, aceite de soya y premix.

#### **2.4.11. Calidad de agua de cultivo:**

La temperatura del agua se midió mediante termómetro digital ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ), el oxígeno disuelto ( $\text{mg L}^{-1}$ ) con Oxímetro ISY ( $\pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ), el pH con pH-metro *OAKTON* doble función ( $\pm 0,1$  unidades), amoníaco ( $\text{mg L}^{-1}$ ) a través del Test Colorimétrico Nufratin para acuarios de agua dulce ( $\pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ), estos fueron monitoreados cada 15 días. Para el mantenimiento de los acuarios la limpieza se realizó diariamente usando el método de sifoneo, además se recambio de agua fue de 10% del volumen total de cada acuario.

#### **2.4.12. Diseño y análisis estadístico:**

El diseño estadístico se realizó Completamente al Azar ( $p < 0,05$ ), se aplicó el análisis estadístico de ANOVA simple y de medias a través del Test de Tukey ( $p < 0,05$ ) y se usó el programa estadístico SPSS versión 20 para Windows.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Calidad de ensilado y dietas

La harina de ensilado de biofouling (HEB) fue de color marrón, con olor a melaza, de sabor ácido ligeramente amargo de pH 5.2 y de consistencia pastosa (Tabla 4). Además, la composición de proteínas fue de 24.00%, grasa 2.59% cenizas 30.56 % y 10.5 % de humedad (tabla 02).

**Tabla 2.** Análisis proximal de HEB

	Proteína	Grasa	Humedad	Ceniza
Harina de ensilado de biofouling	24	2.59	10.5	30.56

FUENTE: Colecbi SAC

**Tabla 3.** Porcentaje de proteína en dietas según proporciones de HEB

Insumos	% Proteína	TC	Tratamientos		
			T1	T2	T3
Harina de pescado	65	20.8	15.6	10.4	3.36
Harina de biofouling	24		1.12	2.24	10.3
Afrecho de soya	42.9	10.3	10.3	10.3	10.3
Harina de maíz	8.9	1.12	1.12	1.12	1.12
Moyuelo de trigo	15.2	2.12	2.12	2.12	2.12
Polvillo de arroz	12.7	1.14	1.14	1.14	1.14
Pasta de algodón	35	1.75	1.75	1.75	1.75
<b>Proteína bruta</b>		<b>37.23</b>	<b>33.15</b>	<b>29.07</b>	<b>24.99</b>

Las dietas elaboradas con diferentes proporciones de HEB tuvieron características organolépticas más intensas conforme se incrementó las proporciones (Tabla 4).

**Tabla 4.** Características organolépticas de dietas según proporciones de HEB.

Características organolépticas	TC	Ensilado		
		T1	T2	T3
<b>Olor</b>	Pescado	Ligeramente dulce	Melaza	Melaza
<b>Color</b>	Normal	Canela	Marrón	Marrón oscuro
<b>Sabor</b>	Pescado	Ligeramente ácido	Acido	Acido

TC: 0% HEB; T1: 25% HEB; T2: 50%HEB; T3: 75%HEB

### 3.2 Crecimiento en peso y talla de alevines de *O. niloticus*

El peso promedio se mantiene uniforme en todos los tratamientos, con excepción del tratamiento con 50% de HEB donde hubo un incremento significativo ( $p < 0,05$ ) en el valor de peso promedio (Tabla 5). Igualmente, no se observan diferencias significativas en las tallas, a excepción de la dieta con 50% de HEB a partir del día 15 igual que el peso promedio.

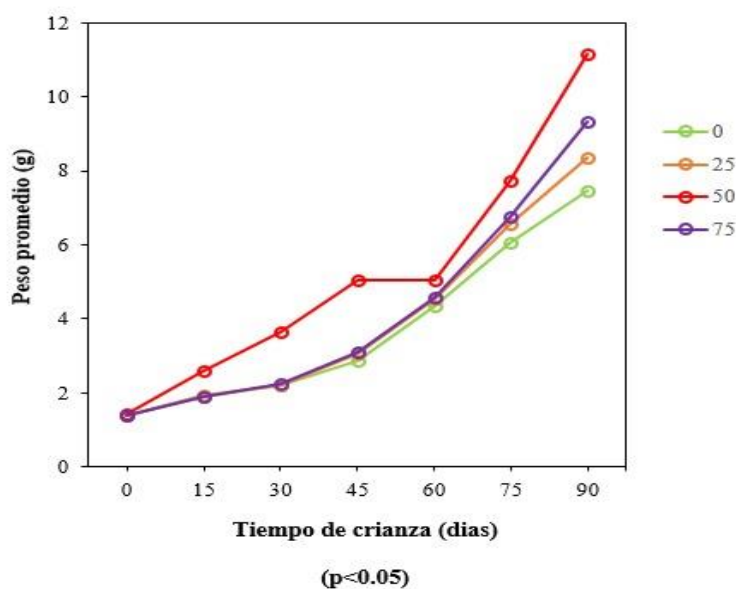
**Tabla 5.** Pesos y tallas promedios de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.

T	Variables	Tratamientos (días)						
		0	15	30	45	60	75	90
T <sub>c</sub>	Peso (g)	1.4 <sup>a</sup> ±0.004	1.91 <sup>a</sup> ±0.003	2.22 <sup>a</sup> ±0.029	2.87 <sup>a</sup> ±0.342	4.35 <sup>a</sup> ±0.342	6.07 <sup>a</sup> ±0.533	7.47 <sup>a</sup> ±0.597
	Talla (cm)	2.16 <sup>a</sup> ±0.06	2.34 <sup>a</sup> ±0.052	2.56 <sup>a</sup> ±0.068	3.55 <sup>a</sup> ±0.464	3.97 <sup>a</sup> ±0.73	4.75 <sup>a</sup> ±0.08	5.25 <sup>a</sup> ±0.08
T <sub>1</sub>	Peso (g)	1.39 <sup>a</sup> ±0.021	1.92 <sup>a</sup> ±0.052	2.2 <sup>a</sup> ±0.005	3.08 <sup>a</sup> ±0.005	4.53 <sup>a</sup> ±0.036	6.58 <sup>a</sup> ±0.487	8.35 <sup>a</sup> ±0.412
	Talla (cm)	2.13 <sup>a</sup> ±0.052	2.32 <sup>a</sup> ±0.005	2.52 <sup>a</sup> ±0.033	3.71 <sup>a</sup> ±0.034	3.95 <sup>a</sup> ±0.025	4.54 <sup>a</sup> ±0.087	5.04 <sup>a</sup> ±0.084
T <sub>2</sub>	Peso (g)	1.42 <sup>a</sup> ±0.02	2.61 <sup>b</sup> ±0.021	3.65 <sup>b</sup> ±0.012	5.05 <sup>b</sup> ±0.041	5.05 <sup>a</sup> ±0.405	7.74 <sup>b</sup> ±0.445	11.14 <sup>b</sup> 0.232
	Talla (cm)	2.13 <sup>a</sup> ±0.042	3.13 <sup>b</sup> ±0.121	3.58 <sup>b</sup> ±0.064	4.24 <sup>b</sup> ±0.005	4.33 <sup>b</sup> ±0.024	4.94 <sup>b</sup> ±0.037	5.44 <sup>b</sup> ±0.037
T <sub>3</sub>	Peso (g)	1.4 <sup>a</sup> ±0.02	1.9 <sup>a</sup> ±0.017	2.23 <sup>a</sup> ±0.026	3.09 <sup>a</sup> ±0.005	4.57 <sup>a</sup> ±0.005	6.77 <sup>a</sup> ±0.409	9.34 <sup>a</sup> ±0.321
	Talla (cm)	2.11 <sup>a</sup> ±0.014	2.3 <sup>a</sup> ±0.008	2.51 <sup>a</sup> ±0.049	3.4 <sup>a</sup> ±0.033	3.9 <sup>a</sup> ±0.034	4.66 <sup>a</sup> ±0.059	5.16 <sup>a</sup> ±0.059

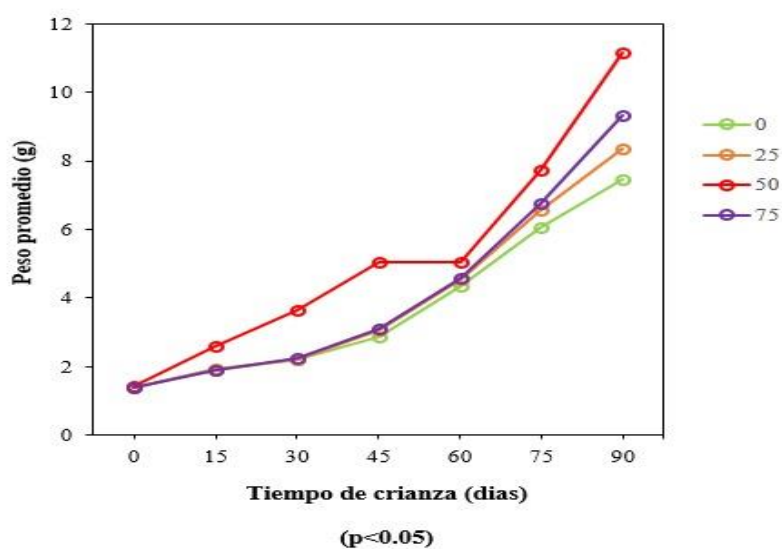
Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para  $p < 0.05$  según prueba de Tukey.

T<sub>1</sub>: 25% HEB, T<sub>2</sub>: 50% HEB, T<sub>3</sub>: 75% HEB; T<sub>c</sub>: Sin HEB

En las curvas de crecimiento en peso y longitud, a partir del día 15, se observó una tendencia ascendente ( $p < 0,05$ ) del tratamiento de 50% de HEB; sin embargo, los demás tratamientos incluyendo el control mantuvieron una curva similar hasta el día 75. (Figura 1 y 2).



**Figura 1.** Crecimiento en peso promedio de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres concentraciones de HEB.



**Figura 2.** Crecimiento en talla promedio de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres concentraciones de HEB.

### 3.3. Velocidad de crecimiento en peso y talla de alevines de *O. niloticus*

La velocidad de crecimiento en peso y talla fue similar ( $p>0,05$ ) en los alevinos de *O. niloticus* alimentados con las dietas de HEB y dieta control; encontrándose diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en la dieta con 50% de HEB a partir del día 45 hasta el día 90 (Tabla 6).

**Tabla 6.** Velocidad de crecimiento en peso y en talla promedios de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.

T	Variables	Tratamientos (días)						
		0	15	30	45	60	75	90
T <sub>c</sub>	VCP (g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.032<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.031<sup>a</sup></b> ±0.003	<b>0.065<sup>a</sup></b> ±0.024	<b>0.149<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.172<sup>a</sup></b> ±0.054	<b>0.14<sup>a</sup></b> ±0.031
	VCT (cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.02<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.023<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.095<sup>a</sup></b> ±0.005	<b>0.04<sup>a</sup></b> ±0.005	<b>0.075<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.055<sup>a</sup></b> ±0.009
T <sub>1</sub>	VCP (g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.053<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.028<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.09<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.1<sup>a</sup></b> ±0.043	<b>0.206<sup>a</sup></b> ±0.031	<b>0.181<sup>a</sup></b> ±0.050
	VCT (cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.02<sup>a</sup></b> ±0.003	<b>0.02<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.12<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.025<sup>a</sup></b> ±0.005	<b>0.06<sup>a</sup></b> ±0.008	<b>0.045<sup>a</sup></b> ±0.001
T <sub>2</sub>	VCP (g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.119<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.105<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.14<sup>b</sup></b> ±0.002	<b>0.231<sup>b</sup></b> ±0.013	<b>0.279<sup>b</sup></b> ±0.011	<b>0.34<sup>b</sup></b> ±0.032
	VCT (cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.1<sup>a</sup></b> ±0.007	<b>0.045<sup>a</sup></b> ±0.01	<b>0.11<sup>b</sup></b> ±0.05	<b>0.13<sup>b</sup></b> ±0.001	<b>0.14<sup>b</sup></b> ±0.005	<b>0.15<sup>b</sup></b> ±0.005
T <sub>3</sub>	VCP (g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.05<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.034<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.087<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.149<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.22<sup>a</sup></b> ±0.027	<b>0.257<sup>a</sup></b> ±0.096
	VCT (cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.01<sup>a</sup></b> ±0.001	<b>0.014<sup>a</sup></b> ±0.002	<b>0.085<sup>a</sup></b> ±0.005	<b>0.035<sup>a</sup></b> ±0.017	<b>0.09<sup>a</sup></b> ±0.014	<b>0.04<sup>a</sup></b> ±0.005

Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para  $p<0.05$  según prueba de Tukey.

**VCP:** Velocidad de crecimiento en peso    **VCT:** Velocidad de crecimiento en talla

**T<sub>1</sub>:** 25% HEB **T<sub>2</sub>:** 50% HEB, **T<sub>3</sub>:** 75% HEB: **T<sub>c</sub>:** Sin HEB.

### 3.4. Tasa de crecimiento en peso y talla de alevines de *O. niloticus*

La tasa de crecimiento en peso y talla muestra una tendencia inestable (Tabla 7); sin embargo, se observó una tendencia decreciente entre los días 30 y 45 días (Tabla 7). Por otro lado, al día 90 no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ( $p>0,05$ ). De igual manera se manifestó para la variable de velocidad de crecimiento en talla.

**Tabla 7.** Tasa de crecimiento en peso y en talla promedios de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.

T	Variables	Tiempo (días)						
		0	15	30	45	60	75	90
T <sub>c</sub>	TCP(%g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>3.10<sup>a</sup></b> ±0.13	<b>1.49<sup>a</sup></b> ±0.15	<b>2.50<sup>a</sup></b> ±0.77	<b>3.03<sup>b</sup></b> ±0.81	<b>3.33<sup>a</sup></b> ±0.71	<b>2.08<sup>a</sup></b> ±0.48
	TCT(%cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.36<sup>a</sup></b> ±0.07	<b>0.78<sup>b</sup></b> ±0.20	<b>0.75<sup>b</sup></b> ±0.20	<b>1.11<sup>b</sup></b> ±0.15	<b>1.81<sup>b</sup></b> ±0.03	<b>0.35<sup>a</sup></b> ±0.01
T <sub>1</sub>	TCP(%g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>3.21<sup>a</sup></b> ±0.10	<b>1.29<sup>a</sup></b> ±0.07	<b>3.34<sup>a</sup></b> ±0.03	<b>3.87<sup>b</sup></b> ±0.04	<b>3.71<sup>a</sup></b> ±0.46	<b>2.39<sup>b</sup></b> ±0.69
	TCT(%cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>0.47<sup>a</sup></b> ±0.12	<b>0.84<sup>b</sup></b> ±0.07	<b>1.85<sup>b</sup></b> ±0.02	<b>0.39<sup>a</sup></b> ±0.16	<b>0.51<sup>a</sup></b> ±0.26	<b>1.04<sup>b</sup></b> ±0.02
T <sub>2</sub>	TCP(%g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>3.07<sup>b</sup></b> ±0.07	<b>3.38<sup>b</sup></b> ±0.06	<b>1.23<sup>a</sup></b> ±0.04	<b>1.61<sup>a</sup></b> ±0.25	<b>1.28<sup>a</sup></b> ±0.15	<b>2.99<sup>b</sup></b> ±0.71
	TCT(%cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>2.15<sup>b</sup></b> ±0.11	<b>0.63<sup>a</sup></b> ±0.30	<b>0.71<sup>a</sup></b> ±0.11	<b>0.65<sup>a</sup></b> ±0.04	<b>0.82<sup>a</sup></b> ±0.05	<b>0.96<sup>a</sup></b> ±0.01
T <sub>3</sub>	TCP(%g.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>1.06<sup>a</sup></b> ±0.12	<b>1.62<sup>a</sup></b> ±0.03	<b>1.26<sup>a</sup></b> ±0.08	<b>1.91<sup>b</sup></b> ±0.01	<b>1.91<sup>a</sup></b> ±0.41	<b>1.64<sup>b</sup></b> ±0.70
	TCT(%cm.d <sup>-1</sup> )	-.-	<b>1.05<sup>a</sup></b> ±0.10	<b>0.89<sup>a</sup></b> ±0.11	<b>3.04<sup>b</sup></b> ±0.16	<b>0.89<sup>a</sup></b> ±0.42	<b>2.22<sup>b</sup></b> ±0.43	<b>1.72<sup>b</sup></b> ±0.01

Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para  $p<0.05$  según prueba de Tukey.

**TCP:** Tasa de crecimiento en peso

**TCT:** Tasa de crecimiento en talla

**T<sub>1</sub>:** 25% HEB, **T<sub>2</sub>:** 50% HEB, **T<sub>3</sub>:** 75% HEB, **T<sub>c</sub>:** Sin HEB.



### 3.5. Supervivencia de alevines de *O. niloticus*

El porcentaje de supervivencia promedio fue similar tanto para los tratamientos como para el grupo control durante los 90 días de cultivo ( $p>0,05$ ) (Tabla 8).

**Tabla 8.** Supervivencia en número y porcentaje promedios de alevines de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.

T	Variables	Tiempo (días)						
		0	15	30	45	60	75	90
TC	Nº	<b>20</b> ±0.00	<b>18.7</b> ± 0.47	<b>17.7</b> ± 0.47	<b>16.3</b> ± 0.47	<b>16</b> ± 0.82	<b>15.3</b> ± 0.47	<b>14.3</b> ± 0.94
	%	<b>100<sup>a</sup></b> ±0.00	<b>93.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>88.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>81.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>80<sup>a</sup></b> ± 4.08	<b>76.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>71.5<sup>a</sup></b> ± 4.71
T1	Nº	<b>20</b> ±0.00	<b>18</b> ± 0.82	<b>17.3</b> ± 0.47	<b>15.7</b> ± 0.95	<b>15.7</b> ± 0.95	<b>15.7</b> ± 0.95	<b>15.3</b> ± 0.47
	%	<b>100<sup>a</sup></b> ±0.00	<b>90.0<sup>a</sup></b> ±4.08	<b>86.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>78.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>78.5<sup>a</sup></b> ± 4.08	<b>78.5<sup>a</sup></b> ± 4.71	<b>76.5<sup>a</sup></b> ± 2.36
T2	Nº	<b>20</b> ±0.00	<b>19.3</b> ± 0.47	<b>18.7</b> ± 0.47	<b>16.7</b> ± 0.47	<b>16.7</b> ± 0.47	<b>16.7</b> ± 0.47	<b>16.7</b> ± 0.47
	%	<b>100<sup>a</sup></b> ±0.00	<b>96.5<sup>b</sup></b> ± 2.36	<b>93.5<sup>b</sup></b> ± 2.36	<b>83.5<sup>b</sup></b> ± 2.36	<b>83.5<sup>b</sup></b> ± 2.36	<b>83.5<sup>b</sup></b> ± 2.36	<b>83.5<sup>b</sup></b> ± 2.36
T3	Nº	<b>20</b> ±0.00	<b>19</b> ±0.00	<b>18.3</b> ± 0.47	<b>15</b> ± 0.82	<b>15</b> ± 0.82	<b>14.7</b> ± 0.47	<b>14.7</b> ± 0.47
	%	<b>100<sup>a</sup></b> ±0.00	<b>95.0<sup>a</sup></b> ± 0.00	<b>91.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>75.0<sup>a</sup></b> ± 4.08	<b>75.0<sup>a</sup></b> ± 4.08	<b>73.5<sup>a</sup></b> ± 2.36	<b>73.5<sup>a</sup></b> ± 2.36

Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para  $p<0.05$  según prueba de Tukey.

N: Número de peces

#: Porcentaje de supervivencia

T<sub>1</sub>: 25% HEB, T<sub>2</sub>: 50% HEB, T<sub>3</sub>: 75% HEB: T<sub>c</sub>: HEB.

### 3.6. Costo de la dieta

El uso de ensilado como sustituto de la harina de pescado permite un ahorro de 35% de costo total, en relación con la dieta sin ensilado (Tabla 9).

**Tabla 9.** Costo de dietas según proporciones de HEB.

Insumos	Precio por kg (S/.)	Costo de alimento (S/.)			
		TC	T1	T2	T3
Harina de pescado	4.5	1.44	1.08	0.72	0.36
Harina de biofouling	3.5	0.00	0.28	0.56	0.84
Afrecho de soya	2.5	0.60	0.60	0.60	0.60
Harina de maiz	1.5	0.19	0.19	0.19	0.19
Moyuelo de trigo	2	0.28	0.28	0.28	0.28
Polvillo de arroz	1.5	0.14	0.14	0.14	0.14
Pasta de algodón	1.2	0.06	0.06	0.06	0.06
Aceite de soya	4.2	0.13	0.13	0.13	0.13
Premix	3	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Total (S/.)</b>		<b>2.85</b>	<b>2.77</b>	<b>2.69</b>	<b>2.61</b>

### 3.7. Parámetros de calidad de agua

Los parámetros básicos de calidad de agua se encontraron dentro del rango de valores que pueden ser considerados como adecuados para la crianza de alevinos de *O. niloticus*. En general no se observaron diferencias significativas para los valores de calidad de agua observados en los tratamientos con alimento conteniendo harina de ensilado de biofouling y el control (Tabla 10).

**Tabla 10.** Parámetros de calidad de agua promedios durante el cultivo de alevinos de *O. niloticus*, alimentados con dietas con tres proporciones de HEB.

T	T AGUA C	OD (mg.l <sup>-1</sup> )	pH	NH3(mg.l <sup>-1</sup> )
<b>T<sub>C</sub></b>	<b>21.33<sup>a</sup></b> ± 1.25	<b>6.23<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>6.9<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>0.01<sup>a</sup></b> ± 0.47
<b>T<sub>1</sub></b>	<b>21.2<sup>a</sup></b> ± 1.22	<b>6.38<sup>a</sup></b> ± 0.06	<b>7.03<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>0.021<sup>a</sup></b> ± 0.01
<b>T<sub>2</sub></b>	<b>21.3<sup>a</sup></b> ± 0.92	<b>6.37<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>6.77<sup>a</sup></b> ± 0.06	<b>0.01<sup>a</sup></b> ± 0.5
<b>T<sub>3</sub></b>	<b>21.6<sup>a</sup></b> ± 0.78	<b>6.37<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>7.07<sup>a</sup></b> ± 0.05	<b>0.01<sup>a</sup></b> ± 0.5

Los valores con letras diferentes difieren estadísticamente para  $p < 0.05$  según prueba de Tukey.

T<sub>1</sub>: 25% HEB, T<sub>2</sub>: 50% HEB, T<sub>3</sub>: 75% HEB, T<sub>c</sub>: Sin HEB.

#### IV. DISCUSION

En el cultivo de peces se buscan nuevas fuentes proteicas, donde destacan el uso de harinas de origen animal, harinas vegetales, ensilados de pescado y flora microbiana según Llanes *et al.* (2010). Así, experimentamos con HEB, la cual tuvo un 24% de proteína, 2.59% de grasa, 10.5 de humedad y 10.56% de cenizas (Tabla 2). Esta composición química, fue inferior (con excepción de las cenizas) a otros tipos de harinas de ensilados biológicos como residuos de partes blandas de *Argopecten purpuratus* y residuos de tilapia reportados por Perea *et al.* (2011); Hurtado (2017); Pacheco y Sánchez (2015). Se han reportado que los ensilados poseen niveles de proteínas variables de 8.9 % (Spanopoulos *et al.*, 2010), 12.1 % (González y Marín, 2005), 14.0 % (García, 2010), 16.9 % (Balsinde *et al.*, 2003), 28.1 % (Fraga *et al.*, 2011) y 42.9 % (Belli, 2009), lo cual está en función de la procedencia de la materia prima, de la especie, así como de la técnica de ensilaje. Características organolépticas fueron de color marrón, con olor a melaza, de sabor ácido ligeramente amargo, de consistencia pastosa. Características similares a lo informado por Hurtado (2017), pero la diferencia que este autor trabajo con harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*. Por otro lado, Moreno *et al.* (2000) menciona que los valores óptimos de proteína bruta para la alimentación de tilapia se encuentran entre 20 a 40 %. En nuestros resultados las dietas empleadas se situaron entre estos valores, variando desde 24.99 % de PB (Alimento con 75 % de harina de ensilado de biofouling) hasta 37.23 % de PB (Alimento que sirvió de control).

A lo largo del experimento, 90 días, los resultados en crecimiento en peso y talla, velocidad de crecimiento en peso y talla se mantuvieron uniformes en las dietas control, 25% HEB y 75% HEB, es decir no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, el grupo de peces alimentados con el 50% de HEB, fue superior significativamente ( $p < 0,05$ ) en comparación a los demás tratamientos. Nuestros resultados, fueron similares a lo obtenido por Haider *et al.* (2015) en alevines de *Labeo rohita*. Del mismo, Sousa *et al.* (2016) en alevines de *Brycon amazonicus* y aunque los niveles de los ensilados biológicos fueron menores (20 y 30%) al del presente trabajo, no encontraron diferencias significativas con el tratamiento control. Al respecto de tales resultados mencionados por estos autores, el estudio de estos se diferencia del presente estudio en que ellos utilizaron harina de ensilado de residuos de pescados.

La tasa de crecimiento en peso, presentó valores entre 3.86% g.d<sup>-1</sup> al inicio para alevines de 1.36 g de peso promedio, al finalizar la experiencia en valores de 2.76% g.d<sup>-1</sup>, con un peso promedio de 9.61 g para los peces que recibieron la dieta con HEB. Resultados similares reporta Saldaña (2011), donde las tasas de crecimiento específico son de 3.02% g. d<sup>-1</sup> para alevines de *O. niloticus* de 5.53 g de peso final. Considerando que estos valores están en función de la edad del pez, siendo menor conforme van creciendo, también fueron reportados por Terrones y Reyes (2018) pero en el cocultivo de alevinos de *O. niloticus* y camarón de río *Cryphiops caementarius*, al alimentar con dietas con 0, 25 y 50% de ensilado de biológico de residuos de *A. purpuratus*. Se debe mencionar que, Ribeyro (2013), afirma que es importante tener en cuenta que las tasas de crecimiento se ven influenciados no solo por el alimento, sino también por el estado fisiológico del pez, la densidad de crianza y el ambiente del cultivo

Estos resultados del buen desempeño en los parámetros biométricos en alevinos de *O. niloticus* del presente experimento, se deberían a que las dietas tenían al menos el requerimiento de proteína adecuado para la especie en estudio tal y como lo reportado por Vásquez-Torres (2002). El Sayed y Garling (1988) observaron que, el aumento de la grasa corporal a medida que aumentan los carbohidratos dietarios, se debe a la capacidad de la tilapia de sintetizar lípidos a partir de los hidratos de carbono no utilizados directamente, como fuente de energía. En este sentido, es probable que las bacterias lácticas del ensilado empleado hayan influido en mejorar la asimilación de nutrientes con el cual mejoraron el crecimiento de los alevinos de tilapia, toda vez que el contenido de proteína y la digestibilidad de la harina de ensilado fue casi la mitad que el de la harina de pescado, por ello no se presentan diferencias significativas con las dietas control, 25% y 75% ya que es probable que, por este hecho, las bacterias del ensilado no tuvieron el sustrato adecuado para ayudar con la nutrición animal.

Por otro lado, la dieta con 50 % de ensilado tuvo mejores resultados en crecimiento en peso y longitud de las especies, lo que nos indicaría que el biofouling por ser una colonia de macro invertebrados y poliquetos, debe tener diferentes oligoelementos. Tengjaroenkul *et al.* (2000) encontraron que, en las tilapias, las carbohidrasas poseen una mayor actividad que proteasas y lipasas. La dieta usada, de alto contenido de carbohidratos, tuvo la ventaja de ser una fuente de carbono disponible para el desarrollo de las bacterias. Karasov y Diamond (1983) descubrieron que, la absorción intestinal de azúcares en peces herbívoros y

omnívoros es mucho más alta que en carnívoros, siendo además una fuente más de ahorro de energía para el mantenimiento proveniente del alimento.

Por otro lado, estos resultados constituyen el primer reporte del uso de este tipo de harina de ensilado en la dieta de tilapia gris y sugieren la posibilidad de utilizar dietas hasta con 75% de HEB en reemplazo de la harina de pescado, sin que afecte el crecimiento de la especie. Sin embargo, una dieta con este nivel generó una baja supervivencia (73%). Entonces podríamos decir que los alevines de tilapia gris crecen mejor y obtienen un mayor porcentaje de supervivencia con un 50% de HEB en la dieta. Esto se afirma (al menos para el crecimiento) que, Saldaña (2011), Alayo y Rojas (2012) también encontraron que un nivel del 50% de harina de ensilado biológico, pero de *A. purpuratus*, generó el máximo crecimiento en alevines de tilapia gris.

En la supervivencia, los resultados indican que si hubo influencia de la dieta en este parámetro. Es decir, con un nivel del 83.5% de supervivencia del tratamiento del grupo de peces alimentado con el 50% de harina de ensilado de biofouling, fue significativamente superior ( $p < 0,05$ ) frente a los demás tratamientos. Nuestros resultados de supervivencia difieren a otros trabajos donde también se han empleado ensilados biológicos; así tenemos el de Haider *et al* (2016) quienes obtuvieron un 100% de supervivencia en alevines de *L. rohita*, y un 100% de supervivencia en alevines de tilapia del Nilo (Carvalho *et al.*, 2006; Abd El-Hakim *et al.*, 2007).

Los parámetros de los valores de calidad del agua para la especie en estudio se encontraron dentro de los límites. El-Sayed (2005) señala que el rango de temperatura para el desarrollo, reproducción y el crecimiento de la tilapia es aproximadamente 20 a 35 °C. Así mismo Kubitzka (2000) manifiesta que la temperatura más adecuada para tilapia es de 27 a 32 °C, con valores por debajo de 20 °C y por encima de 32 °C, el apetito de esta especie es decreciente. En cuanto a concentraciones de oxígeno disuelto, pH y amoníaco, los valores promedios fueron de 6.32 mg L<sup>-1</sup>, 6.9 y de 0.0 mg L<sup>-1</sup> para cada uno respectivamente. Baltazar y Palomino (2004), indican que, en cuanto a parámetros químicos del agua para tilapia, las concentraciones apropiadas de oxígeno disuelto deben ser mayor a 4 mg/l, menores a esta concentración hace que pierdan el apetito y estén más susceptibles a enfermedades; el rango deseable de pH para los cultivos está en 6.5 a 9 y Los valores de amonio deben fluctuar entre 0.01 a 0.1 ppm (valores cercanos a 2 ppm son críticos).

La información generada en la experiencia puede ser utilizada para la formulación y elaboración de dietas para el cultivo de tilapia en fases de juvenil y engorde, así como también para otras especies de cultivo a nivel piloto y comercial en la región y en cualquier otra parte del Perú, residiendo allí principalmente la importancia de los resultados, como aporte al desarrollo de la acuicultura peruana orientándola a ser más socialmente viable y ambientalmente sostenible en el tiempo, que contribuya con la seguridad alimentaria de la población, al desarrollar nuevas tecnologías de cultivo y seguir generando de esta manera aportes importantes de divisas al Perú.

## V. CONCLUSIONES

- La dieta con 50% de HEB mostro mayor crecimiento en peso y talla en alevinos de *O. niloticus*
- No se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en el crecimiento en peso y talla de los alevinos de *O. niloticus*, con el 0, 25 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de ensilado de biofouling, en laboratorio.
- No se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en la velocidad de crecimiento en peso y talla de los alevinos de *O. niloticus*, con el 0, 25 y 75 % de sustitución de harina de pescado por harina de ensilado de biofouling, en laboratorio.
- El nivel de concentración de harina de ensilado de biofouling no afecta significativamente ( $p<0,05$ ) la supervivencia en los alevinos de *O. niloticus*.
- Es posible el reemplazo de la harina de pescado de un 50% por harina de ensilado de biofouling en dietas de alevinos de *O. niloticus*.
- El costo de producción de las dietas permite un ahorro de hasta 35 % en relación a la dieta sin HEB.

## VI. RECOMENDACIONES

- Emplear las dietas de 25 %, 50 % y 75 % de harina de ensilado de biofouling en fase de juveniles y engorde de *O. niloticus* en crecimiento y supervivencia en estanques de cultivo.
- Realizar dietas elaboradas únicamente con el ensilado de biofouling para una mayor obtención de proteínas.
- Realizar el análisis organoléptico de la calidad de *O. niloticus* cultivados con dietas de harina de ensilado de biofouling del 25 % al 75 %, en estanques de cultivo.
- Realizar colecta y caracterización de biofouling en las diferentes estaciones del año para analizar la calidad como alimento en fase experimental de organismos acuáticos.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abd El-Hakim, N.; Et-Gendy, M.; Salem, M. 2007. Effect Of Incorporation Of Fish Silage Into Diets On Growth Performance And Body Composition Of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 11(2), 101-117. doi: 10.21608/ejabf.2007.1937
- Amaya, E.; Pezzato, L.; Quintero, L. 2000. Sustitución de harina de pescado por torta de soya en dietas para tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) durante la fase de reversión sexual.
- Alayo, G.; Rojas, I. 2012. Efecto de diferentes concentraciones de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus*, en reemplazo de harina de pescado en dietas, en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica", en laboratorio. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 45 pp.
- Alemán, E. 2003. Evaluación productiva de tres protocolos para alimentar tilapia del Nilo. Tesis de Licenciatura. Honduras.
- Baltazar P. Y Palomino A. (2004). Manual de cultivo de tilapia. Subproyecto programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. Acuerdo de Colaboración Interinstitucional AECI/PADESPA-FONDEPES. Lima-Perú. 15p.
- Balsinde, M., L. Fraga y J. Galindo. 2003. Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>): 303-309
- Barros, M., Pezzato, L., Hisano, H., Falcon, D., y Carmo, M. 2004. Farinha de sangue tostada em dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 26, no. 1, p. 5-13
- Belli, J. 2009. Estabilidad aeróbica y día óptimo de uso del ensilado biológico de pescado para la alimentación animal. Tesis de Título. Universidad de Veracruz. México.
- Berenz, Z. 1996. Ensilado de residuos de pescado. XI Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. Callao, Perú. p: 9 - 31.
- Botello, A., M. Viana, T., Téllez, E., Pullés, E., Cisneros, M., Solano, G., Valdiviés, M., Miranda, O., Rodriguez, Y., Cutiño-, M., Savón, L., Botello-Rodríguez., A. 2011. Sustitución de la harina de pescado por harina de caña proteínica para la engorda de tilapia roja. Agrociencia vol.45 no.1. México.
- Boscolo, W., Hayashi, C., Feiden, A., Meurer, F., Signor, A. 2005. Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias como fonte de proteína e minerais para alevinos de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) R. Bras. Zootec., v.34, n.5, p.1425-1432

- Boscolo, W., Signor, A., Signor, A2, Feiden, A., Reidel, A. 2008. Inclusão de amido em dietas para larvas de tilápia-do-nilo. Revista Brasileira de Zootecnia. v.37, n.2, p.177-180.
- Carvalho, GGP.; Pires, AJV.; Veloso, CM.; Silva, FF.; Carvalho, BMA. 2006. Fish filleting residues silage in tilapia fingerlings diets. Revista Brasileira de Zootecnia, 35:126-130. DOI:10.1590/S1516-35982006000100016.
- Castillo E., Y. Acosta, N. Betancourt, E. Lidia, A. Mildred, V. Cobos y M. Jover. 2002. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. Revista AquaTIC No 16.
- Cerdá, J. M., L. Pérez, L. Zaragoza Y J. Fernandez.1998. Crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*, L.) con piensos extrusionados de diferente nivel proteico. Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. Valencia, España. Archivo Zootecnia. 47: 11-20.
- Córdova, E., A. Marmol, L. Miranda, J. Navarrete y G. Reyes. 1990. Ensilado biológico de pescado. Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas. Venezuela. 11p.
- Costa MLS, Melo FP, Correia ES. Efeitos de diferentes níveis protéicos da ração no crescimento na tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus), variedade chitralada, criadas em tanques-rede. B. Inst. Pesca, São Paulo, 2009; 35(2): 285-294
- Chavez, K., Panta, E.2012.Tratamiento y Aplicación de residuos del proceso productivo de la concha de abanico *Argopecten purpuratus* de la empresa Cultimarine S.A.C. Informe de prácticas Pre- profesionales. U.N.S. p. 41.
- Dobretsov, S., Xiong, H., Xu, Y., Levin, L., Qian, P-Y. 2007. Novel antifoulants: inhibition of larval attachment by proteases. Marine Biotechnology. Volume 9, 388–397.
- De La Higuera, M. 1987. Diseño y métodos experimentales de evaluación de dietas. En: Espinosa de los M. J. y U. Labarta (eds.). Nutrición en Acuicultura. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. Madrid, España, pp. 291-317.
- Echeverria, F.; Aguirre, N.; Castaño, J.; Valderrama, A.; Peña, J.; Giudice. C. 2007. Caracterización fisicoquímica y biológica de la bahía de Cartagena en la zona de Mamonal para la evaluación de pinturas antiincrustantes en condiciones críticas. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia (39):7-20.
- El Sayed A. 2004. Protein nutrition of farmed tilapia: searching for unconventional sources. The 6th International Symposium of Tilapia. Arizona – USA.
- EL-Sayed, A.; Garling Jr. 1988. Carbohydrate-to-lipid ratio in diets for Tilapia fingerlings. Aquaculture, v.73, 157-163.
- Encomendero E., F. Merino, F. Uchpa & R. Vásquez. 2006. Efecto de los poliquetos epibiontes sobre la concha de abanico, *Argopecten purpuratus*, cultivada en el Dorado, Chimbote-Perú. V Seminario Virtual Pesca y Acuicultura.

- Fajardo, M., Pérez, A., Strobl, A., Garrido C., Garrido B., Alassia F., Camarda S., Pérez L., Farías S. (2016). Contribución nutricional de minerales esenciales aportados por *Mytilus edulis platensis* (mejillones) del golfo San Jorge, Chubut. *Diaeta* vol.34 no.155. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- Fall, J., Tseng, Y., Ndong, D., Sheen, S. 2012. The effects of replacement of soybean meal by shrimp shell meal on the growth of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) reared under brackish water. *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol.4 (5), pp. 85-91.
- FAO. 2014. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma. Italia, pp. 24-27.
- Fraga-Castro, L., B. Jaime-Ceballos y B. Jaime-Ceballos. 2011 Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 12(11): 1-15
- Furuya, V., Furuya, W., Hayashi, C., Soares, C. 2000. Niveles de inclusión de harina de girasol en la alimentación de la tilapia del Nilo. *zootecnia tropical*. Vol.18(1):91-106.
- García, A. 2010. Inclusión de ensilado de pescado como fuente de proteína y de probiótico en la dieta del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Título. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Gonzalez, D. y M. Marin. 2005. Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Rev. Científica*. 15(6), pp. 560-567.
- Gutiérrez M., Yossa, M., & Vásquez, W. 2011. Digestibilidad aparente de materia seca, proteína y energía de harina de vísceras de pollo, quinua y harina de pescado en tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*. *Orinoquia*, 15(2). p. 169-179.
- Haider, MS.; Ashraf, M.; Azmat, H.; Khaliq, A.; Javid, A.; Atique, U.; Zia, M.; Iqbal, KJ.; Akram, S. 2016. Nutritive evaluation of fish acid silage in *Labeo rohita* fingerlings feed, *Journal of Applied Animal Research*, 44:1, 158-164.
- Hisano, H., Sampaio, G., De Souza, E., Casimiro J., Barros, M., y Pezzato L. 2003. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do glúten de milho em rações para alevinos de tilápia do nilo. *Maringá*, v. 25, no. 2, p. 255-260.
- Hurtado, B. 2017. Efectos de fuentes de carbono y fuentes fermentables en la composición química proximal de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *Argopecten purpuratus*. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 41 pp.
- Karasov, W. H. And J. M. Diamon. (1983). Single: method for measuring intestinal solute uptake in vitro. In: *Journal Comparative of Physiology*. Vol. 152, p. 105- 116.
- Llanes, J., A. Bórquez, J. Toledo & J.M. Lazo de la Vega. 2010. Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Zootec. Trop.*, 28(4): 499-505.

- Loayza, R. 2011. Problemática del biofouling en el cultivo de *Argopecten purpuratus* en el Perú. Revista Ciencia y tecnología, nº 2, pp. 19-34.
- Martínez, L. (1987). Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta Editores. Madrid. p. 295-322.
- Marriaga, M. 2006. Niveles de inclusión de harina de *Lemna* sp. como fuente de proteína en la elaboración de dietas para la alimentación de alevines de cama negra (*Colossoma macropomum*). Trabajo especial de grado, Facultad experimental de ciencias, Luz. p. 72.
- Méndez C., C. 2007. Asentamiento de bioincrustantes en actividades de acuicultura. Ciencia Ahora 20(10):41-45.
- Miranda, R., Guerrero, C. 2015. Efecto de la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) sobre el desempeño productivo de juveniles de tilapia roja (*Oreochromis* sp.). Colombia. Vol. 20, no. 2, pp. 82-92.
- Moreno, M. J. Hernández; R. Rovero; A. Tablante Y L. Rangel. (2000). Alimentación de Tilapia con raciones parciales de cáscaras de naranja. Ciencia y tecnología Alimentaria. Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de alimentos. Vol. N° 3, No. 1. 29-33p.
- Muñoz, A., Segovia, E., Futagawa, M., Marchant, C., & Flores, Héctor. 2015. Coeficientes de digestibilidad total y de proteínas en alimentos experimentales para juveniles de *Oplegnathus insignis* (Kner, 1867) (Perciformes, Oplegnathidae). Latin american journal of aquatic research, 43(2), p. 304-308.
- Ochieng, E., Kembanya, E., Githukia, C., Aera, C., Munguti, J. y Nyamweya, C. 2017. Substitution of fish meal with sunflower seed meal in diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) reared in earthen ponds. Journal Of Applied Aquaculture.
- Pacheco, A., Garate, A. 2005. Bioincrustantes en estructuras de cultivo de *Argopecten purpuratus* en bahía Samanco, Perú. Ecología Aplicada 4(1,2):149-152.
- Pacheco, Y.; Sánchez, M. 2015. “Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de *Argopecten purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *Colossoma macropomum* “gamitana”. Tesis de título. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 58 pp.
- Piñeros, A., Gutiérrez, M., Castro, S. 2013. Sustitución total de la harina de pescado por subproductos avícolas suplementados con aminoácidos en dietas para juveniles de *Piaractus brachypomus*, Cuvier 1818. Colombia.
- PRODUCE. 2014. Manual de cultivo suspendido de concha de abanico. Lima. FONDEPES. p. 89.

- Perea, C.; Garcés, Y.; Hoyos, J. Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis* spp). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 9(1): 60 – 68.
- Peters, R.; Rodríguez de H; S.; Hernández, J.; Mejías D. y León A. 2004. Determinación del nivel óptimo de sustitución de la harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas en el alimento para tilapia roja, *Oreochromis* sp. Ciencia 12(1), 13 - 24. Maracaibo, Venezuela.
- Peters, R., Rodríguez S., Hernández J., Mejías D., León A. 2006. Determinación del nivel óptimo de sustitución de la harina de pescado por harina de hidrolizado de plumas en el alimento para tilapia roja, *Oreochromis* sp. Ciencias; 12:1-19.
- Peters, P., Morales, E., Morales, N. y Hernández, J. 2009. Evaluación de la calidad alimentaria de la harina de *Lemna obscura* como ingrediente en la elaboración de alimento para tilapia roja (*Oreochromis* spp.). Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIX, N° 3, 303 – 310. Venezuela.
- 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. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Tesis Mg. Sc. Acuicultura. Perú.
- Rodriguez, G., Veliz, H. 1998. Niveles de polvillo de arroz en la etapa de pre-cría del híbrido del Tilapia (*Oreochromis* sp.). Tesis de Maestría. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- Saldaña, G; L. Campoverde y R. Loayza. 2008. Efecto comparativo entre una dieta experimental y una dieta comercial en el crecimiento y supervivencia de alevinos de *Oreochromis* sp. “Tilapia Roja” en condiciones de laboratorio. Informe de Investigación. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 23p.
- Saldaña, G. 2011. Efecto de la dieta con diferentes concentraciones de *Lactobacillus* sp. enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevinos de *Oreochromis niloticus* en laboratorio. Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Programa de Doctorado en Ciencias Biológicas. Trujillo, Perú. 72p.
- Sousa, E.; Silva, J.; Cavalcanti, F.; Bussons, I.; Machado, M. 2016. Use of biological silage in diets for fish of *Brycon amazonicus* (Spix & Agassiz, 1829) fingerlings. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 4(6): 518-521.
- Spanopoulos, M., Ponce, J.; Barba, G.; Ruelas, J.; Tiznado, M.; Hernández, C. y K, Shirai. (2010). Producción de ensilado biológico a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp.), para la alimentación de especies acuícolas en Revista Mexicana de Ingeniería Química, México. 9 (2): 167-178 pág.

- Pacheco, Y.C. & M.X. Sánchez. 2015. Efecto de dietas con ensilado biológico de residuos de partes blandas de *Argopecten purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de la proteína en alevines de *Colossoma macropomum* “gamitana”. Tesis Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú.
- Perea, C.; Garcés, Y.; y J, Hoyos. (2011). Evaluación de ensilaje biológico de residuos de pescado en alimentación de tilapia roja (*Oreochromis sp*) en Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Colombia. 9 (1) 60-68 pág.
- Tengjaroenkul, B.; B. J. Smith and T. Caceci. (2000). Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. Aquaculture, v.182, n.3/4, p.317-327
- Terrones, S. 2016. Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de *Cryphiops caementarius* en cocultivo con *Oreochromis niloticus*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Santa. Ancash. Perú.
- Uribe E. & J. Blanco. 2001. Capacidad de los sistemas acuáticos para el sostenimiento del cultivo de pectínidos: el caso de *Argopecten purpuratus* en la Bahía Tongoy, Chile. In A. Maeda-Martínez (ed.), Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura, Cap. 12:233-248. Edit. Limusa, México, D.F., México.
- Valenzuela, A., Gloria, C., Golusda, C. (2011). El ostión del norte chileno (*Argopecten purpuratus*), un alimento de alto valor nutricional. Rev Chil Nutr Vol. 38, N°2.
- Vargas, L., J. Povh, P. Ribeiro, H. Moreira, L. Rocha y M. Maroneze. 2003. Efecto del tratamiento con cloruro de sodio y formalina en la prevalencia de ectoparásitos en alevines de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertidos sexualmente. Arq. Ciên. Vet. Zool. 6(1):051-063
- Vásquez-Torres W., M. Pereira-Filho & J. Arias-Castellanos. 2002. Estudos para composição de uma dieta referência semipurificada para avaliação de exigências nutricionais em juvenis de pirapitinga, *Oreochromis niloticus* (Cuvier, 1818). Rev. Brasil. Zootecn. 31: 283-292.