

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



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 para optar el Título de BIÓLOGO ACUICULTOR

Bach. SHIRLEY IRENE TERRONES ESPAÑA

**Nuevo Chimbote – Perú
2016**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



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*

Bach. SHIRLEY IRENE TERRONES ESPAÑA

Revisado y aprobado por el asesor de tesis

Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos

**Nuevo Chimbote – Perú
2016**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



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*

Bach. SHIRLEY IRENE TERRONES ESPAÑA

Conformidad del jurado evaluador

Dr. Guillermo Saldaña Rojas

Blgo. Acui. Juan Carhuapoma Garay

Dr. Walter Reyes Avalos

**Nuevo Chimbote – Perú
2016**

DEDICATORIA

A Dios mi padre todo poderoso, por ser quien guía mi camino en el día a día y por permitirme terminar mis estudios universitarios.

A mi madre adorada, quien es mi motivo de seguir adelante pese a las adversidades y la distancia. Ella quien con su guía, apoyo y consejos me ha permitido culminar mi carrera profesional

A mis hermanos, por estar siempre a mi lado apoyándome.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos, asesor de mi tesis, por brindarme su orientación profesional durante toda la etapa del desarrollo de la tesis, así como por sus consejos académicos en mis últimos ciclos de estudios.

A los docentes de la Universidad Nacional del Santa, en especial a los de la escuela Académica Profesional de Biología en Acuicultura, Dr. Guillermo Saldaña Rojas, Dr. Carlos Azañero Díaz, Blga. Acui. Sorayda Mendosa Espinoza, Dr. Luis Torres Cabrera, quienes con sus orientaciones, enseñanzas y exigencia académica contribuyen en la formación de profesionales competitivos.

A mis amigos, en especial a la Lic. Karen Caldas, Lic. Sarvia Winder, Lic. Evelyn Chávez, Ing. Esquivel, Ing. Alejandro Domínguez, Ing. Cienfuegos, Ing. Pricilla Zapata, Blgo. Pedro Benites, Ing. Maribely Fernandez, Tec. Jhon Pretel, y a todos mis amigos quienes con sus ánimos me apoyaron en culminar el presente trabajo

A la Universidad Nacional del Santa por ser mi alma mater en formación académica profesional, la cual por su nivel de exigencia formar profesionales competitivos.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
INDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE ANEXO.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MATERIALES Y METODOS.....	13
1. MATERIAL.....	13
1.1. Población.....	13
1.2. Muestra.....	13
1.3. Unidad de análisis.....	13
2. MÉTODOS.....	13
2.1. Tipo de estudio:.....	13
2.2. Diseño de la investigación.....	13
2.3. Variables y operacionalización de variables.....	13
2.4. Procedimiento.....	14
2.4.1. Transporte.....	14
2.4.2. Identificación y aclimatación.....	14
2.4.3. Selección y siembra.....	14
2.4.4. Sistema de cultivo.....	14
2.4.5. Harina de ensilado.....	15
2.4.6. Dieta.....	15
2.4.7. Calidad de ensilado y dietas.....	15
2.4.8. Crecimiento.....	16
2.4.9. Supervivencia.....	16
2.4.10. Producción.....	17
2.4.11. Calidad del agua.....	17
2.4.12. Análisis de datos.....	17
III. RESULTADOS.....	18
3.1. Calidad de ensilado y dietas.....	18
3.2. Crecimiento del camarón.....	18
3.3. Crecimiento de tilapia.....	20
3.4. Producción.....	21
3.5. Costo de la dieta.....	22
3.6. Calidad de agua.....	22
IV. DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES.....	26
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXO.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Crecimiento en longitud (A) y peso (B) de *C. caementarius* alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días..... 19
- Figura 2. Crecimiento en longitud (A) y peso (B) de alevines revertidos de *O. niloticus* alimentados a diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días. 20
- Figura 3. Producción del cocultivo de machos de *C. caementarius* con alevines revertidos de *O. niloticus*, alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días. 21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición porcentual de los insumos utilizados para la preparación de alimento balanceado para adultos de camarón <i>C. caementarius</i> utilizados en cada tratamiento.	16
Tabla 2. Características organolépticas de dietas según proporciones de ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	18
Tabla 3. Composición proximal* de dietas según proporciones de ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	18
Tabla 4. Parámetros de crecimiento en longitud de machos de <i>C. caementarius</i> alimentados con diferentes concentraciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en la dieta, durante 90 días.	19
Tabla 5. Parámetros de crecimiento en peso de machos de <i>C. caementarius</i> alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en la dieta, durante 90 días.	19
Tabla 6. Parámetros de crecimiento en longitud de alevines revertidos de <i>O. niloticus</i> alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en la dieta, durante 90 días.	20
Tabla 7. Parámetros de crecimiento en peso de alevines revertidos de <i>O. niloticus</i> alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en la dieta, durante 90 días.	21
Tabla 8. Costo de dietas según proporciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en dietas.	22
Tabla 9. Parámetros físicos y químicos del agua del cocultivo de machos de <i>C. caementarius</i> con alevines revertidos de <i>O. niloticus</i> según proporciones de ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en la dieta, durante 90 días.	22

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Transporte y aclimatación A) <i>C. caementarius</i> y B) <i>O. niloticus</i>	33
Anexo 2. Distribución al azar de las unidades experimentales.....	33
Anexo 3. Acondicionamiento de las unidades experimentales. A) Acuario para el cultivo de <i>C. caementarius</i> y <i>O. niloticus</i> , con sistema de recirculación con filtro biológico de goteo. B) Recipientes de cultivo individual de <i>C. caementarius</i>	33
Anexo 4. Proceso de elaboración del ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	34
Anexo 5. Preparación de las dietas experimentales.....	35
Anexo 6. Evaluación de los parámetros de crecimiento en longitud y peso.....	36
Anexo 7. Evaluación de los parámetros físicos y químicos.....	36

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de dietas con ensilado biológico de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* en el crecimiento de machos de *Cryphiops caementarius* en cocultivo con alevines revertidos de *Oreochromis niloticus*. Se emplearon 72 camarones (5,16 cm y 4,78 g) y 48 tilapias (4,28 cm y 2,86 g). Los organismos se distribuyeron al azar en tres tratamientos experimentales (25 %, 50 % y 75 % de ensilado en la dieta) y un tratamiento control (sin ensilado en la dieta), cada uno con tres repeticiones. Los camarones y peces fueron cultivados juntos en 12 acuarios (55 L y 0,186 m²) durante 90 días, a la densidad de 32,26 camarones m⁻² y de 100 peces m⁻³. Para el cocultivo, en cada acuario se introdujo seis recipientes de cultivo individual (284 cm²) donde se sembró camarón y en el espacio restante (38,8 L) se sembró tilapias. Las dietas con ensilado no afectaron significativamente ($p>0,05$) el crecimiento en longitud y en peso de *C. caementarius*; pero en *O. niloticus* solo el crecimiento en longitud fue significativamente ($p<0,05$) mayor con 25 % y 50 % de ensilado, por lo que es posible sustituir a la harina de pescado con 50 % de ensilado en la dieta y, además, se obtuvo el 30 % menos en el costo de alimento para ambas especies en cocultivo.

Palabras clave: *Cryphiops*, *Oreochromis*, *Argopecten*, ensilado, sobrevivencia, dieta.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of diets with soft biological waste silage *Argopecten purpuratus* growth of male *Cryphiops caementarius* in coculture with fingerlings of *Oreochromis niloticus* reversed. 72 shrimp (5.16 cm and 4.78 g) and 48 tilapias (4.28 cm and 2.86 g) were used. The bodies were randomized into three experimental treatments (25%, 50% and 75% of silage in the diet) and a control treatment (without silage in the diet), each with three repetitions. The shrimp and fish were grown together in 12 aquariums (55 L and 0.186 m²) for 90 days, the density of 32.26 shrimp m⁻² and 100 fish m⁻³. For coculture, six containers per tank individual culture (284 cm²) were seeded where shrimp was introduced and the remaining space (38.8 L) was seeded tilapias. Silage diets did not significantly ($p > 0.05$) growth in length and weight of *C. caementarius*; but only *O. niloticus* growth in length was significantly ($p < 0.05$) higher with 25% and 50% of silage, making it possible to replace fishmeal with 50% of silage in the diet and, in addition, 30% was less than the cost of food for both species in coculture.

Key words: *Cryphiops*, *Oreochromis*, *Argopecten*, silage, survival diet.

I. INTRODUCCIÓN

En el 2012, la producción acuícola mundial alcanzó los 90,4 millones de toneladas de lo cual los crustáceos contribuyen con el 9,7% (FAO, 2014), lo que muestra que la actividad acuícola demanda necesariamente de alimento balanceado y que la harina de pescado es el insumo principal. Los alimentos en acuicultura tienen como principal insumo a la harina de pescado porque posee alta digestibilidad (90%), alto contenido de proteínas (65% a 70%), aminoácidos esenciales, complejos vitamínicos y minerales como calcio, fósforo, hierro y selenio (Zaldivar, 2002). Sin embargo, la demanda de harina de pescado por el sector acuícola y el incremento de sus precios en el mercado (Graü de Marín *et al.*, 2007), encarece la producción de alimentos balanceados, por ello, son necesarios insumos alternativos que sustituyan a la harina de pescado.

Los subproductos del pescado, langostinos y de concha de abanico constituyen hasta el 50 % del organismo, que son fuente de proteínas y de otros nutrientes (Encomendero y Uchpa, 2002), y se utilizan en la elaboración de ensilado (Gouet, 1995; Shirai *et al.*, 2001; Zamora y Veintemilla, 2004), con el que se logra obtener un alimento con proteínas y grasas de alta calidad, y de fácil preservación (Hardy *et al.*, 1984; Ward *et al.*, 1985; Domínguez *et al.*, 2008).

En la elaboración del ensilado se emplea cepas liofilizadas de bacterias lácticas (*Lactobacillus* y *Streptococcus*) (Zourari *et al.*, 1992; Berenz, 1996) que transforman la glucosa en ácido láctico con poca pérdida de energía (Contreras y Muck, 2006) o se utiliza melaza como fuente de carbono (Bello *et al.*, 1992; Toledo, 2005; Ramírez *et al.*, 2008; Verela y Grotiuz, 2008; Belli, 2009), con lo cual se acidifica el medio que favorece la proteólisis (Berenz, 1996; Luckstadt, 2008) y se genera un ambiente que inhibe el desarrollo de microorganismos putrefactivos y patógenos, prolongando la conservación a temperatura ambiente (González y Marín, 2005; Copes *et al.*, 2006; Holguin *et al.*, 2009; Borges *et al.*, 2011).

En los ensilados biológicos, las bacterias como *Lactococcus* y *Lactobacillus* son probióticos empleados en acuicultura que administrados en la dieta modifican la microbiota asociada al tracto gastrointestinal del hospedador generando efectos benéficos en los organismos al mejorar las funciones inmunológicas y por ende la supervivencia

(Lara *et al.*, 2002; Díaz y Martínez, 2009). Por ello, los ensilados biológicos se utilizan como componente en raciones alimenticias para animales acuáticos (Perea *et al.*, 2011).

El camarón *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) es la especie que habita los ríos de la costa peruana (Méndez, 1981) y tiene importancia comercial por la fuerte presión extractiva (Yépez y Bandín, 1997), pero los estudios nutricionales son escasos. En juveniles de *C. caementarius* la digestibilidad aparente de la proteína de harina de ensilado fue de 52,59 % (Rubio, 2010), lo cual indica que los camarones no utilizarían todas las proteínas del ensilado suministradas en su dieta, similar a lo reportado en *P. japonicus* (Deshimaru, 1981), *M. rosenbergii* (Coelho y Massamitu, 2006; Merriros *et al.*, 2007) y *M. inca* (Dávila y Medina, 2011). En juveniles de *Litopenaeus schmitti* se mejora el crecimiento con 15 % y 17 % de ensilado de pescado en remplazo de la harina de pescado en dietas (Gonzales *et al.*, 2007; Balsinde *et al.*, 2003; Fraga-Castro y Jaime-Ceballos, 2011).

Por otro lado, la tilapia *Oreochromis niloticus* es la especie cultivada de gran demanda en el mundo (Toledo-Pérez y García-Capote, 2000; Josupeit, 2004; Toledo, 2005) y convierte eficientemente los desechos orgánicos en proteína de alta calidad (Baroiller y Toguyeni, 2004). Los alevines de *O. niloticus* logran mayor crecimiento con 50 % de ensilado biológico de residuos blandos de *A. pupuratus* en reemplazo a la harina de pescado (Alayo y Rojas, 2012). Los juveniles de *Oreochromis* spp alimentados con 30 % de ensilado biológico de residuos de pescado obtienen mayor crecimiento y menor conversión alimenticia, probablemente por los altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados (Perea *et al.*, 2011).

Ademas, el sistema de cocultivo de *C. caementarius* en recipientes individuales dentro de acuarios con *O. niloticus* fue reportado por primera vez por Reyes (2012) y en este sistema ambas especies son importantes desde el punto de vista productivo. Luego, Mogollon (2013), comprobó que en el cocultivo camarón/tilapia se obtuvo 100 % de supervivencia en la especie agresiva *C. caementarius* y 86 % en *O. niloticus* en ambos casos con mejores parámetros de crecimiento. En otras combinaciones de cocultivo, también hay mayor crecimiento y supervivencia como en el cocultivo de *Penaeus vannamei* en jaulas dentro de estanques con *O. niloticus* (Nebradt y Gasca, 2004) y de *O. niloticus* en jaulas dentro de estanques con *M. rosenbergii* (Danaher *et al.*, 2007).

En consecuencia, se formula el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de *C. caementarius* en cocultivo con *O. niloticus*? La hipótesis establece que, si *C. caementarius* en cocultivo con *O. niloticus* se alimentan con dietas conteniendo 25 %, 50 % y 75 % de harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* como sustituto de la harina de pescado, entonces se logra mejorar el crecimiento de ambas especies del cocultivo con 50 % de harina de ensilado biológico en la dieta.

El objetivo general fue evaluar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de *C. caementarius* en cocultivo con *O. niloticus*.

Los objetivos específicos fueron:

Describir y cuantificar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en el crecimiento en peso y longitud de *C. caementarius*.

Describir y cuantificar el efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en el crecimiento en peso y longitud de *O. niloticus*.

Comparar la producción del cocultivo de *C. caementarius* con *O. niloticus* alimentados con diferentes concentraciones de harina de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta.

II. MATERIALES Y METODOS

1. MATERIAL

1.1. Población: Los camarones adultos de la especie *C. caementarius* se capturaron del río Pativilca (10°39'50'' S y 77°40'02'' O) cerca del Centro Poblado Huayto a 352 msnm, (Barranca, Lima), y los alevines revertidos de *O. niloticus* de 20 días de edad procedieron de la Estación Pesquera de Ahuashiyacu (6°30'55.83''S y 76°19'50.65''O) (Tarapoto, San Martín).

1.2. Muestra: Fueron emplearon 72 camarones machos de *C. caementarius* de $5,16 \pm 0,370$ cm y $4,79 \pm 1,13$ g, con apéndices cefalotorácicos completos, seleccionados al azar de un lote de 100 ejemplares. Además, fueron empleados 48 alevines revertidos de *O. niloticus* de $4,28 \pm 0,18$ cm y $2,86 \pm 0,45$ g, seleccionados al azar de un lote de 150 ejemplares.

1.3. Unidad de análisis: Fueron considerados los camarones y tilapias de cada acuario.

2. MÉTODOS

2.1. Tipo de estudio: Investigación experimental

2.2. Diseño de la 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. Variables y operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	
		Dimensiones	Indicadores
<u>V. Independiente</u>			
Ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> , en la dieta	El ensilado es un proceso de fermentación de materia orgánica con bacterias lácticas que disminuye el pH del medio.	Concentraciones de ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>	T1: 0 % de ensilado biológico (control) T2: 25 % de ensilado biológico T3: 50 % de ensilado biológico T4: 75 % de ensilado biológico
<u>V. Dependiente</u>			
Crecimiento	El crecimiento es el incremento en longitud y peso.	Crecimiento en longitud y peso	Crecimiento absoluto $CA = X_2 - X_1$ Ganancia porcentual $GP (\%) = (CA/X_1) \times 100$ Tasa de crecimiento absoluto $TCA = CA/t_2 - t_1$ Tasa de crecimiento específico $TCE (\% \text{ día}^{-1}) = [(\ln X_2 - \ln X_1) / t_2 - t_1] \times 100$

2.4. Procedimiento

- 2.4.1. **Transporte:** Los camarones fueron transportados individualmente en recipientes de plástico de 200 mL (los recipientes se agujerearon para el flujo de agua), y se acondicionaron dentro de cajas de plástico (0,60 m de largo; 0,40 m de ancho, 0,35 m de alto, y de 45 L) con agua del mismo río y con aireación constante. La densidad de fue de 77 camarones/caja, y transportado durante 5 h vía terrestre hasta el Laboratorio de Acuicultura Ornamental. La tilapia se transportó en bolsas de polietileno con agua insuflada de oxígeno puro e introducidas dentro de baldes de plásticos de 20 L. La densidad de transporte fue de 50 alevines L durante 24 h vía terrestre (Tarapoto-Trujillo-Chimbote).
- 2.4.2. **Identificación y aclimatación:** Los camarones de la especie *C. caementarius* se identificaron (Méndez, 1981) y se aclimataron por cinco días en el mismo sistema de transporte (Anexo 1). La tilapia se aclimató en acuarios de 55 L durante cinco días, luego se realizó un baño con 3 % de cloruro de sodio por 10 min (Vargas *et al.*, 2003) antes de la siembra. Ambas especies se alimentaron *Ad libitum* con balanceado desde el segundo día de aclimatación, y frecuentemente se realizó recambios del 30 % del volumen de agua, limpieza de restos de alimento y de desechos sólidos de excreción.
- 2.4.3. **Selección y siembra:** El sexo de los camarones machos se determinó por la observación de los poros genitales del quinto par de periópodos (Guerra, 1974) y se seleccionaron aquellos con apéndices cefalotorácicos completos. La siembra en cada recipiente de cultivo individual se realizó al azar y la densidad fue de 32,26 camarones m⁻² (Anexo 2). Los alevines revertidos de tilapia se seleccionaron de tamaños uniformes ($\pm 0,30$ cm) y se sembraron en el volumen restante del acuario (38 L) que no fue ocupado por los recipientes individuales de cultivo de camarón, a la densidad de 21,51tilapias m⁻², es decir cuatro tilapias por acuario (Mogollón, 2013), resultado sembrado el cocultivo a una densidad de 53,77 organismos m²
- 2.4.4. **Sistema de cultivo:** Se empleó el sistema de cultivo diseñado por Reyes (2012), compuesto de 12 acuarios de vidrio (0,60 m de largo; 0,31 m de ancho y 0,35 m de alto, con área de 0,186 m² y volumen efectivo de 55 L), con filtro biológico percolador (2,5 L) de flujo de 1,5 L min⁻¹ y con dos piedras difusoras. Se empleó

agua potable previamente declarada (72 h antes de su uso). Para el cocultivo, en cada acuario se introdujo seis recipientes de cultivo individual (284 cm²) donde se sembró camarón y en el espacio libre de 38,8 L se sembró tilapias (Anexo 3).

2.4.5. Harina de ensilado de residuos de *A. purpuratus*: En la elaboración del ensilado se empleó el método de Berenz (1996) modificado por Encomendero y Ushpa (2002) y Saldaña (2011), cuyo proceso se indica en anexo 4). Los residuos blandos (vísceras y mantos) de *A. purpuratus* se recolectaron del mercado de peces “La Sirena” (Chimbote). Las vísceras se lavaron con abundante agua potable y se escurrió durante 20 min. Luego, 5 kg de vísceras se sometieron a cocción (100°C durante 20 min), 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 Empresa Agroindustria San Jacinto SAC (Chimbote). La activación de las bacterias lácticas se realizó con el método de Berenz (1996) y se utilizó una cepa liofilizada de bacterias lácticas de yogurt Vivolar DRI-SET. 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 al ambiente durante 4 días, y después se molió hasta obtener harina de ensilado que se tamizó (120 µm).

2.4.6. Dieta: La dieta basal fue elaborada de acuerdo a la formulación de Reyes, (2012) suplementada con harina de paprika (250 mg kg⁻¹) y 3 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Cornejo y Pérez, 2013). Las dietas experimentales se prepararon con las proporciones de harina de ensilado (Tabla 1) y la preparación de las dietas según como se indica en Anexo 5. Los organismos se alimentaron dos veces al día (08:00 y 16:00 h) durante seis días a la semana, a una tasa de 6 % del peso húmedo en camarones y las tilapias con 5% de su peso.

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 fibra 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, lípidos, cenizas y fibra. Para los carbohidratos se empleó la fórmula por diferencia entre: 100 – (% proteína + % grasas + % fibra + % ceniza).

Tabla 1. Composición porcentual de los insumos utilizados para la preparación de alimento balanceado para adultos de camarón *C. caementarius* utilizados en cada tratamiento.

Insumos	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Harina pescado	30,0	22,5	15,0	7,5
Harina de ensilado de <i>A. purpuratus</i>	0,0	7,5	15,0	22,5
Harina de Soya	21,0	21,0	21,0	21,0
Harina de maíz	16,7	16,7	16,7	16,7
Aceite de pescado	2,0	2,0	2,0	2,0
Aceite de soya	0,5	0,5	0,5	0,5
Aceite de maíz	0,5	0,5	0,5	0,5
Lecitina de soya ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
Polvillo de arroz	22,0	22,0	22,0	22,0
Melaza	3,0	3,0	3,0	3,0
Zeolita	2,0	2,0	2,0	2,0
Sal común	1,0	1,0	1,0	1,0
Compexvit ²	0,3	0,3	0,3	0,3

¹ Lecitina de soya purificada comercial (Soya insípida en cápsulas blandas, contenido de fosfatídicos \geq 60%).

² Comprende (kg⁻¹): Vitaminas A 8g; E 7g; B1 8g; B2 16g; B6 11,6g; B12 0,02g; C 5g; D3 5g; K3 1g; Nicotinamida 10g; Niacina 6g; Biotina 0,3g; DL Metionina 20g; Pantotenato de calcio 47g; Cloruro de sodio 2,7g; Cloruro de potasio 34g; Sulfato de magnesio 7g; Maca 5g; y Excipientes 1,000g.

2.4.8. **Crecimiento:** El periodo de experimentación fue de 90 días. El peso de los camarones y tilapias se determinaron con balanza digital ADAM AQT600 (\pm 0, 1 g). La longitud de los camarones y tilapias se midió con un vernier (Anexo 6). Para los camarones, la longitud total (LT = Escotadura post orbital hasta el extremo posterior del telson) se midió con los camarones posicionados ventralmente. Se realizó muestreos mensuales de la población y se determinó el crecimiento absoluto (CA), ganancia porcentual (GP), tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específica (TCE) (El-Sherif y Ali, 2009).

$$CA \text{ (cm) o (g)} = X_2 - X_1$$

$$GP \text{ (%) } = (CA/X_1) \times 100$$

$$TCA \text{ (g día}^{-1}\text{)} = CA/t_2 - t_1$$

$$TCE \text{ (% día}^{-1}\text{)} = [\ln X_2 - \ln X_1] / t_2 - t_1 \times 100$$

Dónde: X_1 y X_2 fue el peso húmedo (g) o la longitud total (cm), inicial y final; t_1 y t_2 fue la duración en días; $\ln X_1$ y $\ln X_2$ fue el logaritmo natural del peso o la longitud inicial y final.

2.4.9. **Supervivencia:** La supervivencia (S) se determinó observando a los camarones a través de los recipientes y se expresó por cada muestreo.

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

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

2.4.10. **Producción:** La producción se estimó por:

$$P (\text{Kg m}^{-2}) = \text{Biomasa/área de crianza.}$$

2.4.11. **Calidad del agua:** El mantenimiento de los acuarios se realizó semanalmente con sifón. Además, se recambió el 10 % del volumen total de cada acuario. Los parámetros físicos y químicos del agua (Anexo 7) se monitorearon cada 15 días y se registró oxígeno disuelto y temperatura con un Oxímetro digital Hatch LDO ($\pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$, $\pm 0,01^\circ\text{C}$), el pH con pH-metro OAKTON ($\pm 0,01$ unidades), el amonio total y los nitritos se determinaron con el Test colorimétrico Nufratin ($\pm 0,05 \text{ mg L}^{-1}$).

2.4.12. **Análisis de datos:** El diseño estadístico completamente al azar fue empleado. Los datos se sometieron a la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, luego al análisis de varianza simple y a la prueba de Duncan, ambos con el nivel de significancia del 0,05. Se empleó el programa estadístico SSPS versión 20 para Windows.

III. RESULTADOS

3.1. Calidad de ensilado y dietas

El ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* fue de color canela, con olor a melaza, de sabor ácido ligeramente amargo de pH 4,2 y de consistencia pastosa. Además, la composición de proteínas fue de 42,23 %, lípidos de 6,62 %, fibra 1,28 %, cenizas 9,97 % carbohidratos 39,9 % y 15,78 % de humedad. El rendimiento fue de 24,7 % y el costo de producción fue de S/ 6,0 por kg de harina de ensilado.

Las dietas elaboradas con diferentes proporciones de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*, tuvieron características organolépticas más intensas conforme se incrementó las proporciones (Tabla 2). La composición proximal de las dietas se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2. Características organolépticas de dietas según proporciones de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.

Características organolépticas	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Olor	A pescado	Ligeramente dulce	Melaza	Melaza
Color	Normal	Canela	Canela oscuro	Marrón
Sabor	A pescado	Ligeramente ácido	Ácido	Ácido

Tabla 3. Composición proximal* de dietas según proporciones de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.

Composición (%)	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Proteína	12,97	12,49	12,96	13,28
Lípidos	34,19	32,30	30,78	29,25
Humedad	11,30	11,76	11,51	12,33
Ceniza	11,46	10,98	11,00	10,13
Fibra	0,91	0,34	0,56	0,12
Carbohidratos	40,47	43,89	44,7	47,22

*Analizados en el Laboratorio COLECBI S.A. Chimbote.

3.2. Crecimiento de *C. caementarius*

El crecimiento en longitud (Fig. 1A) y en peso (Fig. 2B) de machos del camarón fue similar y sin diferencias significativas ($p > 0,05$) en todos los tratamientos durante el

período de cultivo. De igual manera, sucedió con los parámetros de crecimiento (Tablas 4 y 5). Además, no hubo mortalidad de camarones durante el periodo experimental.

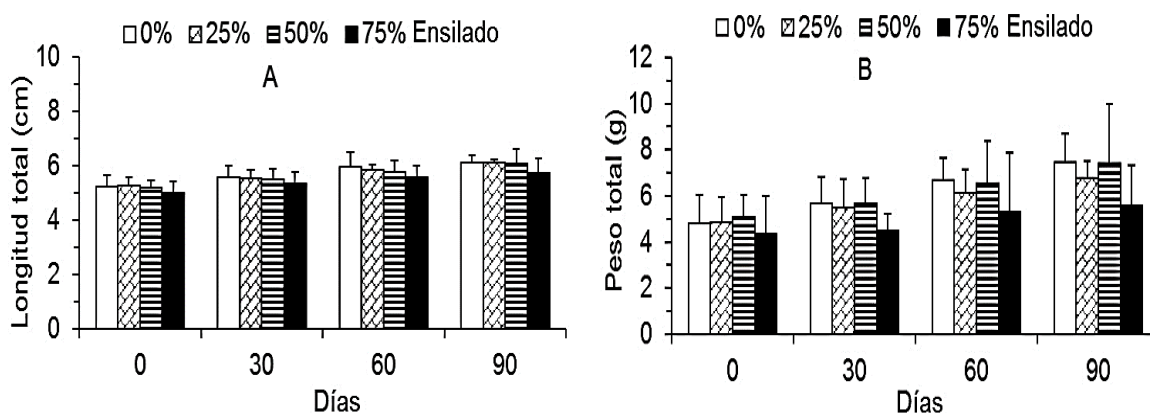


Figura 1. Crecimiento en longitud (A) y peso (B) de *C. caementarius* alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Tabla 4. Parámetros de crecimiento en longitud de machos de *C. caementarius* alimentados con diferentes concentraciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Longitud inicial (cm)	5,23 ± 0,416	5,26 ± 0,33	5,18 ± 0,29	4,99 ± 0,45
Longitud final (cm)	6,11 ± 0,277	6,13 ± 0,09	6,07 ± 0,54	5,73 ± 0,54
CA (cm)	0,89 ± 0,163	0,88 ± 0,25	0,89 ± 0,32	0,74 ± 0,21
GP (%)	17,19 ± 4,485	16,87 ± 5,62	17,06 ± 5,47	14,89 ± 4,39
TCA (cm día ⁻¹)	0,010 ± 0,002	0,010 ± 0,003	0,010 ± 0,004	0,008 ± 0,003
TCE (% longitud día ⁻¹)	0,176 ± 0,043	0,193 ± 0,027	0,174 ± 0,052	0,154 ± 0,042

CA: crecimiento absoluto, GP: ganancia porcentual, TCA: tasa de crecimiento absoluto, TCE: Tasa de crecimiento específico.

Tabla 5. Parámetros de crecimiento en peso de machos de *C. caementarius* alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Peso inicial (g)	4,81 ± 1,24	4,86 ± 1,11	5,09 ± 0,95	4,37 ± 1,23
Peso final (g)	7,47 ± 1,64	6,78 ± 0,74	7,40 ± 2,57	5,59 ± 1,74
CA (g)	2,66 ± 0,39	1,92 ± 0,43	2,31 ± 1,66	1,22 ± 0,51
GP (%)	57,89 ± 6,15	42,14 ± 17,57	42,76 ± 22,83	27,30 ± 4,08
TCA (g día ⁻¹)	0,029 ± 0,005	0,021 ± 0,005	0,026 ± 0,019	0,013 ± 0,006
TCE (% peso día ⁻¹)	0,497 ± 0,052	0,385 ± 0,138	0,386 ± 0,172	0,268 ± 0,036

CA: crecimiento absoluto, GP: ganancia porcentual, TCA: tasa de crecimiento absoluto, TCE: Tasa de crecimiento específico.

3.3. Crecimiento de *O. niloticus*

El crecimiento en longitud y peso de alevines revertidos de tilapia fue similar entre tratamientos y sin diferencias significativas ($p>0,05$), excepto el crecimiento en longitud que a los 90 días fue significativamente ($p<0,05$) mayor con 25 % y 50 % de ensilado (Fig. 2). Lo cual se refleja en los parámetros de crecimiento (Tablas 6 y 7). Además, no hubo mortalidad de alevines de tilapias durante el periodo experimental.

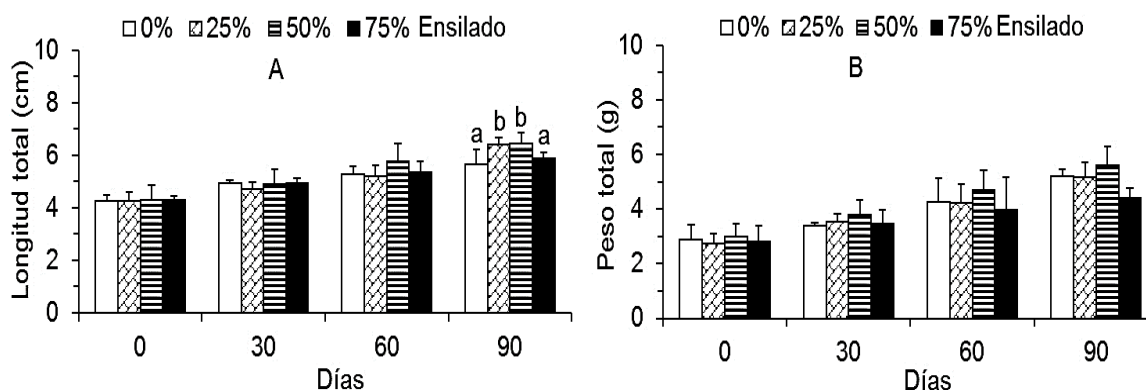


Figura 2. Crecimiento en longitud (A) y peso (B) de alevines revertidos de *O. niloticus* alimentados a diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Los mayores parámetros de crecimiento en longitud de tilapia fueron obtenidos con 25 % y 50 % de ensilado en la dieta, los que fueron significativamente diferentes que el control y con 75 % de ensilado en la dieta (Tabla 6). En cambio, los mayores parámetros de crecimiento en peso de tilapia fueron obtenidos con 50 % de ensilado en la dieta y fue significativamente diferentes solo con 75 % de ensilado en la dieta (Tabla 7).

Tabla 6. Parámetros de crecimiento en longitud de alevines revertidos de *O. niloticus* alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Longitud inicial (cm)	4,24 ± 0,26 ^a	4,28 ± 0,11 ^a	4,31 ± 0,29 ^a	4,29 ± 0,59 ^a
Longitud final (cm)	5,65 ± 0,14 ^a	6,42 ± 0,19 ^b	6,43 ± 0,43 ^b	5,89 ± 0,20 ^a
CA (cm)	1,41 ± 0,28 ^a	2,15 ± 0,18 ^b	2,13 ± 0,14 ^b	1,60 ± 0,14 ^a
GP (%)	33,46 ± 8,29 ^a	50,15 ± 4,41 ^b	49,35 ± 0,24 ^b	37,32 ± 2,84 ^a
TCA (cm día ⁻¹)	0,015 ± 0,003 ^a	0,024 ± 0,002 ^b	0,024 ± 0,001 ^b	0,018 ± 0,001 ^a
TCE (% longitud día ⁻¹)	0,319 ± 0,070 ^a	0,451 ± 0,033 ^b	0,445 ± 0,002 ^b	0,352 ± 0,023 ^a

CA: crecimiento absoluto, GP: ganancia porcentual, TCA: tasa de crecimiento absoluto, TCE: Tasa de crecimiento específico. Datos con letras en superíndice iguales indica que no hay diferencias significativas ($p>0,05$). Duncan.

Tabla 7. Parámetros de crecimiento en peso de alevines revertidos de *O. niloticus* alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
Peso inicial (g)	2,87 ± 0,54 ^a	2,75 ± 0,12 ^a	2,99 ± 0,89 ^a	2,82 ± 0,23 ^a
Peso final (g)	5,22 ± 0,58 ^a	5,17 ± 0,51 ^a	5,60 ± 1,19 ^a	4,39 ± 0,38 ^a
CA (g)	2,34 ± 0,39 ^{ab}	2,42 ± 0,62 ^{ab}	2,61 ± 0,49 ^b	1,57 ± 0,16 ^a
GP (%)	85,55 ± 22,87 ^a	88,76 ± 26,15 ^a	90,66 ± 22,49 ^a	55,64 ± 2,28 ^a
TCA (g día ⁻¹)	0,026 ± 0,004 ^{ab}	0,027 ± 0,007 ^b	0,029 ± 0,006 ^b	0,017 ± 0,001 ^a
TCE (% peso día ⁻¹)	0,592 ± 0,125 ^a	0,698 ± 0,158 ^a	0,712 ± 0,131 ^a	0,491 ± 0,016 ^a

CA: crecimiento absoluto, GP: ganancia porcentual, TCA: tasa de crecimiento absoluto, TCE: Tasa de crecimiento específico. Datos con letras en superíndice iguales indica que no hay diferencias significativas ($p > 0,05$). Duncan.

3.4. Producción de *C. caementarius* y *O. niloticus*

La producción de camarón (~ 0,221 kg m⁻²) y de tilapia (~ 0,109 kg m⁻²) en cocultivo no presento diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con 75 % de ensilado (0,188 kg m⁻² y 0,094 kg m⁻², respectivamente) fue el que presento menor producción en comparación con los demás tratamientos experimentales, incluyendo el control (Fig. 3).

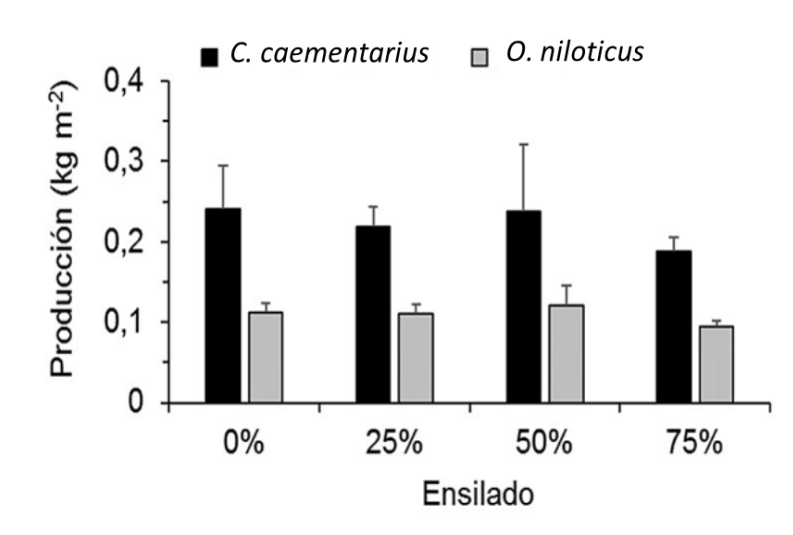


Figura 3. Producción del cocultivo de machos de *C. caementarius* con alevines revertidos de *O. niloticus*, alimentados con diferentes proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

3.5. Costo de la dieta

El uso de ensilado como sustituto de la harina de pescado permite un ahorro de entre 28 % a 34 % de costo total, en relación con la dieta sin ensilado (Tabla 8).

Tabla 8. Costo de dietas según proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en dietas.

Ensilado (%)	Costo dieta (S/kg)	Costo dieta (S/t)	Ahorro (%)
0	10,15	10 156,40	-
25	7,33	7 333,64	27,79
50	7,03	7 033,64	30,75
75	6,73	6 733,64	33,70

3.6. Calidad de agua

Los parámetros ambientales durante los 90 días de cocultivo de *C. caementarius* con *O. niloticus*, fueron similares y sin diferencia significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos (Tabla 9).

Tabla 9. Parámetros físicos y químicos del agua del cocultivo de machos de *C. caementarius* con alevines revertidos de *O. niloticus* según proporciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Ensilado			
	0 %	25 %	50 %	75 %
O ₂ (mg L ⁻¹)	6,81 ± 0,07	6,70 ± 0,13	6,64 ± 0,14	6,60 ± 0,08
Temperatura (°C)	20,13 ± 0,18	20,13 ± 0,17	20,09 ± 0,12	20,03 ± 0,01
pH	7,02 ± 0,13	6,92 ± 0,20	7,06 ± 0,14	7,13 ± 0,07
Amonio total (mg L ⁻¹)	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00

IV. DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que hasta los 90 días de cocultivo no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) en el crecimiento tanto en longitud como en peso de machos de *C. caementarius*, lo que indica similitud entre las dietas experimentales y el control; pero en alevines revertidos de *O. niloticus* solo el crecimiento en longitud fue significativamente ($p<0,05$) mayor con 25 % y 50 % de ensilado, ello debido a que el crecimiento en peso y longitud tienen una relación inversa los primeros estadios de vida, este último suele ser muy rápido, pero se va haciendo lento a medida que aumenta la edad y alcanza el tamaño o la longitud máxima del individuo (Csirke, 1980) Estos resultados constituyen el primer reporte del uso de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta de machos de *C. caementarius*, mas no para alevines de *O. niloticus*; además, el ensilado sustituyó parcialmente a la harina de pescado en dietas para ambas especies.

El ensilado biológico elaborado de residuos blandos de *A. purpuratus*, mostró características organolépticas similares a lo reportado con ensilados de pescados que corresponden a uno de buena calidad (Berenz, 1996) y fueron similares al ensilado de residuos de pescado reportados por Toledo y Llanes (2006), pero en relación con su composición proximal, el ensilado que se elaboró presentó altos valores que indicarían ser de mayor calidad nutricional por poseer alta proteína (42,2 %) y fue similar a lo reportado en la misma especie que fue de 45,1 % (Encomendero y Uchpa, 2002) y 43,1 % (Alayo y Rojas, 2012), por lo que constituyó un excelente insumo en las dietas para camarón y tilapia. Se han reportado que los ensilados poseen niveles de proteínas variables de 8,9 % (Spanopoulos *et al.*, 2010), 12,1 % (Ganzáles 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.

El mayor valor en peso y en longitud de *C. caementarius* y *O. niloticus* en cocultivo, fueron obtenidos hasta con 50 % de ensilado en la dieta, ello debido al crecimiento en longitud de *O. niloticus* en cocultivo el cual presento diferencia significativa ($p<0,05$) con 25 % y 50 % de ensilado, los resultados corroboran lo reportado por Alayo y Rojas (2012). Mientras que el tratamiento con 75% de ensilado en el cocultivo no presento diferencias significativas ($p>0,05$), debido a que altas proporciones de ensilado afectaría el

crecimiento de los animales, probablemente por falta de nutrientes al disminuir la proporción de harina de pescado en la dieta. La harina de pescado es un insumo de alto contenido proteico (70 % de proteínas) y alta digestibilidad (90 %), así como de poseer otros nutrientes (Zaldívar, 2002). En cambio, la harina de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* tuvo 42,2 % de proteínas, y se ha reportado que su digestibilidad, en juveniles de *C. caementarius*, fue de 52,59 % (Rubio, 2010), lo que explicaría la limitación de la harina de ensilado para reemplazar completamente a la harina de pescado en dietas para ambas especies.

Díaz y Martínez (2009) mencionaron que las bacterias probióticas tienen la capacidad de contribuir al establecimiento de la microbiota intestinal, incrementar el peso por la mejora en la asimilación del alimento, mantener alta supervivencia, poseer resistencia a infecciones al mejorar la respuesta inmune de los organismos cultivados. 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 del camarón y 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 demás dietas ya que es probable que, por este hecho, las bacterias del ensilado no tuvieron el sustrato adecuado para ayudar con la nutrición animal ya que la dieta con 75 % de ensilado tuvo mayor porcentaje de proteínas y carbohidratos, pero menores lípidos, cenizas y fibra, lo cual indica un desbalance nutricional que ocasionó que este tratamiento presentara el menor crecimiento de las especies, Similares resultados son reportados por Dávila *et al.* (2013) en postlarvas de *M. inca* alimentados con 50 % de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en la dieta.

La producción estimada de machos de *C. caementarius* y de alevines revertidos de *O. niloticus* no presento diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos experimentales y el tratamiento control. Mientras que los mayores y menores valores en producción estimada fue obtenida con 50 % y 75% de ensilado en la dieta respectivamente, estos resultados indican que ambas especies aprovechan los nutrientes de la dieta siempre que la proporción de ensilado sea el adecuado (50 %) y con ello generaron biomasa como lo hacen con la harina de pescado en la dieta. Por otro lado, la inclusión de 50 % de ensilado en la dieta disminuye el 30 % del costo de alimento en el cocultivo camarón/tilapia, lo cual representa un ahorro significativo toda vez que los costos de alimento para especies

acuáticas se encuentran alrededor del 60 % del costo total de producción (Devresse, 2000). Alayo y Rojas (2012) obtuvieron un ahorro del 52 % en el costo de producción con 50 % de ensilado en la dieta de alevines de *O. niloticus*. Dávila *et al.* (2013) determina que con solo incluir el 50 % de ensilado en la dieta de *M. inca* se contribuye a reducir el costo de producción del alimento, además de minimizar la contaminación ambiental que ocasionan los residuos blandos de *A. purpuratus* que no son utilizados. En consecuencia, el ensilado biológico de residuos blandos (vísceras y manto) de *A. purpuratus* constituye un insumo alimenticio para *C. caementarius* y *O. niloticus* y su aprovechamiento permitirá reducir los costos del alimento y principalmente disminuir la contaminación del ambiente.

La calidad del agua donde se llevó a cabo el cocultivo durante los 90 días fue similar entre tratamientos cuyos valores se encuentran dentro de los reportados para el ambiente natural de ambas especies (Tovar, 1977; Popma y Lovshin, 1996), lo que indica que el sistema de cultivo soportó la alta densidad generada por ambas especies.

V. CONCLUSIONES

Las dietas con ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* no afectaron significativamente ($p > 0,05$) el crecimiento en longitud y en peso de machos de *C. caementarius*, respecto al control; mientras que los alevines revertidos de *O. niloticus* solo el crecimiento en longitud fue significativamente ($p < 0,05$) mayor con 25 % y 50 % de ensilado en la dieta.

La producción estimada de machos de *C. caementarius* y de alevines revertidos de *O. niloticus* no presento diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos experimentales y el tratamiento control. Mientras que los mayores y menores valores en producción estimada fue obtenida con 50 % y 75% de ensilado en la dieta respectivamente

El ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* puede sustituir hasta con el 50 % a la harina de pescado en dietas para machos de *C. caementarius* y alevines revertidos de *O. niloticus*, en cocultivo.

VI. RECOMENDACIONES

Emplear la dieta el 50 % de ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* para evaluar el rendimiento reproductivo de hembras de *C. caementarius* y de *O. niloticus*, en cocultivo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayo, G. y I. Rojas. 2012. Efecto de diferentes concentraciones de ensilado 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. Perú.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analyses. 15th edition. En: K. Helrich (ed.). Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA, USA.
- 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.
- Baroiller, J. y A. Toguyeni. 2004. The tilapiini tribe: enviromental and social aspects of reproduction and growth. In: Safran, P. (ed.), Fisheries and aquaculture, encyclopedia of life support systems (EOLSS), developed under the auspices of the UNESCO. Eolss Publishers, Oxford, UK.
- 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.
- Bello, R., M. Gutiérrez, M. Ottati y A. Martínez. 1992. Estudio sobre la elaboración de ensilado de pescado por vía microbiana en Venezuela p:1-17. In: Trabajos presentados en la segunda consulta de expertos sobre tecnología de productos pesqueros en América Latina, Uruguay, 11-15 de diciembre 1989.FAO.Informe de pesca 441sul.Roma, FAO 1992. 368p.
- 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.
- Borges, J., Y. Bastardo, E. Sandoval, M. Barrios y R. Ortega. 2011. Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de caña de azúcar (*Saccharum* spp). Zootecnia Trop., 29(3): 283-291.
- Coelho, M. y W. Massamitu. 2006. Ensilado de maíz en dietas para postlarvas de camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*. Latin American Journal of Aquatic Research, 34(2): 57-61.
- Contreras, F. y R. Muck. 2006. Inoculantes microbiales para ensilaje. Focus on Forage 8(4):1-3
- Copes, J., K. Pellicer, G. del Hoyo y N. García. 2006. Producción de ensilado de pescado en baja escala para uso de emprendimientos artesanales. Analecta veterinaria, 26(1):5-8
- 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.

- Cornejo, J. y L. Pérez. 2013. Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y sus derivados, en la proliferación de hemocitos en machos adultos de *Cryphiops caementarius* camarón de río, en condiciones de laboratorio. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Roma Italia, p 82.
- Danaher, J., J. Tidwell, S. Coyle y S. Dasgupta. 2007. Effects of two densities of caged monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, on water quality, phytoplankton populations, and production when polyculture with *Macrobrachium rosenbergii* in temperate pond Journal of the World Aquaculture Society 38, (3): 367-382.
- Dávila, E. y J. Medina. 2011. Efecto de la inclusión de harina de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* “concha de abanico, en sustitución de la harina de pescado en dietas, en el crecimiento de postlarvas de *Macrobrachium inca* (Crustacea, Palaemonidae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa, Perú.
- Dávila, E., J. Medina y W. Reyes. 2013. Crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium inca* (Holthuis, 1950) (Crustacea, Palaemonidae) alimentadas con ensilado biológico. Rev. Intropica. 8:79 – 86
- Deshimaru, O. 1981. Studies on nutrition and diet for prawn, *Penaeus japonicus*. Memoirs of the Lagosshima Fisheries Experimental Station. 12:1-118
- Devresse, B. 2000. Producción de alimentos para camarón estables en el agua. pp 526-539 En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (Eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV. Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.
- Díaz, L. y M. Martínez. 2009. Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón: reseña. Bol. Invest. Mar. Cost. 38 (2):165-187.
- Domínguez, J., L. Leyva, J. Labrada y D. Revuelta. 2008. Caracterización química de ensilaje biológico de desechos pesqueros. Rev. Prod. Anim. 20 (2): 148- 149.
- Encomendero, E. y F. Uchpa. 2002. Producción de ensilado biológico de subproductos de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*). pp. 292-298. En: Memorias I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2002, Zaragoza, España.
- El-Sherif, M.S. y A.M. Ali. 2009. Effect of rearing systems (mono-and Poly-culture) on the performance of freshwater prawn (*M. rosenbergii*) juveniles. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 4(3): 117-128.
- FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma Italia, p 3.
- FAO. 2014. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma. Italia, p 20.
- 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

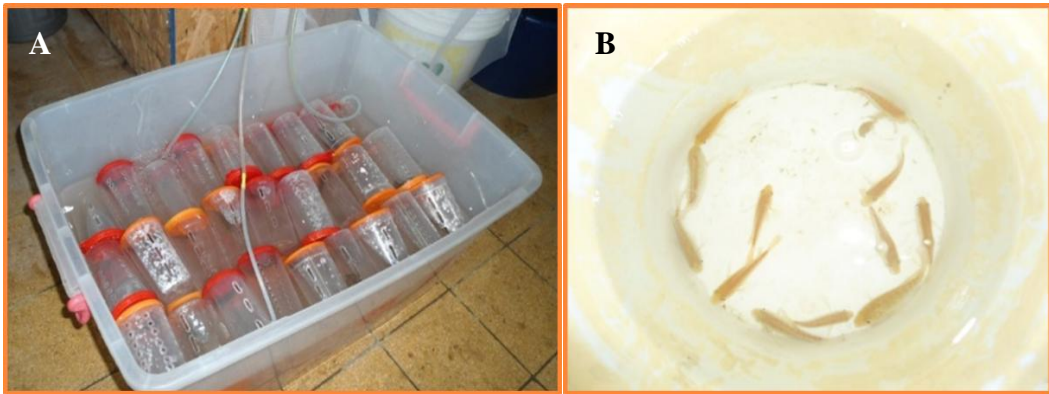
- García, A. 2010. Inclusión de ensilado de pescado como fuente de proteína y de probiótico en la dieta del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Tesis Título. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México.
- Graü de Marín, C., H. Marval y A. Cerpa. 2007. Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal. INIA Divulga, 10: 93-95.
- Guerra, A. 1974. Biología reproductiva de *Macrobachium gallus* Holthuis, 1952 (Decapoda, Palaemonidae). Trabajo de Habilitación. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Gonzales, D., J. Córdoba, F. Indorf y E. Buitrago. 2007. Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado. Rev. Científica. XVII (2):166-172.
- 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.
- Gouet, H. 1995. El ensilado de los vegetales. P: 167-177. In: Microbiología Alimentaria. Volumen II Fermentaciones Alimentarias. Edit. Acribia SA. España.
- Hardy, R., K. Shearer y J. Spinelli. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. Aquaculture, 38:35-44.
- Holguín, S., A. Caicedo y C. Veloza. 2009. Estabilidad del almacenamiento de ensilados biológicos a partir de residuos de pescado inoculados con bacterias ácido- lácticas. Rev. Med. Vet. Zoot. 56:95-104.
- Josupeit H. 2004. El Mercado Mundial de la Tilapia. FAO. 48p.
- Lara, M., L. Briones, O. Novoa y M. 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). En: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G. & N Simoes (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México.
- Luckstadt, C. 2008. The use of acidifiers in fish nutrition. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 3(44)
- Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Bol. Inst. Mar Perú, 5: 1-170
- Merirros, L., C. Graziani, E. Villarroel, M. Lemus, C. Lodeiros y G. Salazar. 2007. Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de postlarvas del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. Rev. Zootecnia Trop. 25(2): 111-121.
- Mogollón, A. 2013. Cocultivo de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius* en recipientes individuales dentro de acuarios con machos de tilapia *Oreochromis*

- niloticus* a diferentes densidades de siembra y sus efectos en el crecimiento y supervivencia de las especies. Tesis para Título. Universidad Nacional del Santa. Peru.
- Nebradt, J. y E. Gasca. 2004. Polyculture of Nile tilapia (*O. niloticus*) and white shrimp (*Penaeus vannamei*) in freshwater. Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados del Instituto Nacional- Unidad México.
- Perea, C., Y. Garcés y J. Hoyos. 2011. 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.
- Popma, T y L. Iovshin. 1996. worldwide prospects for commercial production of tilapia. Auburn University, Alabama. USA. Research and Development series 41:26p.
- Ramírez-Ramírez J., S. Huerta, L. Arias, A. Prado & K. Shirai 2008. Utilization of fisheries by-catch and processing wastes for lactic acid fermented silage and evaluation of degree of protein hydrolysis and in vitro digestibility. Rev. Mexicana de Ingeniería Química. 7(3):195-204.
- Rubio, L. 2010. Coeficiente de digestibilidad proteica de dos tipos de ensilado, en juveniles de “camarón de río” *Cryphiops caementarius* (MOLINA, 1872) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Bachiller. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Reyes, W. 2012. Crecimiento y supervivencia de adultos del camarón de río *Cryphiops caementarius* criados en sistema de recipientes individuales con recirculación de agua. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Rubio, L. 2010. Coeficiente de digestibilidad proteica de dos tipos de ensilado, en juveniles de “Camarón de río” *Cryphiops caementarius* (Molina, 1872) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae), en condiciones de laboratorio. Tesis de Bachiller. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Saldaña, G. 2011. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de *Lactobacillus sp.* enriquecido con proteína hidrolizada de vísceras de *Argopecten purpuratus*, sobre el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* en laboratorio. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Shirai K., I. Guerrero, S. Huertas, G. Saucedo, A. Castillo, O. Gonzales y G. Hall. 2001. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. Enzyme and Microbial Technology, 28:446-452.
- Spanopoulos-Hernandez M., J. Ponce-Palafox, G. Barba-Quintero, J. Ruelas-Inzunza, M. Tiznado-Contreras, C. Hernández-González, et al. 2010. Producción de ensilados biológicos 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. Rev. Mexicana de Ingeniería Química, 9(2):167-178
- Toledo-Pérez, S. y M. García-Capote. 2000. Nutrición y alimentación de tilapia cultivada en America Latina y el Caribe. Pp83-137. En Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D. y Cruz-Suárez, L.E. (eds.) Avances en Nutrición Acuícola IV.

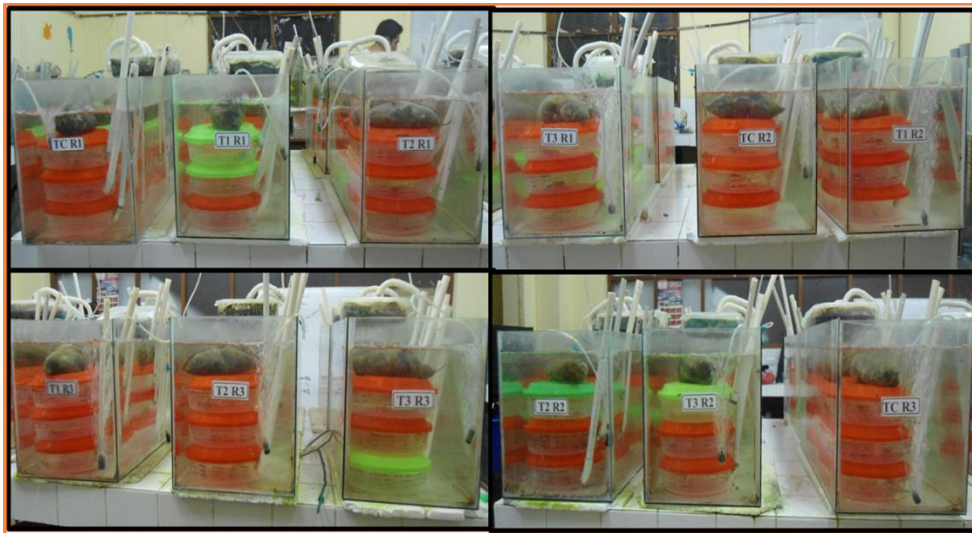
- Memorias del IV Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Noviembre 15-18, 1998. La Paz, B.C.S., México.
- Toledo, J. 2005. Aspectos generales de la nutrición de peces. Nuevas tendencias taller senario de acuicultura continental – Especies de aguas templadas – cálidas. Ministerio de industrias pesquera. Habana, cuba.10 p.
- Toledo J. y Llanes J. 2006. Estudio comparativo de los residuos de pescado ensilado por vías bioquímica y biológica. Rev. Aquatic. 25:28-33
- Tovar, A. 1977. Sinecología de la laguna medio mundo. Rev. Forestal del Perú 7:1-25.
- 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
- Verela, G. y G. Grotiuz 2008. Fisiología y metalismo bacteriano. Bacteriología y Virología Médica, p: 43-57.
- Ward, J., A. Parrott y G. Iredale. 1985. Fish Waste as Silage for Use as an Animal Feed Supplement. Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci., 158(4):10-12
- Yépez, V. y R. Bandín. 1997. Evaluación del recurso camarón de río *Cryphiops caementarius* en los ríos Ocoña, Majes-Camaná y Tambo, Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 77: 3-21.
- Zaldívar, F. 2002. Las harinas y aceites de pescado en la alimentación acuícola. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (eds.). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. Cancún, Quintana Roo, México.
- Zamora, W. y J. Veintemilla. 2004. Efecto de dietas con diferentes concentraciones de ensilado de *Crepidula* sp como sustituto de la harina de pescado, en el crecimiento en la etapa de pre-cría del camarón *Macrobrachium rosenbergii*. Tesis de Título. Universidad Nacional del Santa. Perú.
- Zourari, A., J. Accolas y M. Desmazeaud. 1992. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. A review. Lait 72: 1-34.

ANEXOS

Anexo 1. Transporte y aclimatación A) *C. caementarius* y B) *O. niloticus*.



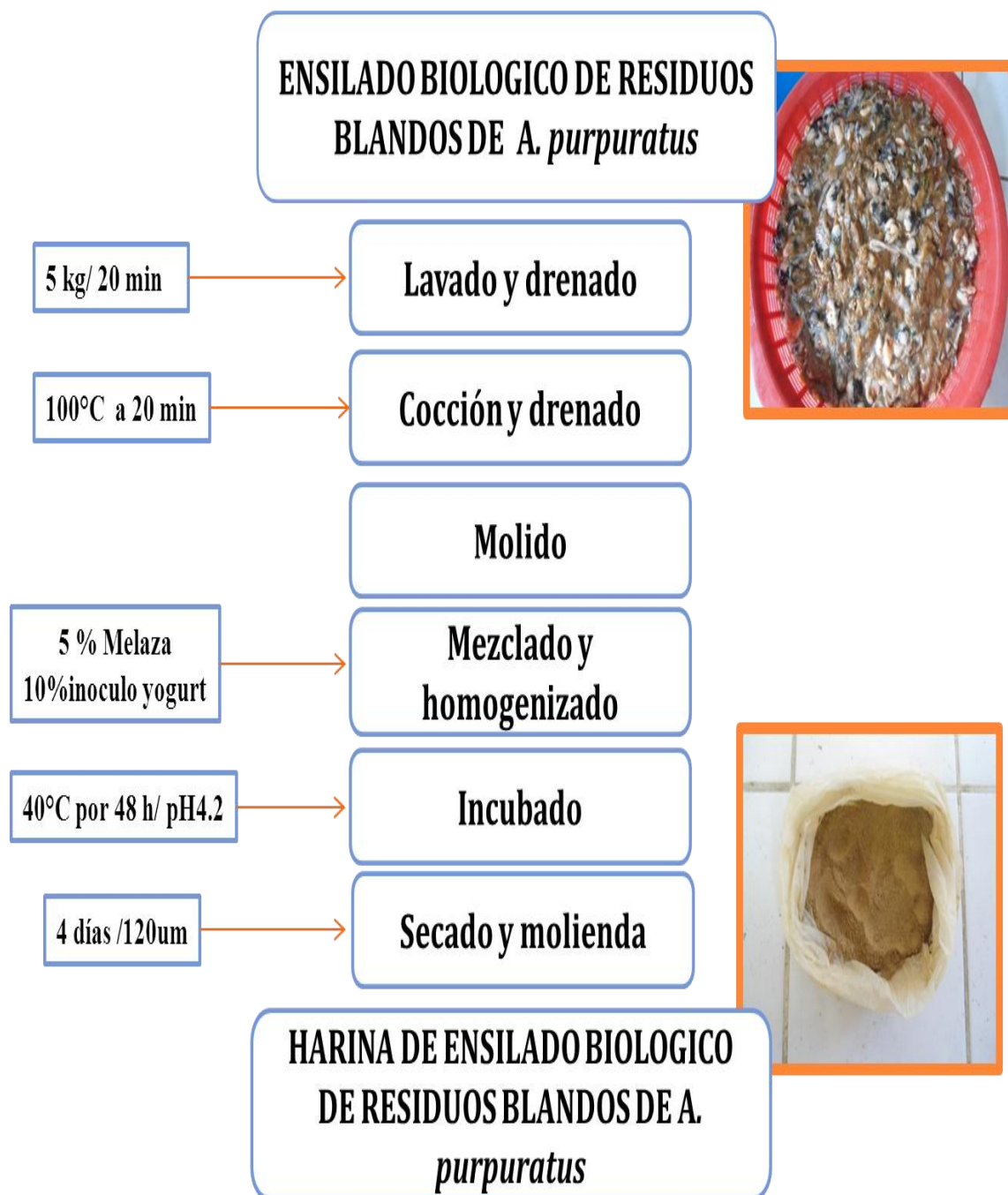
Anexo 2. Distribución al azar de las unidades experimentales.



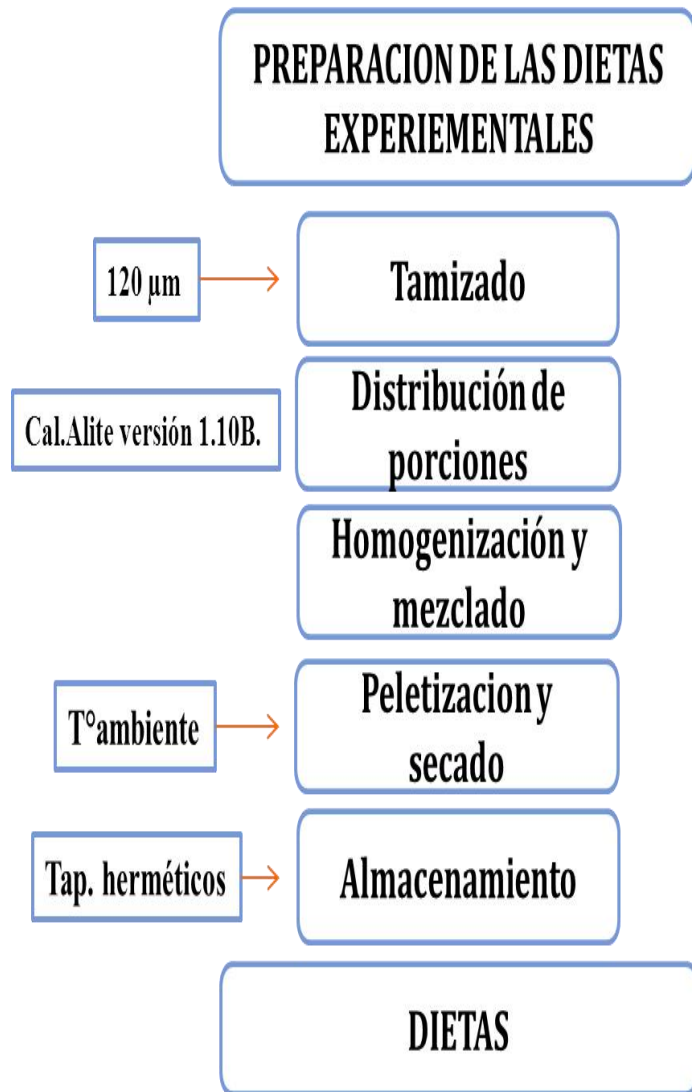
Anexo 3. Acondicionamiento de las unidades experimentales. A) Acuario para el cultivo de *C. caementarius* y *O. niloticus*, con sistema de recirculación con filtro biológico de goteo. B) Recipientes de cultivo individual de *C. caementarius*.



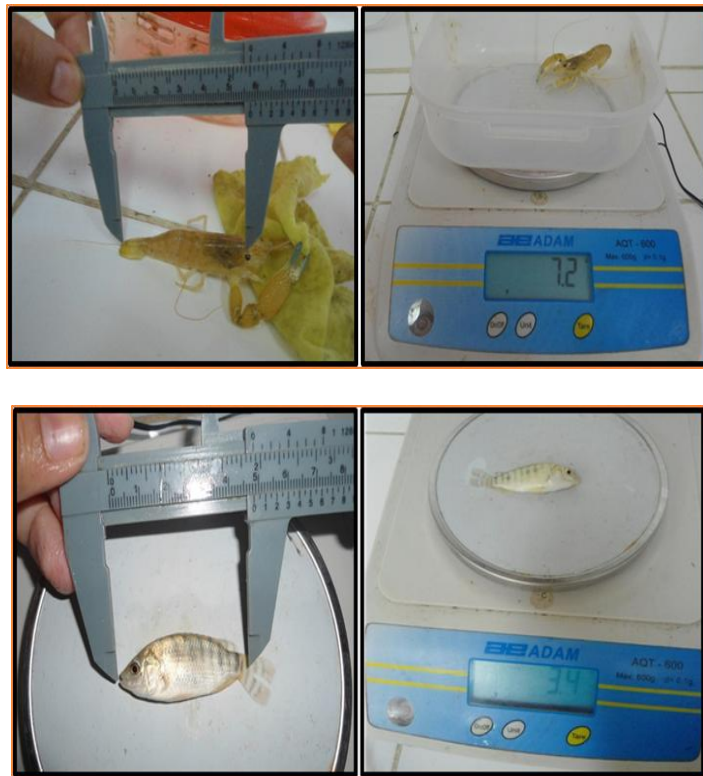
Anexo 4. Proceso de elaboración del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.



Anexo 5. Preparación de las dietas experimentales.



Anexo 6. Evaluación de los parámetros de crecimiento en longitud y peso.



Anexo 7. Evaluación de los parámetros físicos y químicos.

