

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



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

TESISTA:

Br. BALVINA HURTADO TARRILLO

ASESOR

Blg. Acuic. JUAN MIGUEL CARHUAPOMA GARAY

NUEVO CHIMBOTE-PERÚ

2017

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



**HOJA DE CONFORMIDAD DE ASESOR**

El presente trabajo de tesis titulado: **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*** ha contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación, por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

---

Blgo. Acuic. JUAN MIGUEL CARHUAPOMA GARAY  
ASESOR

NUEVO CHIMBOTE-PERÚ

2017

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



**HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

**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 PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**BIÓLOGO ACUICULTOR**

Revisado y Aprobado por el Jurado evaluador:

---

**Dr. Guillermo Saldaña Rojas**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Luis Pajuelo Gonzales**  
**INTEGRANTE**

---

**Blgo. Acuic. Juan Carhuapoma Garay**  
**INTEGRANTE**

## INDICE

<b>RESUMEN</b>	Vii
<b>ABSTRACT</b>	Viii
<b>DEDICATORIA</b>	iX
<b>AGRADECIMIENTO</b>	X
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	8
2.1. Localización del experimento	8
2.2. Materiales	8
2.2.1. Material experimental	8
2.2.2. Fermento biológico	8
2.2.3. Elaboración del fermento biológico	8
2.3. Obtención del ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> .	8
A. Materia prima	8
B. Fuente de carbono	9
C. Microorganismos fermentadores	9
D. Elaboración del fermento biológico	10
2.4. Proceso de elaboración del ensilado de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> .	11
A. Lavado y drenado	11
B. Cocción y drenado	11
C. Molienda	11
D. Mezclado y homogenizado	11
E. Fermentación	12
F. Evaluación sensorial	12
G. Secado y molienda	12
2.5. Unidades experimentales	14
2.6. Análisis proximal	14
2.7. Análisis microbiológico	15
2.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	15
<b>III. RESULTADOS</b>	16
3.1. Análisis físico sensorial	16
3.2. Composición química	16
3.3. Perfil de ácidos grasos	17
3.4. Análisis microbiológico	19
3.5. Registro de pH	19
<b>IV. DISCUSION</b>	20
<b>V. CONCLUSIONES</b>	27
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	28
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	29
<b>ANEXOS</b>	38

## INDICE DE FIGURAS

**Fig. 1.** Flujograma de elaboración del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*, Martínez (2003) modificado.

12

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Evaluación física de calidad de los ensilados propuesto por Bertullo (1989).	10
<b>Tabla 2.</b> Tratamientos y repeticiones utilizados en la elaboración del ensilado biológico de <i>A. purpuratus</i> .	13
<b>Tabla 3.</b> Evaluación físico-sensorial de la calidad del ensilado biológico de Residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> a las 96 horas de fermentación.	15
<b>Tabla 4.</b> Composición química (base seca) de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> de los 4 tratamientos.	16
<b>Tabla 5.</b> Composición porcentual del perfil de ácidos grasos (base seca) de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> en los 4 tratamientos.	17
<b>Tabla 6.</b> Análisis microbiológicos (base seca) en los ensilados biológicos de los residuos blandos de <i>A. purpuratus</i> de los tratamientos.	19

## RESUMEN

Se comparó el efecto de fuentes de carbono (melaza y chancaca) y fuentes fermentables (*Lactobacillus* spp y fermento biológico) en la composición química proximal de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* se emplearon 4 tratamientos con 3 repeticiones T<sub>1</sub> (15 % *Lactobacillus* 10 % melaza), T<sub>2</sub> (15 % *Lactobacillus* sp y 10 % chancaca), T<sub>3</sub> (15 % fermento biológico y 10 % melaza) y T<sub>4</sub> (15 % fermento biológico y 10 % chancaca), a las 96 horas de fermentación se evaluó las características físico-sensorial (color, olor y consistencia). En base seca se analizó proteína cruda, grasa cruda, carbohidratos, humedad, cenizas, perfil de ácidos grasos y la carga bacteriana de *Escherichia coli*, *Salmonella*, coliformes totales y fecales.

Los resultados mostraron, que en los porcentajes de proteína cruda, humedad y cenizas no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en todos los tratamientos, además en los porcentajes de carbohidratos en T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> no existieron diferencias significativas, en cambio sí hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>; los porcentajes de ácido Araquidónico fueron estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ) para todos los tratamientos, así también los AGs EPA y DHA el T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> fueron estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ) , así mismo la relación  $\omega-3/\omega-6$  fue mayor a 1,0. La carga bacteriana para *Escherichia coli* y *Salmonella* sp, estuvieron ausentes en todos los tratamientos, los coliformes totales y fecales estuvieron presentes en cantidades  $< 10^2$  UFC/g y  $< 10$  UFC/g en T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>, por tanto estos resultados reflejan buena calidad, estabilidad para su uso posterior y permitir considerar a estos ensilados de residuos blandos de *A. purpuratus* aceptables como materia prima para emplearse como suplemento en dietas de organismos acuáticos.

**PALABRAS CLAVES:** Composición química, ensilado biológico, *Argopecten purpuratus*.

## ABSTRACT

The effect of carbon sources (molasses and chancaca) and fermentable sources (*Lactobacillus sp* and yeast) on the proximal chemical composition of *A. purpuratus* biological waste silage meal was compared with 4 treatments with 3 T1 replicates (15% *Lactobacillus sp* 10% molasses), T2 (15% *Lactobacillus sp* and 10% chancaca), T3 (15% yeast and 10% molasses) and T4 (15% yeast and 10% chancaca), at 96 hours of fermentation. The physical-sensorial characteristics (color, odor and consistency) were evaluated. On dry basis crude protein, crude fat, carbohydrates, moisture, ash, fatty acid profile and bacterial load of *Escherichia coli*, *Salmonella*, total and fecal coliforms were analyzed.

The results showed that, in the percentages of crude protein, moisture and ash, no significant differences ( $p > 0.05$ ) were found in all treatments, in addition in the percentages of carbohydrates in T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> there were no significant differences, in Change there were significant differences ( $p < 0.05$ ) in T1 and T2 and T3; The percentages of Arachidonic acid were statistically equal ( $p > 0.05$ ) for all treatments, as well as the EPA and DHA AGs T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub> were statistically the same ( $p > 0.05$ ), and the relationship  $\Omega$ -3 /  $\omega$ -6 was greater than 1.0. The bacterial load for *Escherichia coli* and *Salmonella sp*, were absent in all treatments, total and fecal coliforms were present in amounts  $< 10^2$  CFU / g and  $< 10$  CFU / g in T3 and T4, therefore these results reflect good quality, stability. For subsequent use and allow to consider these silages of soft residues of *A. purpuratus* acceptable as raw material to be used as a supplement in diets of aquatic organisms.

**KEY WORDS:** Chemical composition, biological ensilage, *Argopecten purpuratus*.

## DEDICATORIA

*“A Dios por iluminar mis pasos cada día, a mis hermanos por su paciencia y apoyo que siempre me brindan y aquellas personas que me ayudaron a realizar este trabajo”*

*“Por todo el apoyo, amor, entendimiento y sacrificio dedico este logro a mis Padres (Esther y Edilberto); a mí Universidad, Facultad, Profesores por su filosofía y moral que ayudaron a que se diera este gran paso en mi vida.”*

*“A todas las personas que amo, que hacen parte de mi vida y llevo en el corazón”*

## AGRADECIMIENTO

*A la Universidad Nacional del Santa, por darme las facilidades para desarrollar mi tesis.*

*Al asesor Juan Miguel Carhuapoma Garay por creer en mí para la realización de este trabajo, así como por todo su apoyo recibido y su amistad brindada.*

*Al personal docente que trabaja en la Escuela Académico profesional de Biología en Acuicultura por sus conocimientos impartidos en mi formación profesional, por su amistad y apoyo incondicional ya que han sido los forjadores de una parte de mi vida.*

## I. INTRODUCCION

La demanda por alimentos ricos en proteína es cada vez mayor, especialmente en países en desarrollo y subdesarrollo, lo cual estimula la exploración de recursos no tradicionales (Heather & Benkendorff, 2008). Por su parte la FAO (2014), considera a la acuicultura como una actividad productiva que está creciendo más rápidamente que cualquier otro sector productor de alimentos; en el Perú tiene un crecimiento anual del 20 % y se espera un mayor crecimiento en los próximos años, por lo que es necesario minimizar los impactos ambientales mediante una adecuada gestión empresarial y la adopción de buenas prácticas de producción acuícola.

Los bivalvos marinos son comunes e importantes en los ecosistemas marinos y comercialmente valiosos, ya que son una fuente importante de proteína, minerales y vitaminas esenciales de alto valor biológico para la población humana (Astorga *et al.* 2007, Fuentes *et al.* 2009). Así mismo los moluscos son el tercer grupo más importante en términos de producción acuícola mundial, siendo *A. purpuratus* las más cultivada. La (FAO, 2013) considera que el cultivo de *A. purpuratus* se ha convertido en una fuente de empleo y genera divisas, debido a que casi el 100 % de la producción se destina a la exportación a los países de Francia, Italia, España y EEUU, siendo muy apreciada por su sabor, palatabilidad, apariencia; las partes blandas comestibles de la concha de abanico la constituyen el músculo abductor o "tallo" y las gónadas también llamadas "coral", lo que determina una composición química y un valor nutricional diferente a otros bivalvos. *A. purpuratus* "concha de abanico" es un bivalvo que se distribuye geográficamente desde Panamá hasta Coquimbo (Chile), y puede ser encontrada desde los 5 a los 30 m de profundidad, en aguas cuyas temperaturas van de 13 a 28 °C.

Además Jiménez (2011) menciona que el cultivo de *A. purpuratus* en el Perú, tiene sus inicios en la década del 70 cuando se realizaron las primeras experiencias; sin embargo, recién en la década del 90 se inició el crecimiento de la actividad, siendo las principales zonas de cultivo en Piura, Ancash, Ica y Lima, el método de cultivo empleado es el suspendido y fondos (corral). La producción de *A. purpuratus* en el Perú en el año 2014 fue de 48,140.37 toneladas señaló la Asociación de Exportadores (ADEX).

Por su parte Vidotti *et al.* (2002), consideran que la utilización de fuentes alternativas de proteína de alta calidad y bajos costos, pueden disminuir los costos de producción (por concepto de alimentación) e incrementar las ganancias del cultivo, una alternativa está dada en el empleo de los desechos de los camales, acuicultura, industrias pesqueras, etc.; mediante técnicas de ensilado, pudiéndose sustituir ingredientes, como la harina y aceite de pescado.

La literatura reporta varios estudios con ensilados de vísceras de aves, pescado, como única fuente proteica y con otras harinas de origen vegetal o animal para producir productos con perfil de aminoácidos similar a la harina de pescado, estos ensilados han sido utilizados a diferentes niveles de inclusión en dietas para diversas especies de peces. Por otro lado, Bertullo (2009) establece que los ensilados elaborados como subproductos de la industria pesquera son importantes ingredientes en la nutrición animal, son usados para alimentar toda clase de especies animales como peces, rumiantes, cerdos, pollos, etc. La razón por el gran interés en los productos pesqueros para la alimentación animal es por su alto valor en contenido de proteína y grasas (aceite).

En este sentido Córdova *et al.* (1990), mencionan que el ensilado biológico es un producto líquido elaborado a partir de la masa de pescado entero o residuos triturados, previa adición de carbohidratos y que la melaza es

fermentada por la adición de bacterias ácido- láctica, bajo condiciones controladas. Además FAO (1997), manifiesta que en el proceso del ensilado biológico, es común utilizar inóculos de bacterias productoras de ácido láctico de los géneros *Lactobacillus*, *Pediococcus* o *Streptococcus* y fuentes de carbohidratos como la melaza de caña, para acelerar el proceso fermentativo, un aumento en la acidez del ensilado es debido a los ácidos orgánicos producidos por los microorganismos presentes, siendo el ácido láctico el más abundante. El ácido producido favorece la acción de las enzimas, se reduce el pH a niveles que inhiben el desarrollo de las bacterias putrefactivas y patógenas, lo que resulta en un ensilado microbiológicamente seguro (León, 2003).

De la misma manera Bello (1994), Areche *et al.*(1992) y Lessi (1992) manifiestan que en la elaboración del ensilado biológico se le agrega al pescado una fuente de carbono y un microorganismo, capaz de utilizar el sustrato y producir ácido láctico, se han estudiado diferentes fuentes de carbono tales como harinas de maíz, harina de avena, cebada, malteada, arroz, yuca, azúcar, melaza, etc. y distintos organismos productores de ácido láctico, entre otros, *Lactobacillus plantarum*, *Hansenula montevideo*, bacterias lácticas del yogur y fermentos biológicos preparados con variedades de frutas y hortalizas como repollo, papaya, banana, piña, camote, yuca, etc.

Se ha despertado un gran interés en la preparación de ensilados biológicos utilizando residuos orgánicos para producir fuentes de proteína de alta calidad a un costo relativamente accesible, un ejemplo es el producto fermentado del procesado de residuos de la industria pesquera, a través de un proceso de fermentación anaeróbica controlada, es posible preparar un producto fermentado, químicamente estable y con alto valor nutritivo (Díaz, 2004). Al respecto Lessi *et al.* (1992) manifiestan que la metodología para la obtención de ensilados es de bajo costo, relativamente fácil y se pueden adecuar los volúmenes a las necesidades de cada producción.

González & Marín (2005) mencionan que la producción de ensilado de pescado y la obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas demuestran una buena estabilidad en el tiempo, además se ajustan a los requerimientos nutricionales y energéticos necesarios para introducirlos como fuente de proteína en la alimentación animal. Es así que Rodríguez & Minaya (2013) elaboraron ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* con 15 % de yogurt y 10 % de melaza, evaluaron la composición proximal obteniendo valores para proteína bruta de 35,20 %; lípidos 9,14 %; humedad 12,00 %; ceniza 10,30 % y carbohidratos 31,30 %. Padilla *et al.*(2000) elaboraron ensilado biológico de pescado con harina de trigo 30 %, sal de cocina 4 % p/p y fermento biológico 10 % p/p, obteniendo una composición proximal: lípidos 9,20 %; humedad 22,20 %; proteína 30,20 %; fibra bruta 0,40 %; ceniza 18,20 %; carbohidratos 19,80 %; energía kcal/100 252,85 y un rendimiento de 50 % del total.

Los desechos de las plantas procesadoras se han convertido en el mayor problema por las restricciones ambientales y por el reforzamiento de leyes que han prohibido las descargas, en particular los subproductos del procesamiento de *A. purpuratus*, esto constituye un problema ambiental, es por ello que en la actualidad la utilización de subproductos contribuye a solucionar problemas tanto de orden económico, ecológico y también prevenir y reducir los riesgos para la salud pública y la salud animal (Mendoza, 2011). En lo económico, los residuos blandos de *A. purpuratus* utilizados como sustitución parcial de la harina de pescado en la alimentación de organismos acuáticos, ayudaría a la reducción del costo del alimento balanceado para la acuicultura, considerando que es factible introducir fuentes proteicas de calidad y bajo costo; en lo ecológico disminuiría los grandes volúmenes de desechos orgánicos derivados de la industria acuícola, lo que contribuye a la disminución del costo ambiental

y también al transporte de los subproductos hacia los rellenos sanitarios (Mendoza, 2011).

El reto más importante que actualmente enfrenta la acuicultura es la necesidad de asegurar su sustentabilidad a largo plazo, y una de las vías para lograr esto es considerar la premisa de que en la naturaleza nada se desperdicia; los subproductos o desperdicios de un organismo son aprovechados naturalmente como fuente nutricional para otro; este proceso de reciclamiento de nutrientes es el fundamento para la sustentabilidad de nuestro planeta. La utilización de residuos o de especies subutilizadas comercialmente para la producción de ensilados, aumenta el aprovechamiento de la proteína animal, a la vez que minimiza los efectos de la contaminación ambiental, en general las técnicas empleadas en la producción de ensilados son simples y requieren baja inversión y mínima mano de obra directa (Berenz, 1994).

Uno de los factores más importantes en producción es la alimentación que representa entre el 50 y 80 % de los costos de producción, un problema particular en la alimentación animal es la provisión de proteínas, debido a la limitada disponibilidad de insumos proteicos y su alto costo; en el caso de la harina de pescado, a pesar de ser una fuente proteica muy completa, su fabricación es un proceso sumamente elevado (Gama, 2013). A nivel mundial se está buscando alternativas de alimentos, diseñados para reducir costos; el ensilaje biológico de residuos de pescado es una metodología que ha permitido el aprovechamiento de los subproductos del proceso de eviscerado y fileteado, los cuales al ser mezclados con una fuente de carbono y al adicionarle inoculo en que ocurre un proceso fermentativo, generando un producto con características deseables y de alto valor nutricional para la alimentación (Martínez, 2003).

Entre las ventajas que presenta el ensilado biológico se encuentran: su sencilla manipulación, sin los peligros y riesgos que presentaba el ensilado químico; sus costos reducidos, porque no hay necesidad de importar el ácido orgánico; la posibilidad de adicionar diversas cepas de bacterias ácido lácticas; el uso de melaza es fácilmente obtenida en el país a un costo razonable; tiempo de proceso reducido, incluyendo sabor y olor, más atractivo, agradable y apetecible (Fernández *et al.*, 2013).

Una de las principales fuentes disponible de proteína de alta calidad en la Región Ancash son los desechos de concha de abanico, los cuales son considerados como residuos en el procesamiento de la maricultura y desechados al medio ambiente. Con el propósito de aprovechar los residuos blandos de *A. purpuratus*, además de ser disponibles en la zona; ante falta trabajos de investigación y publicaciones sobre efectos de fuentes de carbono y fuentes fermentables en la composición química proximal de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*, se busca determinar la composición química proximal. Por lo antes mencionado se plantea el siguiente problema de investigación ¿Cuál será el efecto de fuentes de carbono y fuentes fermentables en la composición química proximal de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*?

Como objetivo general comparar el efecto de fuentes de carbono y fermentables en la composición química proximal de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* y los objetivos específicos fueron:

- Comparar el efecto de fuentes de carbono y fuentes fermentables en el porcentaje de proteínas, carbohidratos, humedad y cenizas de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.
- Comparar el efecto de fuentes de carbono y fuentes fermentables en el porcentaje de ácidos grasos en la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.

- Determinar la carga bacteriana de *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, coliformes totales y coliformes fecales en la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.
- Determinar las características organolépticas del ensilado biológico de los residuos blandos de *A. purpuratus*.

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Localización del experimento.**

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Biología Acuática, de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, Provincia del Santa, Región Ancash.

### **2.2. Materiales**

#### **2.2.1. Material experimental**

Los residuos blandos (gónadas, vísceras y tallo) de *A. purpuratus* fueron obtenidos de la Planta “ACUACULTIVOS S.A.C.”, ubicado en la Provincia de Casma, Región Ancash, procedentes de cultivo suspendido de la Playa El Dorado, Bahía Samanco.

#### **2.2.2. Fermento biológico**

Los insumos de *Brassica sp.* (Repollo entero) 41 %, harina de trigo 17 %, sal de cocina 3 %, *Carica papaya* (papaya verde) 31 % y vinagre de 3-5 % de acidez 8 %, fueron obtenidos del mercado local (Dos de Mayo-Chimbote).

### **2.3. Obtención del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*.**

#### **A. Materia prima**

Se utilizaron residuos blandos del procesamiento de *A. purpuratus* “concha de abanico”, fueron recolectados del centro de procesamiento de la empresa ACUACULTIVOS S.A.C., ubicado en la Provincia de Casma, Región Ancash. Para la obtención de estos residuos se tomó las medidas de inocuidad (Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuícola D.S.- N° 040-2001-PE y el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas D.S.- N° 007-98-SA).

Se registró la temperatura con un termómetro digital YSI con  $\pm 0,01^{\circ}\text{C}$  de sensibilidad, se pesaron 20 kg en una balanza analítica e inmediatamente colocados en 2 baldes de 18 Litros de capacidad previamente desinfectados con cloro a 0.5 ppm conteniendo cremolada para mantener las condiciones de refrigeración y luego se transportó al Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias, en donde se realizó la caracterización de las muestras obteniendo un 90% entre vísceras y manto y un 10 % de gónadas y tallo para la posterior elaboración del ensilado.

#### **B. Fuente de carbono**

Se utilizó 10 % de melaza de caña de azúcar de 75 °Brix como fuente hidrocarbonada necesaria para los organismos fermentadores, la cual fue obtenida de la empresa Agroindustria San Jacinto SAC y la chancaca fue adquirida en el mercado local (Dos de Mayo-Chimbote).

#### **C. Microorganismos fermentadores**

Como fuente de bacterias ácido lácticas, se empleó 10 % de *Lactobacillus sp*, con una carga inicial de bacterias lácticas total de  $10^6$  UFC/g, fue proporcionado por el Laboratorio de Acuicultura Continental y Nutrición de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura, Facultad de Ciencias de las Universidad Nacional del Santa y los insumos para la elaboración del fermento biológico fueron adquiridos del mercado local (Dos de Mayo-Chimbote).

#### D. Elaboración del fermento biológico

El fermento biológico se elaboró en el Laboratorio de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa siguiendo las recomendaciones de Padilla (1996), con los siguientes insumos que se especifican a continuación para hacer 1 Kg.

Ingredientes	%	Para hacer 1 Kg.
Repollo ( <i>Brassica sp.</i> )	41	410 g
( <i>Carica papaya</i> ) Papaya	31	310 g
Harina de trigo	17	170 g
Vinagre	8	80 ml o g
Sal de cocina	3	30 g

La papaya y el repollo fueron molidos mediante un molino manual marca Corona, fueron homogenizados con la harina de trigo, sal de cocina y vinagre de 3-5 % de acidez, la mezcla se colocó en recipientes de vidrio de 500 g de capacidad tapados herméticamente creando condiciones anaeróbicas a temperatura de ambiente durante 96 horas, cada 24 horas se homogenizó la mezcla, y se extrajo una muestra para medir el pH, observándose cambios de color, olor y textura, una vez alcanzado un pH de 3.5 el fermento biológico fue refrigerado a 8°C hasta su uso. La papaya contiene como componente a la papaína una enzima que hidroliza las proteínas como a los péptidos, el repollo aporta las bacterias lácticas para la fermentación, la harina de trigo como fuente de carbono, la sal de cocina como efecto atenuante sobre la velocidad de fermentación y vinagre como fuente de ácido.

## **2.4. Proceso de elaboración del ensilado de residuos blandos de *A.***

### ***purpuratus.***

La elaboración del ensilado se realizó en el Laboratorio de Biología Acuática de la Escuela Académico Profesional de Biología en Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa, se siguió conforme a la metodología de Berenz (1996), manteniendo criterios encontrados en Martínez (2003) y Spanopoulos *et al.*(2010) con algunas modificaciones como se presentan a continuación

#### **A. Lavado y drenado**

Los residuos blandos de *A. purpuratus* (constituidos por 90 % de vísceras y 10 % entre gónadas y manto), estos fueron colocados en colador simple con abertura de malla estándar, en donde se lavó con abundante agua, luego drenados por un tiempo de 15 minutos aproximadamente.

#### **B. Cocción y drenado**

Se pesó 10.00 kg de residuos blandos y se sometió a cocción a 100°C durante 20 minutos, de tal manera eliminar bacterias putrefactivas, luego se drenó en un colador simple con abertura de malla estándar y enfrió a temperatura de ambiente.

#### **C. Molienda**

Se sometió a molienda empleando una licuadora marca Oster de tres velocidades (3600 watts), con la finalidad de desmenuzar y particular la materia prima de mayor tamaño y permitir la eficiencia de la actividad enzimática bacteriana y lograr una mejor fermentación.

#### **D. Mezclado y homogenizado**

Una vez obtenida la pasta de los residuos blandos de *A. purpuratus* se procedió a mezclar cada uno de los tratamientos (ver anexos 4).

### **E. Fermentación**

El homogenizado fue colocado en frascos de vidrio de 500 ml de capacidad cubiertos con papel aluminio, los cuales fueron incubados a 40 °C por 96 horas, en este periodo se registró el pH que se mantuvo alrededor de 4.26, obteniéndose un ensilado semilíquido.

### **F. Evaluación sensorial**

La evaluación físico-sensorial del ensilado se realizó de acuerdo a Bertullo (1989) considerando las condiciones de olor, color y consistencia.

Tabla 1. Evaluación física de la calidad de los ensilados propuesta por textura Bertullo (1989).

Atributo	Bueno	Regular	Inaceptable
Olor	Acido suave	Picante penetrante	Pútrido rechazable
Color	Amarronado o grisáceo claro	Amarronado o grisáceo claro-oscuro	Gris oscuro negruzco
Consistencia	Líquido	Líquido pastoso o licuado	Pastoso

### **G. Secado y molienda**

Este proceso se realizó en una estufa a  $60 \pm 2^\circ\text{C}$  hasta su secado, luego se procedió a la molienda mediante un molino manual marca CORONA, posteriormente se tamizó en un colador simple con abertura de malla estándar, de esta harina obtenida se procedió a realizar los análisis proximal y microbiológicos.

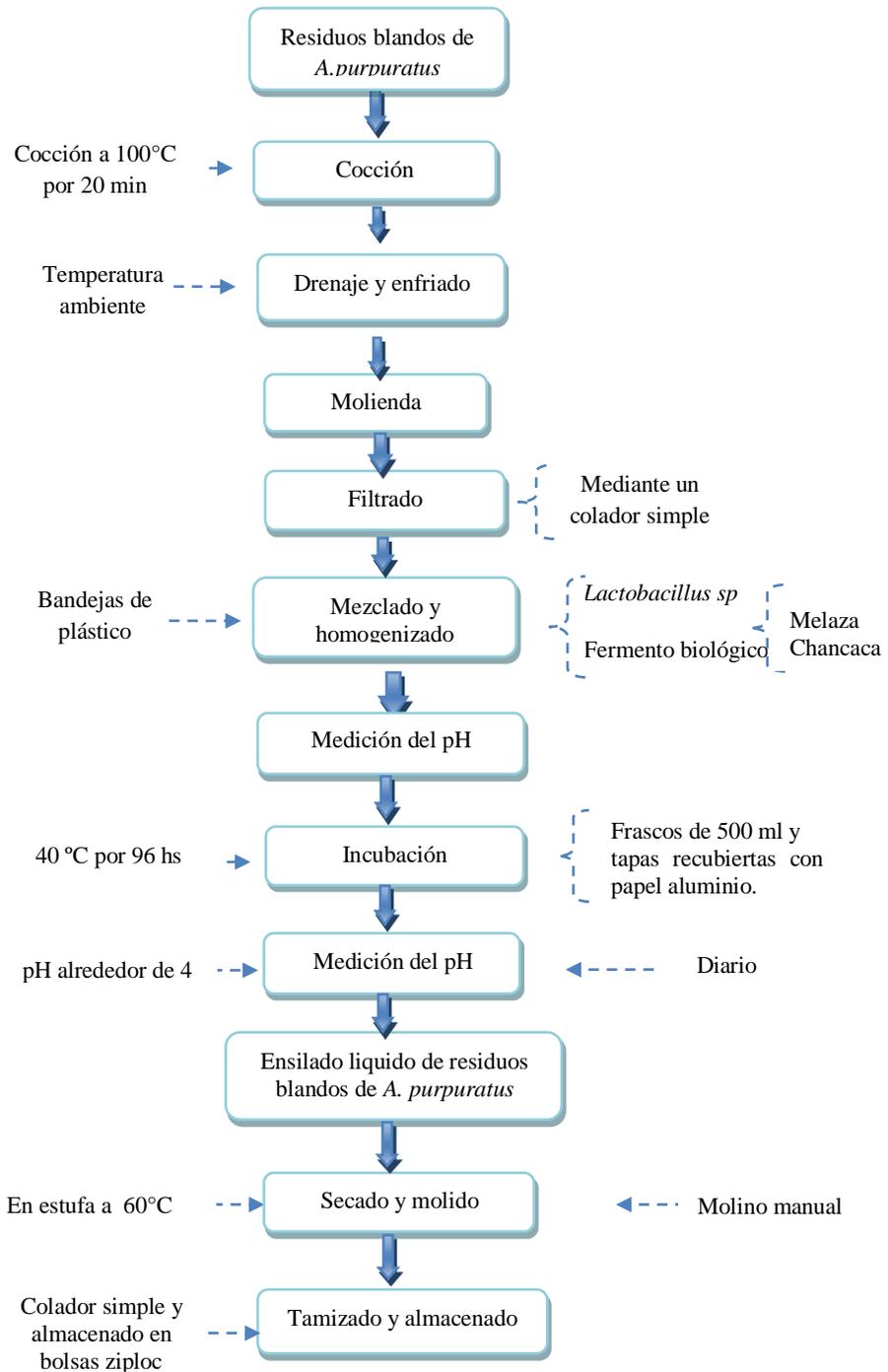


Fig. 1. Flujograma de elaboración del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*, Martínez (2003) modificado.

## 2.5. Unidades experimentales

- Se utilizaron 12 frascos de vidrio de 500 ml de capacidad con tapa hermética.
- Se empleó el diseño clásico, con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

Tabla 2. Tratamientos y repeticiones utilizados en la elaboración del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*.

Tratamientos	Repeticiones	Especificaciones	
T <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	15 % <i>Lactobacillus</i> y 10 % melaza	75 % de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>
	R <sub>2</sub>		
	R <sub>3</sub>		
T <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	15 % <i>Lactobacillus sp</i> y 10 % chancaca	75 % de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>
	R <sub>2</sub>		
	R <sub>3</sub>		
T <sub>3</sub>	R <sub>1</sub>	15 % fermento biológico y 10 % melaza	75 % de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>
	R <sub>2</sub>		
	R <sub>3</sub>		
T <sub>4</sub>	R <sub>1</sub>	15 % fermento biológico y 10 % chancaca	75 % de residuos blandos de <i>A. purpuratus</i>
	R <sub>2</sub>		
	R <sub>3</sub>		

## 2.6. Análisis proximal

La determinación porcentual proteínas, carbohidratos, grasas, perfil de ácidos grasos, humedad y cenizas del ensilado se realizó en seco en el Laboratorio NSF INASSA S.A.C. en la ciudad de Lima. El perfil de ácidos grasos se determinaron por cromatografía de gases (ISO 12966-1:2014) el contenido de proteína bruta mediante el método Kjeldahl, la grasa mediante hidrólisis ácida, los carbohidratos por diferencia, los contenidos de humedad por NTP-ISO 6496. 2011 y cenizas mediante AOAC 942.05.

## **2.7. Análisis microbiológico**

Los análisis incluyeron *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, Coliformes totales y coliformes fecales se realizaron en el Laboratorio NSF INASSA S.A.C. utilizando la metodología de AOAC 991.14 para el recuento de *E. coli*, coliformes totales y fecales y la ISO 6579:2002/Amd 1:2007(E) para la detección de *Salmonella sp*.

## **2.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

Los datos de la composición proximal y los contenidos de ácidos grasos fueron analizados mediante un análisis de varianza de una vía y la prueba *a posteriori* de Tukey para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos. Los niveles de significancia se establecieron en  $P < 0,05$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el programa estadístico SPSS 19,0 para Windows.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis físico sensorial.

Todos los tratamientos presentaron olor ácido suave, color marrón claro y consistencia semilíquido.

Tabla 3. Evaluación físico-sensorial de calidad del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* a las 96 horas de fermentación.

Atributo	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Olor	Acido suave	Acido suave	Acido suave	Acido suave
Color	Marrón claro	Marrón claro	Marrón claro	Marrón claro
Consistencia	semilíquido	semilíquido	semilíquido	semilíquido

#### 3.2. Composición química.

En el análisis proximal para los contenidos de proteína cruda, humedad y cenizas no existe diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en todos los tratamientos. En cambio sí hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los porcentajes de grasa cruda en T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, además el porcentaje de carbohidratos en T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> siendo estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ) (Tabla 4). Los niveles de proteína cruda en todos los tratamientos variaron de 42,58 % a 43,60 %, los contenidos de cenizas fluctuaron entre 16,45 % - 16,66 %, en tanto los contenidos de humedad fluctuaron entre 8,07 % - 8,76 %.

Tabla 4. Composición química (base seca) de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* de los 4 tratamientos.

Componentes	Tratamientos			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
<b>Proteína cruda (%)</b>	43,60 ± 0,44 <sup>a</sup>	43,13 ± 0,71 <sup>a</sup>	42,27 ± 0,84 <sup>a</sup>	42,58 ± 0,22 <sup>a</sup>
<b>Grasa cruda (%)</b>	6,32 ± 0,08 <sup>a</sup>	5,48 ± 0,04 <sup>c</sup>	5,80 ± 0,17 <sup>b</sup>	5,64 ± 0,08 <sup>bc</sup>
<b>Carbohidrato (%)</b>	25,11 ± 0,09 <sup>b</sup>	26,87 ± 0,20 <sup>a</sup>	26,52 ± 0,59 <sup>a</sup>	26,97 ± 0,80 <sup>a</sup>
<b>Humedad (%)</b>	8,47 ± 0,39 <sup>a</sup>	8,07 ± 0,43 <sup>a</sup>	8,76 ± 0,60 <sup>a</sup>	8,15 ± 0,23 <sup>a</sup>
<b>Ceniza (%)</b>	16,48 ± 0,45 <sup>a</sup>	16,45 ± 0,35 <sup>a</sup>	16,65 ± 0,07 <sup>a</sup>	16,66 ± 0,53 <sup>a</sup>

Valores con el mismo superíndice no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ) según prueba de Tukey. Los valores representan la media ± desviación estándar (n=3).

Fuente: Laboratorio NSF INASSA S.A.C

T<sub>1</sub>: 75% Residuos blandos *A. purpuratus* con 15 % de *Lactobacillus* sp y 10 % de melaza.

T<sub>2</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de *Lactobacillus* sp y 10 % de chancaca.

T<sub>3</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de Fermento biológico y 10 % de melaza.

T<sub>4</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de Fermento biológico y 10 % de chancaca.

### 3.3. Perfil de ácidos grasos.

El análisis de composición de ácidos grasos mostró que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) únicamente en los contenidos ácido oleico, araquidónico y en la relación n3/n6 (sumatoria de ácidos grasos de cadena 3 y 6) en todos los tratamientos. Los contenidos de ácido linoleico y DHA el T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, fueron significativamente superiores a los porcentajes obtenidos en el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>. Por el contrario, los contenidos de ácido laurico, EPA y relación EPA/DHA de los tratamientos 3 y 4 fueron significativamente superiores a T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (Tabla 5). El mayor porcentaje de ácidos grasos correspondió a los ácidos grasos poliinsaturados con un total de 48,83, 48,18, 45,45 y 47,43 para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> respectivamente.

Tabla 5. Composición porcentual del perfil de ácidos grasos (base seca) de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en los 4 tratamientos.

Tipo	Nombre común	Ácidos grasos	Tratamientos			
			T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
AGS	Caproico	C6:0	1,10 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,98 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,76 ± 0,04 <sup>b</sup>
	Cáprico	C10:0	2,25 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,55 ± 0,21 <sup>b</sup>	3,90 ± 0,16 <sup>a</sup>	2,35 ± 0,04 <sup>b</sup>
	Laurico	C12:0	6,47 ± 0,03 <sup>b</sup>	5,92 ± 0,14 <sup>c</sup>	7,20 ± 0,09 <sup>a</sup>	7,41 ± 0,09 <sup>a</sup>
	Mirístico	C14:0	3,04 ± 0,14 <sup>d</sup>	3,98 ± 0,16 <sup>c</sup>	4,94 ± 0,13 <sup>b</sup>	4,49 ± 0,09 <sup>a</sup>
	Palmitico	C16:0	14,64 ± 0,41 <sup>a</sup>	14,80 ± 0,30 <sup>a</sup>	14,23 ± 0,07 <sup>ab</sup>	13,68 ± 0,11 <sup>b</sup>
	Esteárico	C18:0	3,46 ± 0,07 <sup>b</sup>	4,12 ± 0,20 <sup>a</sup>	4,34 ± 0,14 <sup>a</sup>	4,28 ± 0,05 <sup>a</sup>
AGMI	Palmitoleico	C16:1(n-7)	3,24 ± 0,05 <sup>a</sup>	2,95 ± 0,14 <sup>b</sup>	2,90 ± 0,20 <sup>b</sup>	3,00 ± 0,12 <sup>ab</sup>
	Oleico	C18:1(n-9)	13,12 ± 0,12 <sup>a</sup>	13,20 ± 0,09 <sup>a</sup>	12,93 ± 0,23 <sup>a</sup>	13,12 ± 0,23 <sup>a</sup>
	Eicosenoico	C20:1(n-9)	1,62 ± 0,42 <sup>a</sup>	1,10 ± 0,0 <sup>ab</sup>	1,02 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,20 ± 0,02 <sup>ab</sup>
	Nervonico	C24:1	1,02 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,10 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,06 ± 0,02 <sup>ab</sup>	1,05 ± 0,02 <sup>ab</sup>
	Elaidico	C18:1(n-11)	1,21 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,12 ± 0,03 <sup>ab</sup>	1,02 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,23 ± 0,07 <sup>a</sup>
AGPI	Linoleico	C18:2(n-6)	10,92 ± 0,11 <sup>a</sup>	10,84 ± 0,18 <sup>a</sup>	10,11 ± 0,11 <sup>b</sup>	10,41 ± 0,08 <sup>b</sup>
	Linolenico	C18:3(n-3)	5,22 ± 0,73 <sup>a</sup>	4,30 ± 0,09 <sup>ab</sup>	4,22 ± 0,10 <sup>b</sup>	4,19 ± 0,07 <sup>b</sup>
	Eicosadienoico	C20:2(n-6)	1,36 ± 0,31 <sup>b</sup>	2,12 ± 0,11 <sup>a</sup>	2,16 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,56 ± 0,07 <sup>b</sup>
	Eicosatrienoico	C20:3	1,87 ± 0,15 <sup>b</sup>	2,01 ± 0,16 <sup>ab</sup>	1,02 ± 0,06 <sup>c</sup>	2,31 ± 0,06 <sup>a</sup>
	Araquidónico	C20:4(n-6)	4,14 ± 0,18 <sup>a</sup>	4,32 ± 0,15 <sup>a</sup>	4,10 ± 0,13 <sup>a</sup>	4,21 ± 0,09 <sup>a</sup>
	Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5(n-3)	14,05 ± 0,32 <sup>b</sup>	14,24 ± 0,21 <sup>b</sup>	14,86 ± 0,07 <sup>a</sup>	14,92 ± 0,07 <sup>a</sup>
	docosadienoico	C22:2	3,12 ± 0,28 <sup>a</sup>	2,21 ± 0,09 <sup>b</sup>	2,39 ± 0,03 <sup>b</sup>	2,86 ± 0,07 <sup>a</sup>
	Docosahexaenoico (DHA)	C22:6(n-3)	8,15 ± 0,28 <sup>a</sup>	8,14 ± 0,21 <sup>a</sup>	6,59 ± 0,19 <sup>b</sup>	6,97 ± 0,04 <sup>b</sup>
<b>Total</b>						
<b>Ácidos Grasos Saturados (AGS)</b>			30,96 ± 0,19 <sup>c</sup>	32,35 ± 0,10 <sup>b</sup>	35,62 ± 0,670 <sup>a</sup>	32,97 ± 0,34 <sup>b</sup>
<b>Ácidos Grasos Monoinsaturados (AGMI)</b>			20,21 ± 0,48 <sup>a</sup>	19,47 ± 0,07 <sup>ab</sup>	18,93 ± 0,23 <sup>b</sup>	19,60 ± 0,30 <sup>ab</sup>
<b>Ácidos Grasos Poliinsaturados (AGPI)</b>			48,83 ± 0,40 <sup>a</sup>	48,18 ± 0,60 <sup>ab</sup>	45,45 ± 0,22 <sup>c</sup>	47,43 ± 0,08 <sup>b</sup>
<b>Σ n-6</b>			15,06 ± 0,29 <sup>a</sup>	15,16 ± 0,28 <sup>a</sup>	14,21 ± 0,04 <sup>b</sup>	14,62 ± 0,10 <sup>ab</sup>
<b>Σ n-3</b>			29,29 ± 0,67 <sup>a</sup>	28,07 ± 1,32 <sup>ab</sup>	26,69 ± 0,23 <sup>b</sup>	28,39 ± 0,13 <sup>ab</sup>
<b>n-3/n-6</b>			1,94 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,85 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,88 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,94 ± 0,02 <sup>a</sup>
<b>EPA/DHA</b>			1,72 ± 0,08 <sup>b</sup>	1,75 ± 0,07 <sup>b</sup>	2,26 ± 0,06 <sup>a</sup>	2,14 ± 0,02 <sup>a</sup>

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

Los valores representan la media ± desviación estándar (n=3).

Fuente: Laboratorio NSF INASSA S.A.C

T<sub>1</sub>: 75% Residuos blandos *A. purpuratus* con 15 % de *Lactobacillus* sp y 10 % de melaza.

T<sub>2</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de *Lactobacillus* sp y 10 % de chancaca.

T<sub>3</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de Fermento biológico y 10 % de melaza.

T<sub>4</sub>: 75% Residuo blandos *A. purpuratus* con 15 % de Fermento biológico y 10 % de chancaca.

### 3.4. Análisis microbiológico

Los valores microbiológicos de los ensilados se presentan en la Tabla 6. En general para los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, los parámetros mostrados nos indican como resultado la ausencia de microorganismos (*E. coli*, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Salmonella sp*) causantes de enfermedades. Por el contrario en el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> se encontró la presencia de coliformes totales (<10<sup>2</sup> UFC/g) y coliformes fecales (<10 UFC/g).

Tabla 6. Análisis microbiológicos (base seca) en los ensilados biológicos de los residuos blandos de *A. purpuratus* de los tratamientos.

Tratamientos	<i>E. coli</i> (NMP/g)	Coliformes Totales (UFC/g)	Coliformes Fecales (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (25g)
T1	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
T2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
T3	Ausente	<10 <sup>2</sup>	<10	Ausente
T4	Ausente	<10 <sup>2</sup>	<10	Ausente

Fuente: Laboratorio NSF INASSA S.A.C

### 3.5. Registro de pH

El pH a las 96 horas de fermentación bajo drásticamente en todos los tratamientos, obteniendo valores de 4,26; 3,82; 3,99 y 3,89 para el T<sub>1</sub>; T<sub>2</sub>; T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> respectivamente.

#### IV. DISCUSIÓN

Las características organolépticas del ensilado observadas a las 96 horas de fermentación coinciden con las reportadas por Bertullo (2009) y están dadas por: color marrón claro, consistencia semilíquida y olor ácido suave, características que son propias del ensilado biológico que tiene como fuente de carbohidratos a la melaza, chancaca y que corresponden a la categoría de buena calidad, señalada por Lessi *et al.* (1992) y Padilla (1996). Por su parte Messens & De Vuyst (2002) y Schneider *et al.* (2006), definen a los alimentos fermentados como productos apetitosos que se preparan a partir de materia cruda o tratada térmicamente y que, mediante un proceso en el cual se incluyen microorganismos específicos, adquieren propiedades sensoriales características en cuanto a sabor, olor y consistencia, además de una vida de anaquel y seguridad higiénica.

Por otra parte, en el análisis de composición química de la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* mostrados en la tabla 4, evidenció que el nivel de proteína fluctuó entre 42,27 y 43,60 % y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Similares resultados fueron reportados por Alayo & Rojas (2012), para el ensilado de vísceras de *A. purpuratus* (43,14 %), con 10 % de melaza (v/p) y 15 % de yogurt natural (v/p). En tanto Jiménez & Prada (2012) también en ensilado biológico de los desechos blandos de *A. purpuratus*, reportan porcentajes inferiores a los encontrados en este ensayo (40,24 %), pero con la diferencia de que estos autores utilizaron 2 % de melaza y 1 % de yogurt. Por el contrario, Jamanca & Rodríguez (2013) en el ensilado de vísceras de *A. purpuratus* con 10 % de melaza y 5 % de *Lactobacillus bulgaris* reportaron un 46,72 % de proteína. Gama (2013), reporta un 40 % de proteína cruda en los ensilados de subproductos de *Argopecten ventricus* “almeja”.

Estas diferencias, mencionadas en los niveles de proteína de los ensilados biológicos de concha de abanico, se debe a lo indicado por Borguesi *et al.* (2004), quienes afirman que la composición proximal varía de una especie a otra y hasta dentro de la misma especie, dependiendo de la época del año, tipo de alimentación, grado de maduración gonadal y sexo. Del mismo modo, Taylor *et al.* (1979), la composición química de los bivalvos está relacionada con el ciclo reproductivo, cantidad de alimento en el ambiente y diferentes etapas como: desarrollo, maduración y desove durante las diferentes estaciones del año.

Un aspecto importante en la evaluación de los ensilados biológicos de moluscos para la elaboración de piensos en acuicultura es su contenido de proteína, ya que este nutriente no se encuentra del mismo modo en cierta época del año ya que Sowmyashree *et al.* (2013), reportaron un 60,8 % de proteína en verano y 40,5 % de proteína en invierno en los tejidos en *Parreysia* spp, lo cual demuestra que existe movilización de los constituyentes bioquímicos en los tejidos corporales durante las diferentes estaciones. Por su parte Manca (2004), los insumos que contengan al menos 20 % de proteína cruda se considera que pueden ser suplementos proteicos, en función de su composición estos ensilados pueden ser utilizados como ingredientes en la producción de alimento para organismos en cultivo ya que los porcentajes de proteínas estuvieron por encima de 40%.

En cuanto al contenido de grasa de los ensilados varió entre 5,4 y 6,3 %, similares resultados encontró Dávila *et al.* (2013), quienes determinaron 6,39 % con harina de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*. Gama (2013) ha reportado 9 % en ensilado elaborado con residuos de almeja catarina *A. ventricus*, valor al respecto, superior al encontrado en este estudio. Cockerell *et al.* (1971), mencionan que durante el balanceo de la ración, es fundamental conocer el contenido de agua en cada uno de los elementos que la compondrán;

así mismo, es necesario vigilar la humedad en el alimento preparado, ya que niveles superiores al 8 % favorecen la presencia de insectos y arriba del 14 %, existe el riesgo de contaminación por hongos y bacterias, los valores encontrados estuvieron dentro del rango establecido por este autor con una variación entre 8,07 - 8,76 % de humedad.

En el análisis de composición de ácidos grasos de los tratamientos (Tabla 5), se encontró que la mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) correspondió a T<sub>1</sub> (48,83±0,40 %) y T<sub>2</sub> (48,18±0,60 %). Estos resultados fueron similares a lo reportado por la FAO (2008) quien reporta valores entre 43-52 %, pero con la diferencia que de este reporte corresponde al contenido de postlarvas de *A. purpuratus*. En tanto los resultados de AGPI de este estudio fue superior a lo reportado por Colombo *et al.* (2016) en el mejillón *Mytilus edulis*, quienes obtuvieron un 33,69±0,11 %. Y superior a lo encontrado por Betancourt *et al.* (2005) quienes reportan un 28,1 % en el ensilado de vísceras de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Para el caso de los ácidos grasos saturados (AGS) y monoinsaturados (AGMI); los porcentajes fluctuaron entre 30,96-35,62 % y 18,93-20,21 % respectivamente resultados superiores a los encontrados en el mejillón *Mytilus edulis* (Colombo *et al.*, 2016). En cambio estos resultados fueron similares para los AGS e inferiores para los AGMI en el ensilado de vísceras de trucha arco iris (*O. mykiss*) cuyos porcentajes fluctuaron entre 33,5 - 35,4 % y 34,9 - 38,4 % (Betancourt *et al.*, 2005).

Entre los AGPI que presentaron mayor porcentaje fueron el ácido graso Linoleico, EPA y DHA, esto indica que *A. purpuratus* se alimenta principalmente de diatomeas y dinoflagelados, debido a que cantidades considerables de EPA y DHA son proporcionados por esos ítems, mientras que pequeñas cantidades de ácidos grasos de 14 a 18 carbonos son proporcionados por detritos (Ackman *et al.*, 1968, Chuecas & Riley 1962). Considerando a estos ensilados de buena calidad nutricional, es posible afirmar que los niveles

de ácidos grasos se encuentran dentro de los rangos comparados por los autores y cabe resaltar que, en general, la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* posee un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados.

Diversos estudios muestran los efectos positivos suministrando niveles adecuados de EPA y DHA en la dieta (15 mg/g dieta) de reproductores de la dorada (*Sparus aurata*) se incrementaron significativamente el crecimiento y la supervivencia de las larvas (Tandler *et al.*, 1995). En otro estudio se vio que el aporte en la dieta con n-3 de aceite de sardina, incrementó la fecundidad, la tasa de eclosión y la supervivencia larval de la dorada (Fernández *et al.*, 1995). Mejorías similares en la tasa de fertilización, ganancia en peso larval, y resistencia al estrés ha sido notadas en la progenie de reproductores de la perca de agua dulce (*Perca fluviatilis*) cuando las dietas incluyen lípidos con altos niveles de EPA y DHA (Abi-ayad *et al.*, 1997). Una reducida eclosión y un incremento en malformaciones del cuerpo resultaron del uso de un alimento deficiente en ácidos grasos esenciales para reproductores del espárido (Watanabe *et al.*, 1984).

Al ser empleados estos ensilados para alimentar a peces de acuicultura, se estaría contribuyendo con la salud de las personas ya que el consumo de ambos ácidos grasos DHA y EPA tiene efectos muy positivos en la salud cardiovascular y del sistema nervioso, es ampliamente reconocido el efecto del EPA como hipotrigliceridémico, antiinflamatorio, hipotensor, antiarrítmico e hipocolesterolémico (Mori *et al.*, 2004). El DHA se caracteriza por sus efectos positivos en la función del sistema nervioso y visual (Crawford *et al.*, 2009) y en la protección al desarrollo de enfermedades neurológicas, como Alzheimer (Valenzuela, 2008), Parkinson (Pérez & Lorenzo 2006) y patologías asociadas al comportamiento (Valenzuela *et al.*, 2009). Por su alto y valioso contenido de proteínas y ácidos grasos poliinsaturados que presentaron estos ensilados

podrían también servir como complemento alimenticio para la alimentación humana.

Los porcentajes de ácido Araquidónico fluctuaron entre 4,10 - 4,32 % y no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. Del mismo modo la FAO (2008) reporta proporciones entre 3,3 - 4,7 %, en postlarvas de *A. purpuratus*. Así también, en el mejillón *M. edulis* se reporta porcentajes de 3,74 - 3,78 % (Colombo *et al.*, 2016), siendo este último inferior a lo encontrado en este estudio. Con respecto a la sumatoria de AGPI de cadena 3 y 6 en todos los tratamientos en este estudio fueron superiores a lo encontrado por Dávila *et al.* (2013) quienes reportan porcentajes de 2,53 % y 0,78 %. Por el contrario lo reportado por Colombo *et al.* (2016) en el mejillón fue similar para los AGPI de cadena 3 (27,58 - 28,17 %) e inferior para los de cadena 6 (5,25 - 5,30 %).

Según La FAO (1994) afirman que la ingesta recomendada del cociente de ácidos grasos n-3/ n-6 es al menos 0,1-0,2 % considerando que rangos más altos son más beneficiosos para la salud humana. Así mismo Dyerberg (1986) considera que un incremento en el cociente de n-3/n-6 incrementa la disponibilidad de AGPI n-3. El cociente n-3/n-6 obtenido en la harina del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales ( $p > 0,05$ ) cuyos valores fluctuaron entre 1,85-1,94 % (Tablas 5); siendo estos resultados ligeramente más altos a lo reportados por Saldaña (2013) quien obtuvo un porcentaje de 1,81 %. Sin embargo fueron inferiores comparado con el mejillón *M. edulis* en donde se reportan porcentajes entre 5,24-5,30 % (Colombo *et al.*, 2016). Pero aun así y con la ingesta que se tiene recomendada; estos ensilados elaboradas sobrepasan los niveles requeridos y asegurarían una buena deposición de estos nutrientes en los que peces que fuesen alimentados con estos piensos.

En todos los tratamientos el pH vario desde 3,89 a 4,26 a las 96 horas, coincidiendo con los resultados de Toledo *et al.* (2007) quienes elaboraron ensilado biológico de desechos de pescado con 15 % de miel de caña como y un 3 % de yogur comercial, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. Así también, los resultados coincidieron con lo reportado por Gama (2013) en los ensilados biológicos de desechos de almeja y calamar melaza y *Lactobacillus casei* Shirota y *S. thermophilus*. Del mismo modo similares resultados fueron obtenidos por Llanes *et al.* (2008), en vísceras de *Oreochromis* spp “tilapia” con 15 % de melaza de caña y 3% de yogur comercial (*L. acidophilus* y *S. thermophilus*). Lessi (1994) reporta pH de 4,4 en ensilados biológicos de pescado, y Batista (1987) encontró un pH de 4,39 en el ensilado de subproductos de pescado y que dicho valor sería un indicador del grado de calidad del mismo.

Del misma manera Fagbenro & Jauncey (1995), la estabilidad del ensilado se alcanza con valores inferiores a 4,5; lo cual coincide con los valores encontrados en este estudio. Botero (2008), concluye que los valores de pH muestran la calidad del ensilado ya que si éste desciende rápidamente en un lapso aproximado a las 72 horas, existen más posibilidades de que los nutrientes mantengan o mejoren sus características. Así mismo afirma que las cantidades de melaza empleadas para obtener un ensilado son variables. Sin embargo Bello (1994) establece que se requiere mínimo 10 % de melaza y otros trabajos han reportado el empleo de 15 % de melaza (Nwanna, 2003; Vidotti, 2002; González & Marín, 2005 y Toledo & Llanes, 2006). En el presente estudio se empleó un 10 % de melaza y 10 % de chancaca lo cual se estaría cumpliendo con el mínimo requerido por los autores.

En cuanto al descenso de los valores del pH; este se debe principalmente a la fermentación con incremento de la acidez del medio lo cual es causado por las bacterias ácido lácticas lo que concuerda con Vásquez *et al.* (2009) quienes

mencionan que la acumulación de ácido láctico y otros ácidos orgánicos producidos por las bacterias ácido-lácticas, reduce el pH del ambiente con un efecto inhibitorio de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. En conclusión por todo lo mencionado por los autores y los resultados obtenidos respecto a los valores de pH obtenidos en todos los tratamientos; esto estaría indicando que los ensilados elaborados a base de residuos blandos de *A. purpuratus* son de buena calidad desde el punto de vista del pH.

Otro aspecto importante que se tiene en cuenta en la elaboración de dietas acuícolas, es la calidad microbiológica; en ese contexto, los valores microbiológicos encontrados en los ensilados para T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> nos indicó la ausencia de microorganismos causantes de enfermedades. Por el contrario, en T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> se encontraron coliformes totales y fecales de <math>10^2</math> UFC/g, <math>10</math> UFC/g, y <math>10</math> UFG/g (para ambos) y ausencia de *Salmonella* sp. Estos resultados se encuentran por debajo de los límites permisibles para la alimentación animal (Bello, 1994). En tanto Huss (1997), indica que los valores establecidos para subproductos marinos tiene un límite de  $5 \times 10^5$  UFC/g de coliformes y la ausencia de *Salmonella* sp en 25 g de muestra.

En conclusión estos resultados reflejan buena calidad nutricional y microbiológica constituyéndose estos ensilados de residuos blandos de *A. purpuratus* en una materia prima promisorio para ser aprovechada en la elaboración de dietas para los humanos, peces y camarones ya que cumple con los requerimientos de proteínas y ácidos grasos presentes como los omega 3 y 6 ya que en la dieta estos ácidos grasos son escasos y de alto costo.

## V. CONCLUSIONES

- Los ensilados biológicos de harina de residuos blandos de *A. purpuratus* presentaron características organolépticas (olor, color, y consistencia) iguales, y sin ningún indicativo de descomposición.
- En los porcentajes de proteína, humedad y cenizas no existieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos, pero si fue posible encontrar diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en los porcentajes de grasa cruda en T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>.
- Los porcentajes de ácido Araquidónico fueron estadísticamente iguales ( $p>0,05$ ) para todos los tratamientos, así también los AGs EPA y DHA el T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> fueron estadísticamente iguales ( $p>0,05$ ).
- La carga bacteriana para *E. coli* y *Salmonella sp*, estuvieron ausentes en todos los tratamientos pero en el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> se encontró presencia de coliformes totales ( $<10^2$  UFC/g) y fecales ( $<10$  UFC/g).
- Los resultados nos indica que la harina del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus*, empleando fuentes de carbono y fuentes fermentables, puede ser utilizada como ingrediente en la elaboración de dietas acuícolas, debido a su calidad nutricional y microbiológica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Determinar la composición de aminoácidos presentes en la harina del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*.
- Para evitar su enranciamiento por los elevados porcentajes de ácidos grasos adicionar antioxidantes a la harina del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus*

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ackman R. G. (1968). Fatty acids in fish and shellfish. En Chow KC (Ed.) Fatty acids in food and their health implications. Marcel Dekker, USA.169-184. p
- Abi-ayad, S.M., E. A., Melard, C. P. Kestemont. 1997. Effects of n-3 fatty acids in Eurasian perch broodstock diet on egg fatty acid composition and larvae stress resistance. *Aquaculture Internat.* 5: 161-168.
- Areche, N., Z. Berenz & G. León. 1992. Desarrollo de ensilado de residuo de pescado utilizando bacterias lácticas de yogurt en engorde. En: Segunda Consulta de Expertos sobre Tecnología de Productos Pesqueros en América Latina. 11- 15 de diciembre de 1989. Informe de Pesca. FAO. Roma. 441: 51-63.
- Astorga, M., E. Rodríguez & C. Díaz. 2007. Comparison of minerals and trace element concentration in two mollusks from the Strait of Magellan (Chile). *J. Food Comp. Anal* 20: 273-279.
- Alayo, G. & W. Rojas. 2013. Efecto de diferentes concentraciones de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* “Concha de abanico” en reemplazo de la harina de pescado en dietas en el crecimiento y supervivencia de alevines de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilotica” en laboratorio. Tesis para optar el título de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 86 p.
- Batista, I. 1987. Fish silage: preparation and uses En: Nutrition in marine aquaculture. Lisbon-20-30 October (1986). Mediterranean regional aquaculture project. C/O Instop-2025 Salammbó, Tunisie TD/87/02 GCP/REM/049/ITA. (Amamaria Bruno Medrap, ed.) 227-248 p.
- Bello, R. 1994. Experiencias con el ensilado de pescado en Venezuela. Tratamiento y utilización de los residuos de origen animal, pesquero y alimentario en la alimentación animal. Memorias del Taller Regional organizado por el Instituto de Investigaciones Porcinas y la FAO.; Habana, Cuba: 1-13p.
- Bertullo, V. 2009. Proyecto de fabricación industrial de ensilado biológico de pescado en Uruguay. Informe de pesca No. 538. FAO. 90 p.

- BERTULLO, E. 1984. Empleo de las producciones animales acuáticas en la elaboración de ensilado. Rev. Tec. Alim. Pesq. N° 1 Lima. 24-45p.
- Berenz, Z. 1994. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. En: Taller “Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería”. La Habana, Cuba.
- Berenz, Z. 1996. Ensilado de residuos de pescado. En: XII Curso Internacional de Procesamiento de Productos Pesqueros (15 de enero - 1 de marzo de 1996). Instituto Tecnológico Pesquero. Callao, Perú. 9-31 p
- Betancourt L., G.J. Díaz, X. Aguilar & J. Ríos. 2005. Efecto del ensilaje de vísceras de trucha (*Oncorhynchus mykiss*) sobre el comportamiento productivo y el contenido de ácidos omega-3 en hígado, muslos y pechuga, de pollos de engorde. 17 (9): 1-13.
- Botero C. (2008). Núcleo ensilado de vísceras de pescado enriquecido para preparación de raciones de engorde de Tilapias Rojas *Oreochromis sp.* Trabajo de Grado para optar al Título de Biólogo Marino. Facultad de Biología Marina. Bogotá.
- Borguesi, R. 2004. Avaliacao físico-química, nutricional e biológica das silagensacida, biológica e enzimática elaboradas con descarte e residuo dobeneficiamento da Tilapia do Nilo (*O. niloticus*). Univ. Sao Paulo. Brasil.
- Colombo J., M. Varisco, T. Isola, C. Crovetto, E. Rost & S. Risso. 2016. Composición química proximal y perfil de ácidos grasos del mejillón *Mytilus edulis* provenientes de cultivos y bancos naturales en el Golfo San Jorge, Argentina. Revista de Biología Marina y Oceanografía.51 (2): 293-299.
- Córdova, E., C. Mármol, L. Miranda, J. Navarrete & G. Reyes. 1990. Ensilado biológico de pescado. Curso regional sobre tecnología de productos pesqueros FAO/programa de cooperación gubernamental. Caracas.

- Cockerell I, B. Francis & D. Halliday. 1971. Changes in nutritive value of concentrate feedingstuffs during storage. Tropical Products Institute, London, U.K.
- Crawford M., R. Bazinet & A. Sinclair. 2009. Fat intake and CNS functioning: ageing and disease. *Ann Nutr Metab*; 55: 202-228.
- Chuecas L. & J. Riley. 1962. Component fatty acids of the total lipids of some marine phytoplankton. *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom* 49: 97-116.
- Dávila, E., J. Medina, and W. Reyes. 2013. Crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium inca Holthuis*, 1950 (Crustacea, Palaemonidae) alimentadas con ensilado biológico. *Revista Intrópica* 8: 79 – 86
- Díaz, H. 2004. Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (*O. niloticus*) sobre el consumo voluntario y la digestibilidad de nutriente de heno de gramíneas y leguminosas tropicales. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de maestro en ciencias, Universidad de Puerto Rico, recinto Universitario de Mayagüez.
- Dyerberg J. 1986. Linoleate-derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nutrition Review* 44: 125- 134.
- FAO. 1997. Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal. Memorias de un taller regional en La Habana. Cuba. 197 p.
- FAO. 2013. Base de datos de Pesca y Acuicultura de la FAO, Fishstat Plus. Roma, Italia. 140 p.
- FAO. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Roma, Italia. 274 p.
- FAO. 2008. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura. Taller Técnico Regional. Puerto Montt, Chile. 377 p.

- Fagbenro, O. & K. Jauncey. 1995. Chemical and nutritional quality of raw, cooked and salted fish silages. *Food Chemistry*, 48:331-335.
- Fernández H., L. Adriana, M. Vitoni, A. Massa & E. Mancada. 2013. Obtención, caracterización microbiológica y fisicoquímica de ensilado biológico de anchoita (*Engraulis anchoita*). Programa: “Desarrollo de Productos, Procesos y Transferencia de Tecnología”. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Mar del Plata. Argentina. *Revista electrónica de Veterinaria-REDVET*. 14 (2): 15-19.
- Fernández, H., M. Izquierdo, L. Robaina, A. Valencia, M. Salhi & J. Vergara. 1995. Effet of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality gilthead seabream (*Sparus auratu*). *Aquaculture* 132: 325-337.
- Fuentes, A., I. Fernández, I. Escriche & J. Serra. 2009. Comparison of physicochemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. *Food Chem.* 112: 295-302.
- Gama, A. 2013. Aprovechamiento de subproductos de almeja y calamar en la elaboración de ensilados biológicos y su uso en dieta de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*). Tesis para optar el título de Ingeniero en Pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 50 p.
- González, D & M. Marín. 2005. Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. Estación de Investigaciones Marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Apartado 144, Porlamar, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Revista Científica EDIMAR* 15 (6): 560 – 567.
- Heather, S. & K. Benkendorff. 2008. The impact of diet on the growth and proximate composition of juvenile whelks, *Dicathais orbita* (Gastropoda: Mollusca). *Aquaculture* 276: 162-170.
- Huss, H.H. 1997. Aseguramiento de la calidad de los productos pesqueros. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 334. Roma, FAO. 174p.

- Jamanca L. & S. Rodriguez. 2013. Digestibilidad aparente del contenido de proteínas y lípidos del ensilado biológico de vísceras de *A. purpuratus* “Concha de abanico” en alevines de *Girella laevis* “curaca”. Tesis para optar el título de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 48 p.
- Jiménez B. & C. Prada 2012. Efecto del ensilado de los desechos blandos de *A. purpuratus* “Concha de abanico” como medio de cultivo en el crecimiento poblacional, contenido de clorofila a y carotenoides de *Tetrasetmis suecica* en condiciones de laboratorio. Tesis para optar el título de Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote. Perú. 43 p.
- Jiménez, G. 2011. Cultivo, cosecha y explotación de las conchas de abanico en el Perú. Departamento de investigación y documentación parlamentaria. Perú. 103 p.
- Llanes J., J. Toledo & J. Lazo de la Vega. 2007. Tecnología de producción de alimentos semi-húmedo a base de ensilados de residuos pesqueros en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). *Revista Electrónica de Veterinaria* 8: 1-6.
- Llanes, J.; J.Toledo, J.Lazo de la Vega. 2008. Comportamiento del bagre africano (*Clarias gariepinus*) alimentado con dieta semi-húmeda, basada en ensilado biológico de pescado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 42(3): 269-273.
- León, F.J. 2003. Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescaderías. MS Tesis. Universidad de Puerto Rico. 63p.

- Lessi, E., A.R. Ximenes-Carneiro & H.M. Lupin, 1992. Obtenção de ensilado biológico de peixe. In: *2ª Consulta de Expertos sobre Tecnología de productos Pesqueros en América Latina*. Montevideo, Uruguay, 11-15 de Diciembre de 1989. Informe de pesca 441. Roma. 368p.
- Lessi E. 1994. Ensilajes de pescado en Brasil para la alimentación animal. En: Taller "Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. FAO - Instituto de Investigaciones La Habana, Cuba. 49-50 p.
- Martínez, R. 2003. Producción de un ensilado biológico a partir de vísceras de pescado de las especies *Prochilodus mariae* (coporo), *Pseudoplatystoma fasciatum* (bagre rayado) y *Phractocephalus hemiliopterus* (cajaro). Trabajo de Grado en la modalidad de Pasantía para optar al título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional de Colombia sede Arauca.
- Manca, E. 2004. Elaboración de ensilados de origen biológico. Posibilidades de desarrollo en la Argentina. Argentina. 72 p.
- Mendoza, D. 2011. Tercer Congreso Nacional de Acuicultura - UNALM, Situación de la acuicultura Peruana y avances en la implementación del PNDA, Perú. 66 p.
- Messens, W & L. De Vuyst. 2002. Inhibitory substances by *Lactobacilli* isolated from sourdoughs-a review. *International Journal of Food Microbiology* 30; 72 (1-2): 31-43.
- Mori, T & L. Beilin. 2004. Omega-3 fatty acids and inflammation. *Curr Atheroscler* .6: 461-7.
- Norma Sanitaria para las Actividades Pesqueras y Acuicola D.S.- Nº 040-2001-PE y el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas D.S.- Nº 007-98-SA.

- Nwanna L. C. 2003. Nutritional value and digestibility of fermented shrimp head waste meal by african catfish *clarias gariepinus*. Department of fisheries and wildlife, federal university of technology. Asian network for scientific information. Pakistan journal of nutrition 2 (6): 339-345.
- Padilla P., F. Alcántara & J. García. 2000. Sustitución de la harina de pescado por ensilado biológico de pescado en raciones para juveniles de gamitana, *Colossoma macropomum*. *Folia Amazónica*. 1-16 p.
- Padilla P. 1996. Técnica del ensilado biológico de residuos de pescado para ración animal. *Folia amazónica*. 8(2): 140-147.
- Pérez P. & Lorenzo E. 2006. Ácidos grasos poliinsaturados: relación con el funcionamiento de los diferentes órganos y su implicación en el proceso de pérdida de memoria en el envejecimiento. Trabajo para optar el título de Master Universitario en Medicina Cosmética y Antienvjecimiento. 87 pp.
- Rodríguez K & M. Minaya. 2013. Efecto de dietas con diferentes porcentajes de inclusión de ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* “concha de abanico” como sustituto de la harina de pescado, en la digestibilidad aparente de alevines de *O. niloticus* “tilapia nilotica”. Tesis para optar Título de Biólogo Acuicultor. Universidad nacional del santa. Chimbote-Perú. 46 p.
- Saldaña, G. 2013. Perfil de ácidos grasos del ensilado biológico de vísceras de *A. purpuratus* “concha de abanico”. Facultad de Ciencias- Universidad Nacional del Santa. Chimbote-Perú.
- Schneider R., F. J. Fernández, M. B. Aguilar, I. Guerrero, A. Alpuche & E. Ponce. 2006. Partial characterization of a class Ila pediocin produced by *Pediococcus parvulus* (Mexican “Chorizo”). *Food Control*. 17: 909-915.
- Sowmyashree Sh., N. Tharavathy., R. Orison & Sh. Nannu. (2013). Seasonal changes in the biochemical composition of freshwater bivalves, *Parreysia spp.* From Tungabhadra river, Karnataka Department of Bio-Sciences, Mangalore University, Mangalagangothri, Karnataka. India. 6 p.

- Spanopoulos, M., J. Ponce, G. Barba, J. Ruelas, M. Tiznado, C. Hernández & K. Shirai. 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. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 9(2): 167-178.
- Tandler, A., M. Harel, W. Koven & S. Kolkvsky. 1995. Broodstock and larvae nutrition in gilthead seabream *Sparus aurata* new findings on its involment in improving growth, survival and swim bladder of bluefish. *J. Aquacult. Bamidgeh*. 47: 95-111.
- Taylor, A. C. & T. J. Venn. 1979. Seasonal variations in weight and biochemical composition of the tissues of the queen scallop, *Chlamys opercularis*, from the Clyde Sea area. *J. Mar. Biol. Assoc.* 59: 605-621.
- Toledo, J & J. Llanes 2006. Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *Revista Aquatic*. 25: 28-33.
- Toledo J. & J. Llanes 2007. Estudio comparativo de los desechos de pescado ensilados por vías bioquímica y biológica. *Revista de Veterinaria* 8(9): 1-7.
- Vidotti R. M., D. Carneiro & E. Macedo. 2002. Acid and fermented silage characterization and determination of apparent digestibility coefficient of crude protein for pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 33(1): 57-62.
- Vásquez S. M., H. Suárez & S. Zapata. 2009. Utilización de sustancias antimicrobianas producidas por bacterias ácido lácticas en la conservación de la carne. *Revista Chilena de Nutrición*. 64-71 p.
- Watanabe, T., Ohhashi, S., Itoh, A., Kitajima, C., Fujita, S., 1984. Effect of nutritional composition of diets on chemical components of red seabream broodstock and egg produced. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* 50: 503-515.

Valenzuela, M., M. Breakspear, P. Sachdev. 2008. Complex mental activity and the ageing: molecular, cellular, and cortical network mechanisms. *Brain*. 56:198-213.

Valenzuela, A. 2009. Docosahexaenoic acid (DHA), an essential fatty acid for the proper function of neuronal cells: their role in mood disorders. *Grasas y aceites*; 60: 12-203.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Elaboración del fermento biológico a) mezcla de la papaya con el repollo, b) mezcla de harina de trigo, sal y vinagre c) y d) frascos después de 96 horas de fermentación pH 3.65.



Anexo 2. Elaboración del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* a) Residuos cocidos y drenados b) molido de los residuos c) Pesado del residuo d) adición de chancaca e) adición de fermento biológico f) frascos con ensilado incubados a 40 °C



a) Molienda del ensilado mediante un molino manual marca corona b) Tamizado del ensilado mediante un colador de malla estándar c) obtención del ensilado.



Anexo 3. Incubadora L-C OVEN con ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* a 40°C de temperatura.



Anexo 4. Insumos y porcentajes utilizados en la elaboración del ensilado de residuos blandos de *A. purpuratus* en los cuatro tratamientos.

Tratamientos	Ingredientes	Cantidad (%)	Total
T <sub>1</sub>	RBAP	75	100
	<i>Lactobacillus sp</i>	15	
	Melaza	10	
T <sub>2</sub>	RBAP	75	100
	<i>Lactobacillus sp</i>	15	
	Chancaca	10	
T <sub>3</sub>	RBAP	75	100
	Fermento biológico	15	
	Melaza	10	
T <sub>4</sub>	RBAP	75	100
	Fermento biológico	15	
	Chancaca	10	

Porcentajes propuestos por Alayo & Rojas (2012)  
 RBAP: Residuos blandos de *A. purpuratus*.

Anexo 5. Registro de pH del ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* a las 0 hrs, 24 hrs, 48 hrs, 72 hrs y 96 hrs de fermentación de todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Tratamientos	Repeticiones	0 Hrs	24 Hrs	48 Hrs	72 Hrs	96 Hrs
T1	R <sub>1</sub>	6.15	5.42	4.9	4.55	4.25
	R <sub>2</sub>	6.15	5.2	4.81	4.53	4.26
	R <sub>3</sub>	6.15	5.25	4.82	4.59	4.26
T2	R <sub>1</sub>	6.06	5.22	4.38	4.07	3.82
	R <sub>2</sub>	6.06	5.21	4.38	4.1	3.82
	R <sub>3</sub>	6.06	5.23	4.4	4.12	3.83
T3	R <sub>1</sub>	6.24	5.11	4.42	4.14	4.0
	R <sub>2</sub>	6.24	5.13	4.49	4.23	4.01
	R <sub>3</sub>	6.24	5.13	4.44	4.16	3.96
T4	R <sub>1</sub>	6.13	5.12	4.35	4.09	3.91
	R <sub>2</sub>	6.13	5.11	4.35	4.1	3.9
	R <sub>3</sub>	6.13	5.12	4.34	4.13	3.87