



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
TUMBES**



**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA

TESIS DE PREGRADO

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ENSILADO DE
RESIDUOS BLANDOS DE *Argopecten purpuratus* EN
LA DIETA SOBRE EL CRECIMIENTO Y
SUPERVIVENCIA DE *Litopenaeus vannamei***

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO

PRESENTADO POR:

Br. Garcia Delgado Kevin Junior

TUMBES, PERÚ

2018

RESPONSABLES

Bach. KEVIN JUNIOR GARCIA DELGADO

EJECUTOR

Mg. JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Mg. MAGNO EGO MENDOZA DIOSES

PRESIDENTE

Dr. BRAULIO MORÁN ÁVILA

SECRETARIO

Mg. MARTÍN AMAYA AYALA

VOCAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco al M.Sc. Luis López Luna y Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego por la ayuda en la elaboración de mi proyecto de tesis, como también al equipo de Biotecoop por permitirme ejecutar este trabajo, en especial al M.Sc. Luis Aldo López Luna, quien a la vez me concedió trabajar junto a él.

También a todos mis amigos por los momentos vividos en la universidad y por el apoyo que me brindaron cada vez que lo necesitaba; así como también a mis profesores que me apoyaron en cada duda que tenía; y a mi familia que estuvo ahí para mí.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi maravillosa familia por el apoyo en mis años como universitario; en especial a mi madre María Félix, mi tío “Oblitas” y mi hermano Jean Carlo.

TABLA DE CONTENIDO

RESPONSABLES	ii
JURADO DICTAMINADOR	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS	16
3.1. Material	16
3.2. Método de investigación	17
3.2.1. Adquisición del ensilado y muestras biológicas.	17
3.2.2. Elaboración de las dietas	17
3.2.3. Acondicionamiento del área de trabajo	21
3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
3.2.5. Monitoreo de parámetros físico-químicos del agua	22
3.2.6. Control de crecimiento y supervivencia	23
4. RESULTADOS	25
4.1. Crecimiento en peso de las muestras de <i>Litopenaeus vannamei</i>	25
4.2. Supervivencia de <i>Litopenaeus vannamei</i>	26
4.3. Temperatura, salinidad y pH del agua durante el cultivo.	28
5. DISCUSIÓN	29
6. CONCLUSIONES	31
7. RECOMENDACIONES	32
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal del ensilado (hidrolizado) de residuos de <i>Argopecten purpuratus</i> . Los datos de ensilado húmedo fueron tomados de López (2016) y de ensilado seco fueron estimados en base a 10 % de humedad	17
Tabla 2. Porcentaje de inclusión de ensilado seco (tratamiento) en la dieta	20
Tabla 3. Ingredientes, porcentaje de proteína e inclusión del insumo usado en la preparación de las dietas	21
Tabla 4. Peso promedio e incremento de peso por individuo <i>Litopenaeus vannamei</i>	25
Tabla 5. Supervivencia de <i>Litopenaeus vannamei</i> obtenida al final del experimento	27
Tabla 6. Análisis de varianza de los indicadores de crecimiento y supervivencia final de <i>Litopenaeus vannamei</i> por efecto de la inclusión de ensilado en la dieta, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alimento pulverizado y mezclado.....	18
Figura 2. Extracción del ligante hirviendo la semilla de linaza	19
Figura 3. Peletizado del alimento	19
Figura 4. Alimento pelletizado y seco.....	20
Figura 5. Área de la experimentación	22
Figura 6. Termómetro de alcohol	23
Figura 7. Pesado de las muestras.....	23
Figura 8. Pesos promedios por individuo e incremento de peso en cada tratamiento y su correspondiente desviación estándar	26
Figura 9 Supervivencia final promedio de <i>Litopenaeus vannamei</i> en cada tratamiento y su correspondiente desviación estándar	28

Efecto de la inclusión de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de *Litopenaeus vannamei*

Est. Garcia Delgado Kevin Junior¹

Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego²

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de la harina de ensilado de residuos blandos de concha de abanico *A. purpuratus* en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei*, se probaron 4 tratamientos de 0 %, 2 %, 5 % y 10 % de harina de ensilado con 3 repeticiones cada uno en el CEBAP (Centro Experimental de Biotecnología Acuícola de Puerto Pizarro) entre octubre y noviembre del 2017. Se utilizaron 12 poslarvas de 1 g de tamaño por cada recipiente (600 ind./m³) con aireación constante. Durante el cultivo la temperatura del agua mantuvo valores entre 23 y 24 °C, salinidad de 34 ppm y alimentación repartida en dos veces al día. Al final de esta investigación, el incremento de peso no mostró diferencia significativa entre tratamientos; siendo el peso total promedio máximo ganado de 3,84 g al 0 % y un mínimo de 2,60 g al 10 %. En la supervivencia tampoco existió diferencia significativa. Se concluye que el ensilado es una alternativa de sustitución de la harina de pescado hasta un 10 %.

Palabras clave: Langostino, concha, residuos, ensilado, *Litopenaeus vannamei*.

¹Bachiller de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Tumbes

² Profesor de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes

Effect of inclusion of soft waste silage from *Argopecten purpuratus* in the diet on the growth and survival of *Litopenaeus vannamei*

Bach. Kevin Junior García Delgado ¹

Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego²

ABSTRACT

Aiming to evaluate the effect of the inclusion of silage flour from soft shell residues of *A. purpuratus* in the diet on the growth and survival of *L. vannamei*. Four treatments of 0%, 2%, 5% and 10% of silage flour with 3 repetitions each were tested in the CEBAP (Aquatic Biotechnology Experimental Center of Puerto Pizarro) between October and November 2017. 12 postlarvae were used. 1 g in size for each container (600 ind./m²) with constant aeration. During cultivation, the water temperature maintained values between 23 and 24 ° C, salinity of 34 ppm and food distributed twice a day. At the end of this investigation, the increase in weight showed no significant difference between treatments; the maximum average total weight gained being 3.84 g at 0% and a minimum at 2.60 g at 10%. In survival there was no significant difference either. It is concluded that silage is an alternative to substitution of fishmeal up to 10%.

Key words: Shrimp, shellfish, waste, ensilate, *Litopenaeus vannamei*.

¹Bachiller de la Escuela de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Tumbes

² Profesor de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes

Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Pesquero
Universidad Nacional de Tumbes
Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Pesquera
Calle Los Ceibos S/N Puerto Pizarro, Tumbes-Perú
e-mail: kejungardel@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El sector acuícola de la región Tumbes es un área productiva de gran crecimiento progresivo por su riqueza nutritiva, cultivos en espacios reducidos y con alta inversión; además genera puestos laborales. El Perú siendo un país naturalmente muy diverso, tiene especies ya domesticadas que se encuentran dentro de los tres grandes grupos: peces, moluscos y crustáceos; mientras que otras especies están siendo investigadas.

Dentro de las especies cultivadas, existen dos de ellas de gran importancia por su gran demanda en el mercado internacional y se refleja en sus elevados volúmenes de exportación y con predicciones a aumentar. Una de ellas es la concha de abanico (*A. purpuratus*) con 7 346,18 t y la otra es el langostino (*L. vannamei*) con 22 017,11 t en el año 2015. El cultivo de langostino en Perú se realiza en estanques de 1 a 20 hectáreas de tierra en la fase de engorde, el cultivo se realiza por 3 o 4 meses donde se llega a un peso hasta de 22 g, siendo el principal proveedor de semilla de laboratorio certificada el Ecuador y en menor proporción de un laboratorio nacional. Su producción está dirigida principalmente al mercado internacional y en menor cantidad al mercado interno. El langostino es el primer producto de bandera proveniente de la acuicultura marina en el Perú (Produce 2015).

En el cultivo de langostino, el alimento representa el 50% de sus costos de producción; siendo el principal insumo para la elaboración del alimento, la harina de pescado que ha decrecido en los años 2013 y 2014 en un 52,7% (Promperú 2015). Esto se debe a la sobre explotación de la especie anchoveta; lo que provoca que la harina de pescado eleve su precio y obligue a muchos investigadores a buscar nuevas fuentes proteicas que sustituyan la harina de pescado para la elaboración de dietas. Una de esas alternativas lo constituyen los residuos de origen animal, como por ejemplo los de concha de abanico por cuanto la industria de esta especie sigue creciendo en nuestro país; generando grandes cantidades de estos residuos.

Los residuos blandos de concha de abanico producidos en el Perú, constituyen el 15 %, que según estimaciones suman 1 101,9 t de residuos

anuales de partes no comestibles constituidos por el manto, branquias y tracto digestivo que son una alta fuente proteica; como ejemplo tenemos a *Aequipecten gibbus*, que sus desechos blandos secos presentan entre 70 % y 85 % de proteína, con alta proporción de aminoácidos como lisina, metionina y treonina que son importantes como aminoácidos esenciales en la dieta de crustáceos peneideos según Tacon (1989), quien lo establece en su investigación sobre requerimientos nutricionales en crustáceos (Dávila, Medina y Reyes 2013).

Una forma de aprovechar estos residuos es transformándolos en harina; sin embargo, una mejor manera es transformándolos en ensilado. Encomendero y Uchpa (2002) afirman que el ensilado de residuos de concha de abanico es una alternativa de aprovechamiento nutricional de subproductos biológicos.

Este producto produce una digestión parcial de los principales nutrientes, dejándolos disponibles para su fácil absorción en el tracto digestivo; mejorando de esta forma la digestibilidad de estos residuos. Por esta razón, es importante poner a prueba el hidrolizado de residuos de concha de abanico; sobre todo en una especie de cultivo de mucha importancia económica como lo es *L. vannamei* con la finalidad de sustituir la harina de pescado.

Sin embargo, no se conoce sobre el porcentaje apropiado que debe ser incluido en la dieta para su óptimo aprovechamiento, por lo que se plantea como objetivo de esta investigación: determinar con cuál de los porcentajes (0, 2, 5 y 10 %) de inclusión de la harina de ensilado de residuos blandos de concha de abanico *A. purpuratus* en la dieta se obtiene el mejor el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei*,

2. ANTECEDENTES

García (2010) evaluó el efecto de la inclusión de ensilado biológico de pescado con una cepa bacteriana probiótica autóctona de la especie. Las dietas que elaboró fueron con 4 niveles de inclusión 0 % control, 50 % ensilado de pescado, 50 % y 100 % de ensilado de pescado liofilizado con 3 repeticiones y una dieta comercial con juveniles de camarón blanco *L. vannamei* en tanques con 100 L, con 30 individuos de 0,1 g cada uno por 30 días. Estas dietas se ofrecieron a saciedad cada tres horas y recambios de agua diarios al 50 %. Al final del ensayo los resultados obtenidos fueron: supervivencia al 100 % y no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso inicial, peso final y peso ganado.

Márquez (2013) comparó dos dietas: una con ensilado de calamar (EC) y otra con harina de pescado (HP) para langostino blanco con 30 langostinos en un rango de peso de 0,2–0,3 g por tanque. El bioensayo de crecimiento tuvo una duración de 8 semanas. Al final de experimento, el peso promedio de los langostinos fue de $2,68 \pm 1,32$ g en el tratamiento EC y $2,64 \pm 1,38$ g en el HP. La ganancia en peso fue de $2,43 \pm 1,32$ g para EC mientras que para HP fue de $2,39 \pm 1,38$ g. Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los dos tratamientos ($p = 0,35$). El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de $1,86 \pm 0,20$ para EC y $1,85 \pm 0,25$ para HP. La pérdida de materia seca para EC fue de $38,31 \pm 0,29$ % y para HP fue de $18,26 \pm 0,36$ %. La retención de materia seca fue de $61,60 \pm 0,31$ % para EC mientras que por el tratamiento HP fue de $80,11 \pm 1,60$ %.

Carrasco (2016) probó dietas con inclusión de ensilado seco de residuos de *Dosidicus gigas* (pota) para *Litopenaeus vannamei*. El ensilado fue preparado con residuos de pota (vísceras, tentáculos y piel) cocidos, molidos, mezclados con yogurt natural y arroz quebrado (ñelen) cocido. Los tratamientos constituyeron dietas isoproteicas (30 %) que presentaron 0 %, 7,5 % y 15 % de ensilado seco en sustitución de la harina de pescado y un alimento balanceado comercial (AB). En la segunda, los ingredientes sólidos fueron molidos tres veces más que en la primera. La densidad fue de 10 y 6 juveniles por acuario (222 y 133 juveniles / m^3), respectivamente. En ambas

etapas, las dietas con ensilado no tuvieron efecto diferencial significativo ($p>0,05$) en el crecimiento y factor de conversión alimenticio que con la dieta sin ensilado; pero sí ($p<0,05$) en el crecimiento a favor del AB.

Fraga-Castro e Iliana (2011) realizaron dos diseños experimentales completamente aleatorios durante 6 semanas con ensilado de pescado (tilapia) e hígado de tiburón gata (*Ginglymostona cirratum*) con adición de bacterias ácido lácticas y luego secadas al sol, para probar su efecto en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti* en condiciones controladas en laboratorio con juveniles de un peso promedio de $1,3 \pm 0,12$ g en tanques de plástico rectangulares $0,25$ m² con 104 g/m² con recirculación de agua de mar con dietas de 0 %, 16,5 %, 27,5 % y 31 %, y empleando 3,5 % de inclusión en sustitución del aceite de pescado. Concluyeron que las dietas que con 16,5 % de ensilado alcanzaron los mejores indicadores nutricionales, superiores al resto de los tratamientos.

Dávila, Medina y Reyes (2013) probaron ensilado de concha de abanico como alimento para *Macrobrachium inca*. Emplearon 12 acuarios de 4 L con agua salobre (12 ‰). En cada acuario se sembraron 30 poslarvas (517 poslarvas/m²) de 12 mm y 54 mg de peso. Se elaboraron dietas de 0, 25, 50 y 100 % de harina de ensilado administrados al 10 % de su biomasa total 2 veces al día durante 42 días, en donde la supervivencia de *M. inca* varió entre 85 % y 91 %, que con la dieta control (0 % ensilado); lo que comprueba que el ensilado de desechos blandos sí es una opción como sustituto alimenticio ya que hasta los 42 días de crianza no existió diferencia significativa en el crecimiento.

Terrones (2016) evaluó diferentes dietas con ensilado biológico de residuos blandos de *A. purpuratus* en el crecimiento de achos de *Cryphiops caementarius* en cocultivo con alevines revertidos de *Oreochromis niloticus*, con tres tratamientos experimentales de 25 %, 50 % y 75 % de ensilado en la dieta y un tratamiento control sin ensilado con tres repeticiones. la densidad de siembra fue de 32,3 camarones por m² y de 100 peces por m³, para el co cultivo durante 90 días. Al final, las dietas con ensilado no afectaron significativamente ($p>0,05$) el crecimiento en longitud de *C.*

caementarius; pero en *O. niloticus* sólo el crecimiento en longitud fue significativamente mayor ($p < 0,05$) con 25 % y 50 % de ensilado, por lo cual este investigador afirma que es posible sustituir a la harina de pescado con 50 % de ensilado en la dieta y, además, con 30 % menos en el costo de alimento para ambas especies.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Material.

- 2 kg de ensilado de desechos blandos de *A. purpuratus* basados en la metodología de preparación descrita por López (2016) empleando bacterias ácido lácticas nativas de estos residuos de blandos.
- 1 kg de Harina de pescado
- 1 kg de harina de soya
- 1 kg de afrecho de trigo
- 1 kg de harina de maíz
- 200 ml de aceite de pescado
- 1 paquete de vitaminas y minerales premix
- 1000 juveniles de langostino blanco *L. vannamei*.
- 1 detergente
- 1 frasco de lejía mediano
- Guantes
- Recipientes plásticos
- Bolsas
- Papel aluminio
- 1 pH-metro de mano
- 1 refractómetro manual
- 1 molino
- 1 caja papel aluminio
- 1 estufa
- 1 paquete de bolsas
- 1 memoria USB
- 1 marcador
- 12 mangueras de ¼ pulgada
- 1 pelletizador artesanal
- 1 malla 300 µm
- 12 baldes de 20 L de capacidad.

3.2. Método de investigación.

3.2.1. Adquisición del ensilado y muestras biológicas.

La harina de ensilado biológico de residuos de concha de abanico fue proporcionada por la empresa Incabiotec S.A., cuya composición del mismo se muestra en la tabla 1. Así mismo los juveniles de langostino también fueron donados por esta empresa.

Tabla 1. Composición proximal del ensilado (hidrolizado) de residuos de *Argopecten purpuratus*. Los datos de ensilado húmedo fueron tomados de López (2016) y de ensilado seco fueron estimados en base a 10 % de humedad.

Estado del ensilado	Proteína (%)	Humedad (%)	Grasas (%)	Cenizas (%)	Carbohidratos (%)
Húmedo	10,4	77,3	0,84	4,27	7,20
Seco	41,2	10,0	3,33	16,93	28,55

3.2.2. Elaboración de las dietas.

Para la elaboración de las dietas se trabajó con el siguiente protocolo:

- 1) El alimento se formuló y se creó un polvo fino (figura 1).
- 2) Luego se tamizó con una malla de 300 μm .



Figura 1. Alimento pulverizado y mezclado.

- 3) A este alimento pulverizado se le adicionó el suplemento de acuerdo a la dieta correspondiente.
- 4) Después se utilizó como ligante el mucílago de semilla de linaza, obtenido al hervir esta semilla (figura 2). Este mucílago se añadió a la mezcla de ingredientes en polvo de las dietas y formar una masa pastosa la que fue pelletizada con un pelletizador artesanal (figura 3) de acuerdo al tamaño del alimento.



Figura 2. Extracción del ligante hirviendo la semilla de linaza.



Figura 3. Peletizado del alimento.

5) Estos pellets se secaron en la estufa a 60 °C por 12 h (figura 4).



Figura 4. Alimento pelletizado y seco.

6) Este alimento se almacenó en una refrigeradora a 4 °C.

Las dietas se elaboraron mezclando los porcentajes de ensilado y del alimento balanceado, ambos finamente molidos de acuerdo a las proporciones de las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Porcentaje de inclusión de ensilado seco (tratamiento) en la dieta.

Tratamientos	Porcentaje de ensilado seco (%)
Dieta 0	0
Dieta 1	2
Dieta 2	5
Dieta 3	10

Los ingredientes se muestran en la tabla 2, en donde se le incluyó diferentes porcentajes de harina de ensilado y disminuyeron los de harina de pescado.

Tabla 3. Ingredientes, porcentaje de proteína e inclusión del insumo usado en la preparación de las dietas.

Ingrediente	Proteína (%)	Inclusión de insumo (%)	Proteína aportada (%)
Harina de pescado	60	30,00	18,00
harina de soya	50	28,91	14,46
Harina con ensilado	40	0,00	0,00
Afrecho de trigo	18	20,00	3,60
Harina de maíz	10	10,00	1,00
Aceite de pescado	0	7,00	0,00
Vitaminas premix	0	1,50	0,00
Minerales premix	0	0,80	0,00
Total		100,00	37,06

3.2.3. Acondicionamiento del área de trabajo.

El área de trabajo se limpió al iniciar y durante el transcurso del experimento con detergente. Se desinfectará al igual que los instrumentos a emplear con hipoclorito de sodio a 100 ppm de cloro activo. Luego se le adicionó agua del canal de marea de Puerto Pizarro desinfectada con lejía a 50 ppm por un día. El recambio se realizó al 20 % y según las necesidades del langostino. El cultivo se llevó a cabo en el laboratorio de investigación del CEBAP donde se cuenta con un depósito para guardar el agua extraída por una bomba. El experimento se llevó a cabo con 4 dietas; una dieta control (D0), sin ensilado, y otras tres con diferente porcentaje de harina de ensilado (2 %, 5 % y 10 %) y tres repeticiones por cada tratamiento.

Los langostinos que se usaron fueron juveniles y se determinará su peso inicial con una balanza analítica uno por uno. Luego se colocaron los langostinos en los baldes (12 por balde), se les instaló la aireación mecánica por medio de mangueras de ½ pulgada con piedras difusoras.

El alimento se distribuyó alrededor de cada una de las unidades experimentales, dos veces al día (8:00 h y 16:00 h). Las tres primeras semanas se alimentó según la estimación del crecimiento del langostino y la revisión del material sifonado por las mañanas. A partir de la semana cuatro hasta el final del cultivo la alimentación se ajustó según la biomasa promedio existente en cada balde, obtenida a partir de los muestreos semanales.



Figura 5. Área de la experimentación.

3.2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En la recolección de datos se usaron técnicas de análisis directo (observación) e indirecto (Monitoreo de parámetros utilizando instrumentos).

3.2.5. Monitoreo de parámetros físico-químicos del agua.

Durante el cultivo se registraron los siguientes parámetros:

Temperatura: Diariamente en dos horas del día: 08:00h y 18:00h, utilizando para ello un termómetro digital.



Figura 6. Termómetro de alcohol.

Salinidad: dos veces por semana a las 12:00 h utilizando para ello un refractómetro manual.

pH: una vez por semana a las 12:00 h. Para esta medición se utilizó un pH-metro de mano.

3.2.6. Control de crecimiento y supervivencia.

Crecimiento: Los datos se obtuvieron por medio de una balanza analítica colocando los langostinos de cada balde en un recipiente. El peso promedio del langostino fue medido semanalmente a partir de los 30 días de cultivo (figura 7). Estos datos sirvieron para el ajuste de la dosis del alimento.



Figura 7. Pesado de las muestras.

Supervivencia: Los datos de supervivencia se obtuvieron por método de conteo de organismos vivos por cada balde. La supervivencia fue registrada semanalmente.

4. RESULTADOS

4.1. Crecimiento en peso de las muestras de *Litopenaeus vannamei*.

El peso promedio inicial del langostino en 0, 2, 5 y 10 % de inclusión de ensilado en la dieta fue de 1,04, 1,19, 1,21 y 1,41 g/individuo, respectivamente, alcanzado en un periodo de 33 días y a la densidad de siembra de 12 individuos por balde (600 ind./m³) peso promedio de 1,61, 1,79, 1,71 y 2,17 g/individuo, respectivamente; siendo los incrementos de peso 0,58, 0,60, 0,49 y 0,76 g/individuo (Tabla 4).

Tabla 4. Peso promedio e incremento de peso por individuo *Litopenaeus vannamei*.

Inclusión de ensilado en la dieta	Repetición	Peso promedio inicial (g/individuo)	Peso promedio final (g/individuo)	Incremento de peso (g/individuo)
0%	1	1,26	1,74	0,49
	2	0,82	1,48	0,67
	Promedio	1,04	1,61	0,58
2%	1	1,27	1,65	0,38
	2	0,99	1,86	0,87
	3	1,31	1,87	0,56
	Promedio	1,19	1,79	0,60
5%	1	1,01	1,57	0,55
	2	1,05	1,63	0,57
	3	1,57	1,93	0,36
	Promedio	1,21	1,71	0,49
10%	1	1,35	1,69	0,34
	2	1,49	2,05	0,56
	3	1,39	2,77	1,39
	Promedio	1,41	2,17	0,76

En el transcurso del cultivo se observó un incidente en uno de los baldes (unidad experimental) del tratamiento al 0 % de ensilado en la dieta, en dicho balde hubo una alta mortalidad inexplicable al segundo día de iniciar el cultivo y se adicionaron nuevos individuos, los cuales resistieron un mayor tiempo, pero la mortalidad continuó luego. Por esta razón esta unidad no ha sido considerada en la evaluación.

En la figura 8 se presentan los promedios de los indicadores de crecimiento por efecto de la inclusión de ensilado en la dieta. En todas se observó ganancia de peso; siendo mayor en la dieta con 10 % de ensilado. Sin embargo, en análisis de varianza determinó que no hubo diferencia significativa ($p > 0,05$) en estos indicadores (tabla 6, en anexos).

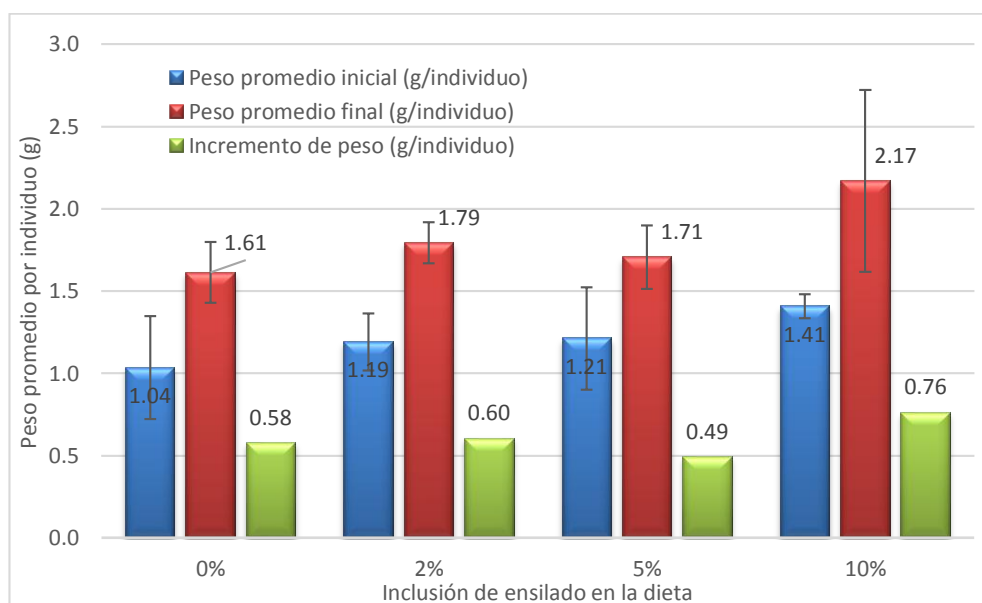


Figura 8. Pesos promedios por individuo e incremento de peso en cada tratamiento y su correspondiente desviación estándar.

4.2. Supervivencia de *Litopenaeus vannamei*.

La supervivencia promedio final del langostino en 0, 2, 5 y 10 % de inclusión de ensilado en la dieta fue de 63,9, 80,6, 88,9 y 77,8 g/individuo, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Supervivencia de *Litopenaeus vannamei* obtenida al final del experimento.

Inclusión de ensilado en la dieta	Repetición	Supervivencia (%)
0%	1	91,7
	2	83,3
	promedio	87,5
2%	1	83,3
	2	75,0
	3	83,3
	promedio	80,6
5%	1	83,3
	2	91,7
	3	91,7
	promedio	88,9
10%	1	91,7
	2	83,3
	3	58,3
	promedio	77,8

La mayor supervivencia del langostino se obtuvo con el 5 % de ensilado en la dieta; siendo la menor con 10 % de ensilado con una mayor desviación estándar (figura 9). Sin embargo, el análisis de varianza determinó que no hubo diferencia significativa ($\alpha > 0,05$) entre los 4 tratamientos (tabla 6, en anexos).

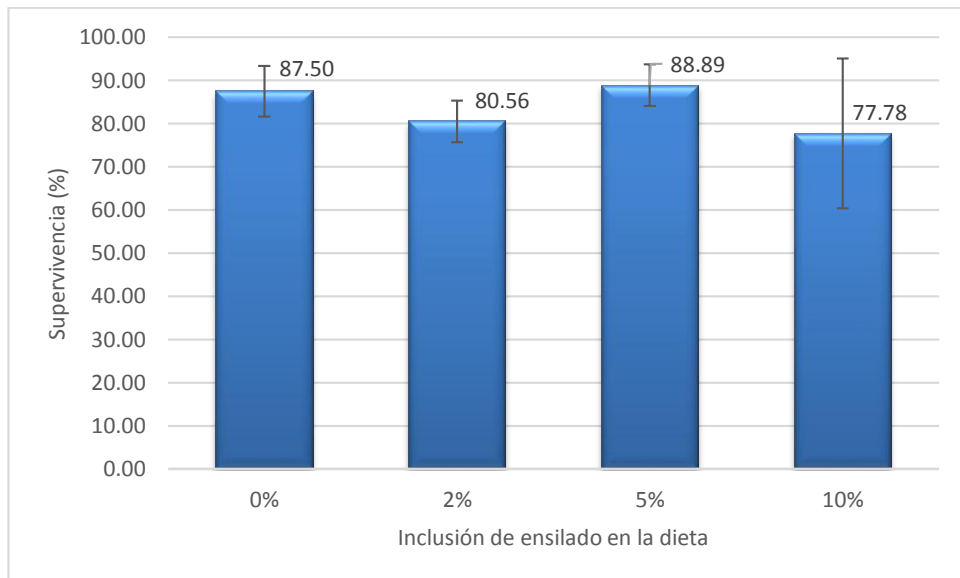


Figura 9. Supervivencia final promedio de *Litopenaeus vannamei* en cada tratamiento y su correspondiente desviación estándar.

4.3. Temperatura, salinidad y pH del agua durante el cultivo.

El agua del cultivo vario durante el transcurso del proyecto, hubo una diferencia radical con respecto a los parámetros físico químicos debido a que el lugar donde se ejecutó mantienen rangos establecidos en la calidad del agua teniendo una variación entre 23,0 y 24,5 °C de temperatura, y la salinidad se mantuvo entre 35 y 36 ppm. El potencial de iones hidronios se mantuvo semi alcalina alrededor de 7,8.

5. DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el ensilado seco de residuos blandos de concha de abanico elaborado con bacterias ácido lácticas nativas de estos residuos no presentó una diferencia significativa en el crecimiento y la supervivencia de *Litopenaeus vannamei* al reemplazar en bajos porcentajes (hasta un 10 %) a la harina de pescado en las dietas. Esto implica que este ensilado puede sustituir a la harina de pescado. Similares resultados obtuvo Márquez (2013) al comparar dos dietas: una con ensilado de calamar y otra con harina de pescado; asimismo, García (2010), quien utilizó ensilado de pescado elaborado con bacterias probióticas autóctonas del langostino hasta en un 100 %. Cabe mencionar que estos investigadores llegaron a obtener similares resultados reemplazando la dieta hasta en un 100 % por ensilado, por cuanto éste fue elaborado a partir de parte enteramente muscular y no de residuos como en esta investigación.

Sin embargo, los resultados son equivalentes a los obtenidos por Carrasco (2016) quien probó dietas con inclusión de ensilado seco de residuos de *Dosidicus gigas* (pota) hasta en un 15 % para *Litopenaeus vannamei*; no habiendo diferencias significativas entre los tratamientos.

El porcentaje de inclusión de ensilado biológico en la dieta es limitado cuando ha sido elaborado a base de residuos, como en esta investigación y la mencionada en el párrafo anterior. Una demostración de ello son los resultados del trabajo realizado por Fraga-Castro e Iliana (2011) en *Litopenaeus schmitti* en el cual se probaron inclusiones de 0 %, 16,5 %, 27,5 % y 31 %; siendo el mejor 16,5 %. Sin embargo, se podría pensar que a mayor inclusión de ensilado en la dieta, se tendría una mayor cantidad de bacterias ácido lácticas y por lo tanto mejores resultados como lo sostienen Dávila, Medina y Reyes (2013).

Aunque los porcentajes de inclusión de ensilado de residuos de concha de abanico que se han probado en este trabajo son relativamente bajos, el ensilado de estos residuos ha mostrado ser igualmente efectivo en especies de camarón de río, a mayores porcentajes de inclusión como lo indican

Dávila, Medina y Reyes (2013), quienes probaron como alimento para *Macrobrachium inca*, y Terrones (2016), en *Cryphiops caementarius*.

Los valores de los incrementos de peso obtenidos (alrededor del 0,11 g por semana) fueron inferiores hasta la mitad del obtenido por Carrasco (2016) quien logró 0,23 g por semana. Puede que se haya debido a la densidad, pues ésta fue casi el triple en esta investigación. Asimismo, son muy inferiores a los reportados por Márquez (2006) (0,34 g por semana); pues en este caso se utilizó ensilado elaborado con músculo y no con residuos. Asimismo puede haber influido la temperatura del agua de cultivo que fue relativamente baja durante todo el cultivo (23 a 24 °C).

Por otro lado, la supervivencia obtenida (alrededor del 83 %) que tampoco tuvo diferencia significativa entre los tratamientos, están ligeramente por debajo de la reportada por Dávila, Medina y Reyes (2013) (85 a 91 %); sin embargo, Marquez (2013), García (2010) y Carrasco (2016), reportan supervivencias del 100 % en todos los tratamientos. Al parecer, las mortalidades obtenidas no pueden haberse debido a efectos del ensilado; pues hubo un tratamiento control (0%) en el cual se presentó casi la misma mortalidad.

6. CONCLUSIONES

1. La inclusión de ensilado biológico seco de residuos de *Argopecten purpuratus* con bacterias ácido lácticas nativas, en la dieta, no tuvo efecto diferencial significativo en el crecimiento y supervivencia de juveniles de *Litopenaeus vannamei*.
2. Los valores de los incrementos de peso obtenidos, alrededor del 0,11 g por semana, fueron inferiores a los logrados en otros trabajos similares.
3. Las supervivencias obtenidas, alrededor del 83 %, estuvieron por debajo de las reportadas en trabajos similares.
4. Los parámetros físico químicos se mantuvieron estables, con una temperatura tropical.

7. RECOMENDACIONES

1. Realizar la misma experiencia a densidades de cultivo semi-intensivo y a mayor escala.
2. Determinar el perfil de aminoácidos del ensilado biológico de residuos de *A. purpuratus*, con la finalidad de saber si cubre los requerimiento nutricionales de *L. vannamei*.
3. Mejorar estas dietas en cuanto utilización de mayores proporciones de vitaminas y minerales, calidad de los ingredientes y tecnología de elaboración.
4. Determinar en futuras investigaciones otros parámetros de producción como factor de conversión alimenticio real; para el cual se debe tener en cuenta o reducir a cero los residuos alimenticios o alimento proporcionado no consumido.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akiyama, D. 1992. Future considerations for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry, In. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming 1992*, 198-205. Los Ángeles, Estados Unidos: *World Aquaculture Society*.
- Bermúdez, P., J. Maidana, H. Aquino y A. Palomino. 2004. *Manual de cultivo suspendido de concha de abanico*. Lima, Perú: Fondo Nacional de Desarrollo pesquero. 32 – 33
- Carrasco, J. 2016. *Efecto del ensilado biológico de residuos de *Dosidicus gigas* sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus vannamei**. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Tumbes.
- Ching, C. y N. Chuchird. 2015. Uso de sal como suplemento alimenticio para curar lesiones en la cutícula del langostino marino (*Litopenaeus vannamei*). *Boletines Nicovita*.
http://www.nicovita.com.pe/extranet/Boletines/sal_camaron_2015.pdf
- 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*, Vol. 8. (2013): 7986.
<http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/>
- Encomendero, E. y F. Uchpa. 2002. Producción de ensilado biológico de subproductos de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*). *Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura* (2002):
<http://www.civa2002.org>
- Fraga-Castro, Iliana E. 2011. Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la haría y el aceite de pescado. *Rev. REDVET*, Vol. 12. (2013):
www.veterinaria.org/revistas/redvet/n1111111.html

- Gama, A. 2013. *Aprovechamiento de subproductos de almeja y calamar en la elaboración de ensilados biológicos y su uso en dieta de langostino blanco (Litopenaeus vannamei)*. Tesis para optar por el Título de Ingeniero en Pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- García, A. 2010. *Inclusión de ensilado de pescado como fuente de proteína y de probiótico en la dieta del camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México.
- López, L. 2016. *Valorización biotecnológica de descartes blandos del procesamiento de concha de abanico mediante el uso de Lactobacillus nativos caracterizados molecularmente*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
<http://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/CONCYTEC/261/1/Tesis%20-%20L%C3%B3pez%20Luna%20Luis%20Aldo.pdf>
- Morales, Y. 2012. *Evaluación del crecimiento y del contenido de hemocitos circulantes totales en juveniles de langostino blanco, Litopenaeus vannamei, expuestos a dietas experimentales con diferentes niveles de proteína y probióticos*. Tesis para obtener el título de Maestro en Ciencias Marinas y Costeras.
- Marrero M., J. López, L. Leiva, M. Blanco, A. Sorís y H. Sánchez. 2009. *Ensilado biológico de desechos pesqueros con el empleo de recursos locales. Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen 16 (número 3)*.
- Márquez, I. 2011. *Evaluación in vivo de una dieta incluida con ensilado de calamar para langostino blanco (Litopenaeus vannamei)*. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Morales, Y. 2012. *Evaluación del crecimiento y del contenido de hemocitos circulantes totales en juveniles de langostino blanco, Litopenaeus vannamei, expuestos a dietas experimentales con diferentes niveles de proteína y probióticos*. Tesis de maestro en ciencias marinas y costeras

con orientación en acuicultura. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Produce. 2015. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2015. <https://www.produce.gob.pe/documentos/estadisticas/anuarios/anuario-estadistico-pesca-2015.pdf>

Promperú. 2015. Desarrollo del comercio exterior pesquero 2014, Perú. http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Desenvolvimiento%20del%20Comercio%20Exterior%20Pesquero%202014_final.pdf

Rivera, C. 2010. *Lipasas en Penaeus vannamei: Genes y proteínas involucradas en el hidrolisis de triacilglicéridos*. Tesis de Doctor en ciencias. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Tacon, A. 1989. *Nutrición y alimentación de peces y langostinos cultivados*. FAO, <http://www.fao.org/3/content/60051bb9-bd0e-5631-b5e1-9b5ec8e51998/AB492S00.htm>

Terrones, S. 2016. *Efecto de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de Argopecten purpuratus como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de Cryphiops caementarius en co cultivo con Oreochromis niloticus*. Tesis para optar por el título de Biólogo Acuicultor, Universidad Nacional Del Santa, Nuevo Chimbote Perú.

ANEXOS

Tabla 6. Análisis de varianza de los indicadores de crecimiento y supervivencia final de *Litopenaeus vannamei* por efecto de la inclusión de ensilado en la dieta, utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso promedio inicial (g/individuo)	Entre grupos	,175	3	,058	1,127	,401
	Dentro de grupos	,363	7	,052		
	Total	,539	10			
Peso promedio final (g/individuo)	Entre grupos	,490	3	,163	1,536	,287
	Dentro de grupos	,744	7	,106		
	Total	1,234	10			
Incremento de peso (g/individuo)	Entre grupos	,113	3	,038	,339	,798
	Dentro de grupos	,779	7	,111		
	Total	,892	10			
Supervivencia (%)	Entre grupos	243,167	3	81,056	,778	,543
	Dentro de grupos	729,445	7	104,206		
	Total	972,611	10			