



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE MAESTRÍA EN  
ACUICULTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**EFFECTO DEL ENSILADO BIOLÓGICO DE RESIDUOS DE  
*Dosidicus gigas* SOBRE EL CRECIMIENTO Y FACTOR DE  
CONVERSIÓN ALIMENTICIO DE *Litopenaeus vannamei***

**JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO**

**TUMBES, PERÚ  
2016**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES  
ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS DE MAESTRÍA EN  
ACUICULTURA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**EFFECTO DEL ENSILADO BIOLÓGICO DE RESIDUOS DE  
*Dosidicus gigas* SOBRE EL CRECIMIENTO Y FACTOR DE  
CONVERSIÓN ALIMENTICIO DE *Litopenaeus vannamei***

**JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO**

TUMBES, PERÚ  
2016

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Yo, Jorge Humberto Carrasco Casariego, declaro que los resultados reportados en esta tesis, son producto de mi trabajo con el apoyo permitido de terceros en cuanto a su concepción y análisis. Asimismo declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de citas y con propósitos exclusivos de ilustración o comparación. En este sentido, afirmo que cualquier información presentada sin citar a un tercero es de mi propia autoría. Declaro, finalmente, que la redacción de esta tesis es producto de mi propio trabajo con la dirección y apoyo de mis asesores de tesis y mi jurado calificador, en cuanto a la concepción y al estilo de la presentación o a la expresión escrita.

---

Jorge Humberto Carrasco Casariego

## ACTA DE REVISIÓN Y DEFENSA DE TESIS



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES ESCUELA DE POSGRADO

#### ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, a los diez días del mes de mayo del año dos mil dieciséis, a las 11:18 horas, en Sala de reuniones de la Escuela de Post-Grado, se reunieron los miembros del Jurado designados con Resolución Directoral N° 029-2015/UNT-EPG-D; Dr. DAVID EDILBERTO SALDARRIAGA YACILA - Presidente; Mg. MARTIN AMAYA AYALA - Secretario y Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA – Miembro; y con Resolución Directoral N° 025-2016/UNT-EPG-D se fijó la fecha de sustentación y defensa de la tesis **Efecto del ensilado biológico de residuos de *Dosidicus gigas* sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus vannamei***; presentado por el Br. JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO estudiante del Programa de Maestría en Acuicultura y Gestión Ambiental; asesorada por el Mg. MARCO ANTONIO ZAPATA CRUZ.

Concluida la exposición y sustentación, absueltas las preguntas y efectuadas las observaciones, lo declaran: sobresaliente, cumpliendo con el requisito de acuerdo al Reglamento de Otorgamiento de Grados en la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 12:35 horas, se dio por concluido el acto académico, y dando conformidad se procedió a firmar la presente acta en presencia del público.

Tumbes, 10 de mayo de 2016.

Dr. DAVID EDILBERTO SALDARRIAGA YACILA  
Presidente

Mg. MARTIN AMAYA AYALA  
Secretario

Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA  
Miembro

C.c. Jurado de Proyecto de Tesis (3), Asesor (1), sustentante (1), UI (2)

## RESPONSABLES

JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO

---

EJECUTOR

Mg. Ing. MARCO ANTONIO ZAPATA CRUZ

---

ASESOR

## JURADO DICTAMINADOR

Dr. Ing. DAVID EDILBERTO SALDARRIAGA YACILA

---

PRESIDENTE

Mg. Ing. MARTÍN AMAYA AYALA

---

MIEMBRO

Dr. Ing. LEOCADIO MALCA ACUÑA

---

MIEMBRO

## CONTENIDO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD .....	iv
ACTA DE REVISIÓN Y DEFENSA DE TESIS .....	v
RESPONSABLES .....	vi
JURADO DICTAMINADOR .....	vii
CONTENIDO .....	viii
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA .....	14
2.1. Antecedentes .....	14
2.2. Bases teóricas-científicas .....	16
2.2.1. El ensilado biológico de residuos pesqueros .....	16
2.2.2. Ensilado, alimento predigerido .....	17
2.2.3. Pota <i>Dosidicus gigas</i> .....	18
2.2.4. Requerimientos nutricionales de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	18
2.2.5. Ingredientes en dietas para langostino .....	19
2.2.6. Parámetros de calidad de agua en el cultivo de langostino .....	20
2.3. Definición de términos básicos .....	20
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	21
3.1. Localidad y periodo de ejecución .....	21
3.2. Tipo y diseño de contrastación de hipótesis .....	21
3.3. Población, muestra y muestreo .....	21
3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
3.4.1. Acondicionamiento y manejo de los acuarios .....	22
3.4.2. Preparación del ensilado .....	22
3.4.3. Preparación de las dietas experimentales .....	24
3.4.4. Cultivo del langostino alimentado con las dietas experimentales .....	25
3.5. Recolección de datos .....	26
3.5.1. Análisis químicos y físicos de las dietas .....	26
3.5.2. Análisis del crecimiento de <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	26
3.5.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio de las dietas .....	27

3.5.4. Parámetros de calidad de agua en el cultivo de <i>Litopenaeus vannaei</i> . 27	
3.6. Procesamiento y análisis de datos. ....	27
4. RESULTADOS.....	28
4.1. Características químicas y físicas de las dietas.....	28
4.1.1. Análisis proximal de las dietas. ....	28
4.1.2. Características físicas de las dietas. ....	28
4.2. Primera etapa de cultivo. ....	30
4.2.1. Crecimiento del langostino. ....	30
4.2.2. Relación peso-longitud y factor de condición. ....	33
4.2.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio. ....	34
4.2.4. Observaciones casuales externas en el langostino.....	36
4.2.5. Supervivencia del langostino.....	36
4.2.6. Parámetros de calidad de agua del cultivo.....	36
4.3. Segunda etapa de cultivo. ....	37
4.3.1. Crecimiento del langostino. ....	37
4.3.2. Relación peso-longitud y factor de condición. ....	40
4.3.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio. ....	41
4.3.4. Observaciones casuales externas en el langostino.....	43
4.3.5. Supervivencia del langostino.....	43
4.3.6. Parámetros de calidad de agua del cultivo.....	43
5. DISCUSIÓN. ....	44
6. CONCLUSIONES. ....	47
7. RECOMENDACIONES. ....	48
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
9. ANEXOS. ....	53

## RESUMEN

Con el objetivo de encontrar nuevos ingredientes proteicos que sustituyan la harina de pescado y se aprovechen fuentes residuales de alimentos, se probaron dietas con inclusión de ensilado seco de residuos de *Dosidicus gigas* (pota) para determinar su efecto en el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus vannamei*. La investigación se realizó en acuarios de 45 L de capacidad de trabajo. Se hicieron tres repeticiones por tratamiento. 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. El cultivo se realizó en dos etapas con una duración de ocho semanas y dos semanas. En la segunda etapa los ingredientes sólidos fueron molidos tres veces más que el primero por cuanto presentó menor consumo de alimento. La densidad en las dos etapas fue de 10 juveniles por acuario y seis juveniles por acuario, 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; en tanto que sólo hubo diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en el crecimiento a favor del alimento balanceado comercial.

**Palabras clave:** bacterias ácido lácticas, peso, longitud, factor de condición, langostino, camarón.

## ABSTRACT

In order to find new protein ingredients to replace fishmeal and exploit sources of food waste, diets were tested including dry silage of waste of *Dosidicus gigas* (giant squid) to determine their effect on growth and food conversion factor of *Litopenaeus vannamei*. The research was conducted in aquariums of 45 L working capacity. Three repetitions were made per treatment. Silage was prepared with squid waste (viscera, skin and tentacles) cooked, ground, mixed with yogurt and cooked broken rice (Nelen). The treatments constituted isoproteic diets (30 %) that showed 0%, 7,5% and 15% dry silage replacing fishmeal and commercial feed. The culture was conducted in two phases with duration of eight weeks and two weeks. In the second stage the solid ingredients were ground three times more than the first because it had lower feed consumption. The density in the two stages was 10 juveniles per tank and six juveniles per tank, respectively. In both stages, silage diets had no significant differential effect ( $P>0,05$ ) on growth and food conversion factor that diet without silage; however, there are only significant difference in growth in favor of commercial feed ( $P<0,05$ ).

**Keywords:** lactic acid bacteria, weight, length, condition factor, shrimp.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La alimentación siempre ha constituido uno de los principales aspectos a considerar en el cultivo de la mayoría de especie acuática. Para los langostinos peneídos, el costo de la alimentación puede representar alrededor de un 50 % de los costos de producción del cual un porcentaje muy elevado de este valor corresponde al costo de la harina de pescado, componente fundamental en las formulaciones de los alimentos balanceados, que requieren un alto contenido proteico; es por esa razón que desde hace años, se viene investigando con la finalidad de encontrar sustitutos que puedan suplir total o parcialmente a la harina de pescado (García, Villarreal y Fenucci 2007) y que éste sea de menor costo.

Normalmente los investigadores se dirigen al aprovechamiento de subproductos y residuos alimenticios por lo económico que puede resultar. Uno de esos residuos en nuestro país lo constituyen los del procesamiento de pota.

En el Perú, la pota es uno de los principales productos de exportación no tradicionales. Se exporta congelada básicamente en filetes, pero también como tubos, tiras, dados, alas y tentáculos, tanto fresca como cocida; tal es así que en Paita y Sullana se encuentran aproximadamente 30 empresas dedicadas a la elaboración de derivados de pota (Chirinos *et al.* 2009); las que generan grandes cantidades de residuos que una parte es derivada al proceso de harina.

Esta gran cantidad de residuos blandos (piel, vísceras, recortes de manto y tentáculos) pueden ser conservados como ensilado biológico para un mejor aprovechamiento que en harina, donde es sometida a altas temperaturas para su secado, alterando las características nutricionales. El ensilado puede ser utilizado para la elaboración de dietas para langostino; pues se ha demostrado que la harina de pota tiene un alto contenido de proteínas.

En ese sentido, a través del presente trabajo se planteó probar un testigo (0 % de ensilado biológico seco de residuos de *Dosidicus gigas*), dos porcentajes (7,5 % y 15,0 %) de ensilado incluidos en la dieta balanceada y

un alimento balanceado comercial para conocer su efecto sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus vannamei*.

Los resultados de la presente investigación constituyen una alternativa del uso de los residuos de pota como insumo para sustituir la harina de pescado o reducir el uso de ésta en la elaboración de dietas para el langostino.

Comparativamente, los residuos de pota aprovechados en forma de ensilado biológico tienen mayores ventajas respecto si son utilizados como harina. Como ensilado tienen una mejor digestibilidad debido a la presencia de bacterias probióticas; por otro lado, el ensilado tiene un menor costo de producción y el aprovechamiento de estos residuos evita el impacto ambiental que generan cuando son arrojados sin ningún tratamiento al medio ambiente. Por estas razones se consideró importante utilizar diferentes porcentajes de ensilado seco de residuos de pota como insumo en la dieta balanceada para la alimentación de *Litopenaeus vannamei* en cultivo.

En ese sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes porcentajes de ensilado biológico seco de residuos de *Dosidicus gigas* incluido en la dieta balanceada en sustitución de la harina de pescado, con el que se logra el mayor crecimiento y el mejor factor de conversión alimenticio de *Litopenaeus vannamei*.

## 2. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.

### 2.1. Antecedentes.

Marquez (2011) probó un alimento con ensilado elaborado a partir de bacterias ácido lácticas probióticas para *Litopenaeus vannamei* y músculo del manto de *Dosidicus gigas* en sustitución de la harina de pescado. El alimento control elaborado con harina de pescado sin ensilado (HP) y el experimental (EC) presentaron una composición proximal de 31,01 % y 35,16 % de proteína. Luego de ocho semanas, el peso promedio fue de 2,68 g en el tratamiento EC y 2,64 g en el HP. La ganancia en peso fue de 2,43 g para EC mientras que para HP fue de 2,39 g. No hubo diferencias significativas entre los dos tratamientos ( $p=0,35$ ). El factor de conversión alimenticia (FCA) fue de 1,86 para EC y 1,85 para HP.

Bernal-Rodríguez *et al.* (2013) prepararon cuatro dietas isonitrogenadas (35 % de proteína: D0, D6.2, D8.2, D10.2 y una dieta comercial). La D0 (dieta control) se elaboró con harina de pescado sin ensilado. Las dietas D6.2, D8.2 y D10.2 tuvieron reemplazo de harina de pescado por ensilado biológico de desechos de sierra (EBDS) en 6,2 %, 8,2 % y 10,2 %, respectivamente. El experimento se realizó con juveniles de *Litopenaeus vannamei*. El resultado mostró que la harina de pescado se puede sustituir hasta 10,2 %, sin afectar los indicadores de crecimiento y digestibilidad; asimismo afirman que los acuicultores obtienen un buen rendimiento; sin embargo la dieta D6.2 tuvo la mejor utilidad neta.

González *et al.* (2007), compararon cinco dietas para *Litopenaeus schmitti* (un alimento comercial y cuatro dietas con la incorporación de diferente concentración de ensilado biológico de pescado). Éstas presentaron valores de proteína entre 34,5 % a 40,8 % con un bajo porcentaje de lípidos con respecto a los requisitos sugeridos para esta especie. A niveles de 15 % de inclusión de ensilado, se cumplió con las exigencias nutricionales del langostino; sugiriendo que se debe mejorar

a futuro el contenido de lípidos y experimentar con concentraciones mayores de ensilado. El 15 % de inclusión de ensilado no mostró diferencia significativa en el crecimiento del langostino respecto a la dieta comercial.

Balsinde *et al.* (2003) reportan que en tres dietas elaboradas por la tecnología de extrusión sustituyendo harina de pescado por ensilado, de acuerdo a los requerimientos nutricionales recomendados para el camarón blanco *Litopenaeus schmitti* los porcentajes de inclusión utilizados fueron los siguientes: Dieta I =16%, Dieta II = 20,5% y Dieta III = 27%. A partir de la respuesta nutricional de los animales, que fue evaluada por los parámetros factor de conversión del alimento (FCA) y ganancia en peso de los animales (GP), se seleccionó como la mejor variante la Dieta I.

Dávila, Medina y Reyes (2013), evaluaron el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Macrobranchium inca* alimentadas con harina de ensilado de residuos blandos de *Argopecten purpuratus*. Sembraron 30 postlarvas por acuario (517 postlarvas/m<sup>2</sup>). Dietas con 0 %, 25 %, 50 % y 100 % de harina de ensilado fueron administradas por 42 días. La longitud y el peso de las postlarvas no se fueron afectados significativamente ( $p>0,05$ ) por el ensilado. La supervivencia con el ensilado varió entre 85 % y 91 % y fue significativamente mayor que con la dieta control (75 %). Concluyen que este ensilado biológico es un insumo alternativo válido para las dietas de *M. inca*.

Llanes *et al.* (2010), determinaron la digestibilidad *in vivo* de nutrientes y energía de los ensilados de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Probaron dos tipos ensilados: químico y biológico. La digestibilidad aparente de algunos nutrientes difirió en función del tipo de ensilado, entre tanto la proteína digestible fue mayor para el ensilado químico y la materia seca, calcio y fósforo para el ensilado biológico. Digestibilidades iguales ( $P>0,05$ ) se presentaron para los lípidos, cenizas y energía; concluyendo que los

ensilados de residuos pesqueros constituyen una fuente de proteína alternativa en la formulación de raciones para tilapias rojas.

Llanes *et al.* (2011), determinaron la digestibilidad *in vivo* de los ensilados químico y biológico de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico *Salmo salar*. Los peces se alimentaron con una dieta de referencia y dos experimentales con cada ensilado. La digestibilidad de los nutrientes difirió en función del tipo de ensilado: la de proteína resultó mayor ( $P < 0,001$ ) para el ensilado químico (86,1 %), mientras que la materia seca (80,34 %), lípidos (98,65 %), fósforo (56,5 %) y energía (87,28 %), lo fueron para el biológico. Concluyeron que los ensilados de residuos pesqueros constituyen una fuente de proteína alternativa en la formulación de raciones para salmón del Atlántico.

## **2.2. Bases teóricas-científicas.**

### **2.2.1. El ensilado biológico de residuos pesqueros.**

El ensilado de residuos de pescado puede definirse como un producto semi-líquido, obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos. A este pH se impide la descomposición del producto. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo y se utiliza principalmente en alimentación de aves y cerdos (Bello 1995).

La presencia de ácidos orgánicos o minerales aumenta la fermentación láctica y desciende el pH, el cual inhibe el crecimiento de bacterias, permitiendo el almacenamiento del ensilado por tiempos prolongados (Green *et al.* 1983, citado por Bermúdez *et al.* 1999).

Bermúdez *et al.* (1999), concluye que el ensilado de vísceras de pescado (*Piaractus brachyponum*) es factible de manera práctica, de bajo costo y buena calidad. Su utilización es viable a partir del día 15 de maduración hasta el día 70.

Olaya (2005) elaboró ensilado de residuos de trucha (*Oncorhynchus mikyss*) utilizando hasta un 30 % de inóculo de *yogurt*. Valdivia (1995), citado por Olaya (2005) utilizó 10 % de inóculo de *yogurt*, 12,5 % de melaza y 77,5 % de residuos cocidos de jurel. Areche y Berenz (1989), utilizó inóculo de bacterias del *yogurt* en un 10 % con 7,5 % de sacarosa, 1 % de sal y 81,5 % de residuos de pescado; obteniéndose en todos los casos, buenos resultados en cuanto a la estabilidad e inocuidad del ensilado.

Berenz (1995), reporta la composición química proximal del ensilado de residuos de sardina: humedad, 63,32 %, grasa, 5,31 %, proteína total, 18,46 %, cenizas, 8,15 %, carbohidratos, 4,76 %, calcio, 1,56 %, fósforo, 1,06 %, hierro, 12 mg/kg, magnesio, 19 mg/kg. Así mismo, Olaya (2005) hace conocer la composición bromatológica del ensilado de residuos de trucha (*Oncorhynchus mi kyss*).

Encomendero y Uchpa (2002) elaborando ensilado biológico de residuos de concha de abanico con niveles de melaza de 4,3 % a 10,3 % e inóculo de *yogurt* en niveles de 8,7 % a 20,7 %, obtuvo niveles de pH alrededor de 4,3 a las 48 horas. Asimismo, reportan que los subproductos blandos de concha de abanico corresponden al 15 % del peso húmedo de la cosecha, el producto comestible al 31 %, las valvas al 54 % y el ensilado seco con un contenido proteico de 45,12 % representa el 2,25 % del producto recién cosechado.

### **2.2.2. Ensilado, alimento predigerido.**

Cabrera y Fdragas (2005), afirman que proceso de predigestión realizado por los probióticos tiene como principal

función nutricional, el de mejorar la digestibilidad de los alimentos, transformando sus componentes en elementos más sencillos, con los que son más fácilmente asimilables. Gracias al aporte enzimático, la flora probiótica contribuye a mejorar la digestión de los alimentos, y favorece sobre todo, la digestión de las proteínas, grasas y almidones. Con alimentos predigeridos se logran beneficios grandes beneficios, con bajo costo y un producto final de elevada calidad y digestibilidad.

### **2.2.3. Pota *Dosidicus gigas*.**

Chirinos *et al.* (2009) reportan que la composición nutricional del músculo de *Dosidicus gigas* es similar a la de pollo, la res y el cerdo: 81 % de agua, 14,4 % de proteína, 1,1 % de grasa, 1,5% de cenizas y 76 kcal de energía.

Martínez-Vega, Cruz-Suarez y Ricque-Marie (1993) determinaron que el manto, por ser el que mayor peso tiene representa el 48 %, la cabeza el 10,14 %, los tentáculos 16,34 %, aletas 14,65 % y por último las vísceras con el 10,86 % del calamar entero. Asimismo, reportan que las diferentes partes corporales del calamar muestran rendimientos variables, la cabeza proporciona el más alto promedio con 17,9 % seguido por los tentáculos con 16,13 % en tercer lugar las aletas con 14,5 % y por último el manto, que es la parte que más pobres rendimientos ofrece con 12,87 %.

### **2.2.4. Requerimientos nutricionales de *Litopenaeus vannamei*.**

Aunque no existe un trabajo específico en donde se haya determinado los requerimientos nutricionales de *Litopenaeus vannamei*, Tacon (1989) hace referencia de los requerimientos nutricionales de peneídos, proponiendo además, dietas para su alimentación adecuada.

Así también, Akiyama (1992) reporta la composición nutricional recomendada de alimento para langostinos en general: proteína

36,0 % mínimo, lípidos de 5,5 a 6,5 %, fibra 4,0 % máximo, cenizas 15,0 % máximo, calcio 2,3 % máximo, fósforo 0,8 % mínimo, potasio 0,9 % mínimo, lisina 1,91 % mínimo, arginina 2,09 % mínimo, treonina 1,3 % mínimo, metionina 0,86 % mínimo, colesterol 0,25 % mínimo.

### **2.2.5. Ingredientes en dietas para langostino.**

Los principales ingredientes utilizados en la elaboración de dietas experimentales para *Litopenaeus vannamei* son: harina de pescado, harina de krill, harina de soya, gluten de maíz, aceite de pescado, lecitina, colesterol, mezcla de minerales y mezcla de vitaminas (Velasco *et al.* 2000). Adicionalmente a éstos, excepto la harina de krill y el gluten de maíz, se utiliza también harina de trigo, aceite de soya y almidón (Bernal-Rodríguez 2013).

Sin embargo, en la producción comercial del langostino Tacon (1989) menciona una amplia gama de insumos como por ejemplo harinas de maíz, sangre, algodón, plumas, calamar, camarón, sorgo, levadura de cerveza, entre otros. Asimismo indica el valor máximo en que debe ser utilizado cada uno de ellos.

Cruz-Suárez *et al.* (2006) reportan una revisión de las características físicas en los alimentos para langostino como: homogeneidad y tamaño de partícula de los ingredientes usados en la elaboración del alimento, pérdida de nutrientes antes del consumo, capacidad de retención de agua y textura de los alimentos secos y húmedos. Destacan la importancia del control de calidad en el alimento después de su inmersión en agua.

### 2.2.6. Parámetros de calidad de agua en el cultivo de langostino.

Los requerimientos de calidad de agua y su manejo en el cultivo de langostino son determinantes para el éxito del mismo; así se tiene que para el cultivo de langostino, basados sobre estudios de toxicidad son: salinidad de 10 a 25 ‰, pH 7,5 a 8,5, oxígeno disuelto mínimo 4 mg/l, NH<sub>3</sub>-N máximo 0,1 mg/l, nitrito – N máximo 1,0 mg/l, sulfuro de hidrógeno no ionizado 0,005 mg/l, la transparencia medida por disco de Secchi, de 30 a 40 cm en el verano y 20 a 30 cm en el invierno (Chien 1992). Sin embargo, estos rangos pueden ser más amplios sin presentarse problemas significativos.

### 2.3. Definición de términos básicos.

**Ensilado biológico de residuos pesqueros:** “Es un alimento proteico, de alta humedad y de fácil preservación puede definirse como un producto líquido pastoso obtenido a partir de la acción de las enzimas sobre el pescado entero, partes o residuos y es comúnmente usado como componente de raciones alimenticias para animales” (Balsinde, Fraga y Galindo 2003, 303).

**Crecimiento:** “El crecimiento es el cambio de la masa corporal a través del tiempo y es el resultado neto de dos procesos con tendencias opuestas. Uno de estos procesos comprende el incremento de masa corporal y se conoce como anabolismo. El otro proceso se refiere al decremento de la masa corporal como resultado de la degradación. Este proceso es conocido como catabolismo” (Tresierra 1995, 95).

**Factor de conversión alimenticio:** “Peso total de alimento distribuido dividido para el incremento en peso total” (Huet 1978, 550).

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Localidad y periodo de ejecución.**

Se llevó a cabo en el laboratorio de Patología de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad de Tumbes ubicada en la localidad de Puerto Pizarro en el distrito, provincia y región Tumbes y geográficamente, en los 03° 29' 11" LS y 80° 22' 30" LW. El periodo de ejecución comprendió de junio a setiembre del 2015.

#### **3.2. Tipo y diseño de contrastación de hipótesis.**

La investigación fue experimental explicativa; pues hubo manejo de la variable porcentaje de ensilado biológico seco de residuos de *Dosidicus gigas* (variable estímulo o independiente). El diseño de investigación fue Estímulo Creciente (Tresierra 2000) porque el nivel de la variable estímulo aumentó en cada tratamiento.

El tipo de investigación fue transversal puesto que la evaluación de las variables se realizó en un sólo periodo; es decir se evaluaron los valores promedio de los tratamientos de cada variable correspondientes al mismo periodo de cultivo.

#### **3.3. Población, muestra y muestreo.**

La población de trabajo fue de 120 juveniles de *L. vannamei* de 0,81 g de peso promedio y 4,85 cm de longitud promedio, que fueron donados por la empresa langostinera ATI S.A.

Las muestras para determinar los valores de las variables dependientes fueron constituidas por el total de individuos presentes en cada acuario (unidad experimental con 10 individuos en la primera etapa y 6 individuos en la segunda) durante el desarrollo de la investigación.

Los muestreos se realizaron semanalmente, con la captura total de los ejemplares.

### **3.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **3.4.1. Acondicionamiento y manejo de los acuarios.**

Se construyeron 12 acuarios de vidrio de 30 cm x 50 cm x 40 cm, que luego fueron enjuagados con agua de mar tratada. Cada acuario fue tapado con paño de malla de celosía para evitar que se salgan los langostinos durante el cultivo. Una vez listos los acuarios fueron llenados a un nivel de 30 cm (45 litros, aproximadamente) con agua de canal de marea previamente tratada con hipoclorito de sodio a 50 ppm por un día. El cloro residual fue neutralizado con tiosulfato de sodio. Los acuarios fueron acondicionados con aireación.

Los acuarios fueron escogidos al azar como unidades experimentales de cada tratamiento. Los recambios diarios de agua se hicieron en un 30 % utilizando una manguera para evacuar a la vez, los residuos de heces y alimento. El suministro de agua fue manualmente con un balde.

#### **3.4.2. Preparación del ensilado.**

Antes de la preparación del ensilado a utilizar para las dietas, se probaron tres concentraciones de ñelen (arroz quebrado) cocido como fuente de carbono sustituta de la melaza usada comúnmente. Para la preparación del ensilado se utilizaron residuos (vísceras, tentáculos y piel) de un ejemplar de *potá* fresco (figura 1), proveniente de la pesca artesanal de caleta La Cruz.

Los residuos fueron cocidos, molidos y enfriados hasta 40 °C e inmediatamente mezclados con *yogurt*, posteriormente fue agregado el ñelen que fue previamente cocido en agua al doble de su peso y luego enfriado hasta temperatura ambiente. La

mezcla de ensilado fue incubada a 40 °C por 48 horas; posteriormente fue conservado a temperatura ambiente (figura 2). Luego fue secado en bandejas a 50 °C por 24 horas e inmediatamente molido.



Figura 1. Ejemplar de *Dosidicus gigas* al cual se le extrajo sus vísceras, tentáculos y piel para ensilado.



Figura 2. Ensilado preparado con diferentes concentraciones de ñelen y otro con melaza sin ñelen.

Los resultados de la preparación de estas concentraciones de ñelen en el ensilado y los porcentajes de acidez al inicio y final de la preparación se muestran en la tabla 1. Estos indican que a mayor proporción de ñelen, mayor acidez en el ensilado y por lo tanto mayor garantía de duración. Sin embargo, la proporción de ingredientes que fue utilizada para la preparación de las dietas

fue 20 % de ñelen cocido, 10 % de inóculo de *yogurt* y 70 % de residuos cocidos de pota.

Tabla 1. Proporciones de ñelen para la preparación del ensilado y acidez respectiva.

Tratamiento	Repetición	Ñelen cocido (g)	Residuos cocidos (g)	Yogurt (g)	Acidez en ácido láctico (%)*	
					Inicial (0 h)	Final (48 h)
15 % ñelen	1	60	300	40	0,42	1,29
	2	60	300	40	0,42	1,98
	Promedio	60	300	40	0,42	1,64
20 % ñelen	1	80	280	40	0,43	1,53
	2	80	280	40	0,43	2,32
	Promedio	80	280	40	0,43	1,92
25 % ñelen	1	100	260	40	0,39	2,13
	2	100	260	40	0,39	1,97
	Promedio	100	260	40	0,39	2,05
15% melaza (testigo)	1	60	300	40	0,66	4,11
	2	60	300	40	0,66	2,62
	Promedio	60	300	40	0,66	3,36

\*Determinada por neutralización directa con hidróxido de sodio.

### 3.4.3. Preparación de las dietas experimentales.

La elaboración de las dietas se realizó artesanalmente. Los ingredientes y la proporción de éstos para la preparación de las dietas experimentales, se indican en la tabla 2. Los ingredientes sólidos (figura 3) fueron molidos manualmente dos veces con un molino para grano seco. Las premezclas fueron disueltas en agua. La lecitina fue mezclada con los aceites de soya y de pescado. Todos los ingredientes fueron mezclados en una bandeja con la mano y con una cuchara por 20 minutos. Se agregó mucílago de linasa y se peletizó con un molino de carne manual y una criba de 2,0 mm de diámetro. Los *pelets* fueron secado en una estufa a 50 °C y se partitionaron de acuerdo a la talla del langostino. También se utilizó un alimento comercial de la localidad que fue molido y luego peletizado de la misma forma que las dietas experimentales.

Tabla 2. Proporción de los ingredientes que se usaron para la elaboración de las dietas experimentales (basadas en dietas utilizadas por Bernal-Rodríguez *et al.* 2013). Algunos valores fueron calculados por tanteo para lograr dietas isoproteicas al 35 %.

Ingrediente	D0,0	D7,5	D15,0
Harina de pescado	25,01	19,50	12,00
Harina de soya	31,15	31,00	31,00
Ensilado seco de residuos de pota	0,00	7,50	15,00
Polvillo de arroz	29,30	27,50	27,50
Aceite de pescado	3,72	3,72	3,72
Aceite de soya	3,96	3,96	3,96
Almidón	1,98	1,98	1,98
Premezcla (minerales/vitaminas)	0,40	0,40	0,40
Lecitina de soya	1,75	1,75	1,75
Total	99,92	99,96	99,96



Figura 3. Algunos ingredientes sólidos utilizados para la preparación de las dietas experimentales.

#### 3.4.4. Cultivo del langostino alimentado con las dietas experimentales.

El experimento se llevó a cabo durante ocho semanas; sin embargo, debido a cambios en el procedimiento de la elaboración de las dietas, se realizó una segunda etapa de dos semanas. En esta segunda etapa los ingredientes sólidos fueron pasados hasta cinco veces por el molino. Los langostinos juveniles provinieron de un estanque de *raceway* de la

langostinera ATI S.A. El experimento se llevó a cabo con 4 tratamientos: D7,5, D15, una dieta control (D0,0) y otro con alimento balanceado comercial. Se hicieron 3 peticiones por cada tratamiento. La densidad fue de 10 individuos por acuario (222 individuos/m<sup>2</sup>) en la primera etapa y de 6 individuos por acuario (133 individuos/m<sup>2</sup>) en la segunda etapa provenientes de la primera; seleccionándose los más grandes y distribuyéndose de tal manera que haya equidad de tamaños en todos los acuarios.

### **3.5. Recolección de datos.**

#### **3.5.1. Análisis químicos y físicos de las dietas.**

A pesar que ya han sido formuladas y basadas en datos teóricos, se enviaron muestras de las dietas al Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional de Piura para el análisis proximal. Asimismo se determinaron las características físicas de cada una de las dietas en el laboratorio de Tecnología Pesquera de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes. Las características físicas como aspecto de la superficie, color y tamaño del *pellet*, asimismo, densidad, hidroestabilidad y capacidad de absorción de agua fueron determinadas basándose en los métodos descritos por Cruz-Suarez *et al.* (2006).

#### **3.5.2. Análisis del crecimiento de *Litopenaeus vannamei*.**

Se determinó peso individual, mediante una balanza digital; se midió con una regla graduada la longitud total de cada individuo; se calculó el peso promedio, la longitud promedio, el incremento de la biomasa, tasa de crecimiento específica en peso y en longitud por cada acuario. A través del análisis de regresión potencial ( $W=aL^b$ ) se determinaron los parámetros de relación peso-longitud del langostino por tratamiento. El consumo de

alimento fue determinado por diferencia de peso de la cantidad de alimento asignado para cada acuario. Todos estos parámetros fueron determinados al final de cada semana.

### **3.5.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio de las dietas.**

El incremento de biomasa (en gramos) fue determinado por diferencia entre la biomasa obtenida al final de cada etapa de cultivo y la biomasa inicial en cada acuario. El factor de conversión alimenticio de las dietas se calculó dividiendo la cantidad de alimento aparentemente consumido (en gramos) entre el incremento de la biomasa (en gramos) de cada acuario. Este parámetro se determinó al final de cada semana de manera acumulada.

### **3.5.4. Parámetros de calidad de agua en el cultivo de *Litopenaeus vannaei*.**

Se midió la temperatura y la salinidad del agua de cultivo de cada uno de los acuarios por método instrumental.

## **3.6. Procesamiento y análisis de datos.**

El diseño experimental fue completamente al azar. La evaluación estadística de comparación de medias unifactorial, se realizó sobre el peso promedio inicial y final, tasa de crecimiento específica en peso, longitud promedio inicial y final, tasa de crecimiento específica en longitud, factor de condición inicial y final, incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio del langostino. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5 %, en donde fue necesario determinar los subgrupos homogéneos. Los cálculos se hicieron a través del software IBM SPSS Statistics, versión 22.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1. Características químicas y físicas de las dietas.

#### 4.1.1. Análisis proximal de las dietas.

Aunque las dietas fueron formuladas isoproteicamente a un 35 % de proteína, los resultados del análisis (tabla 3 y figura 18 en anexos) muestran porcentajes por debajo de este valor; incluso el alimento balanceado comercial que en su etiqueta declaró el 35 % mínimo de proteína. Sin embargo, este alimento presentó un mayor porcentaje de proteína que las dietas experimentales, alcanzando valores alrededor del 2 % más. Aunque los porcentajes del resto de componentes nutricionales son similares, los niveles de grasa son relativamente altos y bajos los de carbohidratos respecto al alimento balanceado comercial.

Tabla 3. Composición nutricional de las dietas.

Componente nutricional	Dieta			Alimento balanceado comercial
	0 % de ensilado	7,5 % de ensilado	15 % de ensilado	
Humedad (%)	7,56	8,61	8,45	8,70
Proteína (%)	30,13	31,19	31,18	32,92
Grasas (%)	23,94	21,65	21,96	7,92
Cenizas (%)	9,48	8,64	7,50	6,69
Fibra (%)	2,64	2,62	2,89	3,91
Carbohidratos (%)	26,25	27,29	28,02	39,86
Energía bruta* (kcal/100g)	514,61	502,97	509,96	439,05

\* Energía calculada en base a valores calóricos propuestos por Tacon (1989).

#### 4.1.2. Características físicas de las dietas.

La superficie del *pelet* de las dietas observadas con un estereoscopio presentaron rugosidad; ésta fue más intensa cuanto más porcentaje de ensilado presentó la dieta. Asimismo, el color marrón fue más oscuro a mayor porcentaje de ensilado

en la dieta. Los *pelets* de todas las dietas no presentaron fracturas (tabla 4).

La longitud de los *pelets* de las dietas experimentales fue mayor (de 0,4 mm a 0,6 mm) que el alimento balanceado comercial (de 0,3 mm a 0,5 mm). El diámetro fue el mismo para todas las dietas (de 1,5 mm a 2 mm) y el número de *pelets* por gramo fue más alto en las dietas con ensilado (tabla 4).

Tabla 4. Características de apariencia y tamaño de las dietas correspondientes a ambas etapas de cultivo.

Dieta	Apariencia			Tamaño		
	Aspecto de la superficie	Color	Fracturas	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Número de <i>pelets</i> por gramo
0 % de ensilado	Ligeramente rugosa	Marrón claro	Sin fracturas	0,4 a 0,6	1,5 a 2,0	39 a 40
7,5 % de ensilado	Moderadamente rugosa	Marrón ligeramente oscuro	Sin fracturas	0,4 a 0,6	1,5 a 2,0	49 a 50
15 % de ensilado	Rugosa	Marrón oscuro	Sin fracturas	0,4 a 0,6	1,5 a 2,0	48 a 49
Alimento balanceado comercial	Ligeramente rugosa	Gris	Sin fracturas	0,3 a 0,5	1,5 a 2,0	41 a 42

Las dietas experimentales presentaron densidades relativamente más bajas (por debajo 1,1 g/ml) que la del alimento balanceado comercial (1,20). Sin embargo, las dietas de la segunda etapa tuvieron mayor densidad que las de la primera etapa (alrededor de 1,17 g/ml) (tabla 5). La hidroestabilidad del *pelet* de las dietas de la segunda etapa fue mayor que la de la primera. Las dietas de la segunda etapa que presentaron ensilado, tuvieron mayor capacidad de absorción de agua que las de la primera; en las otras dietas fue similar en ambas etapas (tabla 5).

Tabla 5. Densidad, hidroestabilidad y capacidad de absorción de agua de las dietas.

Dieta	Densidad (g/ml)		Hidroestabilidad (%)		Capacidad de absorción de agua (%)	
	Primera etapa	Segunda etapa	Primera etapa	Segunda etapa	Primera etapa	Segunda etapa
0 % de ensilado	1,03	1,16	89,4	98,8	214,4	217,8
7,5 % de ensilado	1,02	1,15	85,5	97,7	172,2	191,9
15 % de ensilado	1,08	1,19	88,9	93,6	177,7	201,1
Alimento balanceado comercial	1,20	1,20	95,1	93,9	183,7	181,9

## 4.2. Primera etapa de cultivo.

### 4.2.1. Crecimiento del langostino.

El peso promedio del langostino en ocho semanas de cultivo a partir de 0,81 g de peso promedio inicial fue 1,79 g; 1,48 g, 1,69 g y 4,16 g; en tanto que la tasa de crecimiento específica promedio en peso fue 0,13 g/semana, 0,08 g/semana, 0,11 g/semana y 0,41 g/semana; obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (Tabla 6). El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre los pesos promedios de los tratamientos al inicio del cultivo; pero sí entre pesos promedios finales y entre las tasas de crecimiento específica promedio en peso (tabla 13). La prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) mostró que con el alimento balanceado comercial se lograron mayores peso promedio final y tasa de crecimiento específica promedio en peso (tabla 14); formándose dos subgrupos homogéneos: subgrupo 1 (AABB) y subgrupo 2 (D0%, D7,5% y D15%) en ambos casos (tabla 16).

En la figura 4 se ve claramente que los pesos promedio del langostino alimentado con las dietas experimentales durante casi todo el cultivo fueron menores que el del langostino alimentado con alimento balanceado comercial.

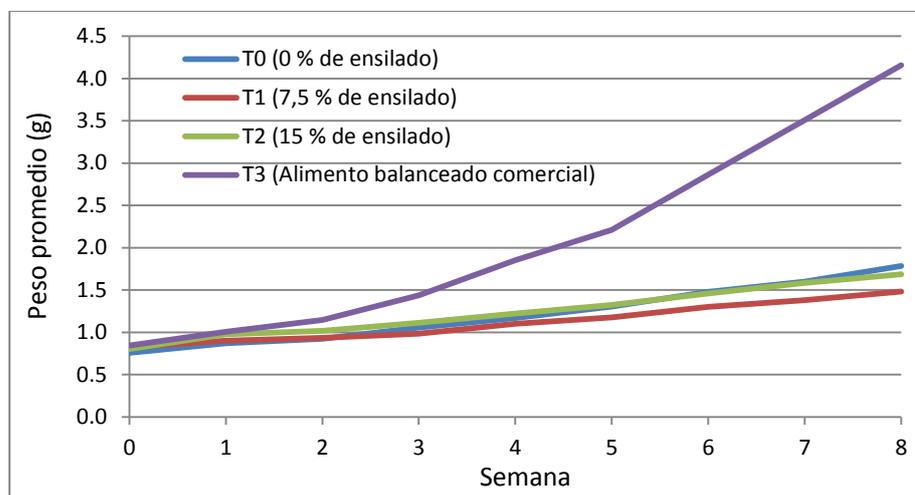


Figura 4. Peso promedio del langostino por tratamiento en el primera etapa.

Así mismo, las tasas de crecimiento específica promedio en peso del langostino de las dietas experimentales fueron similares y menores que la del langostino alimentado con alimento balanceado comercial, como se observa en la figura 5.

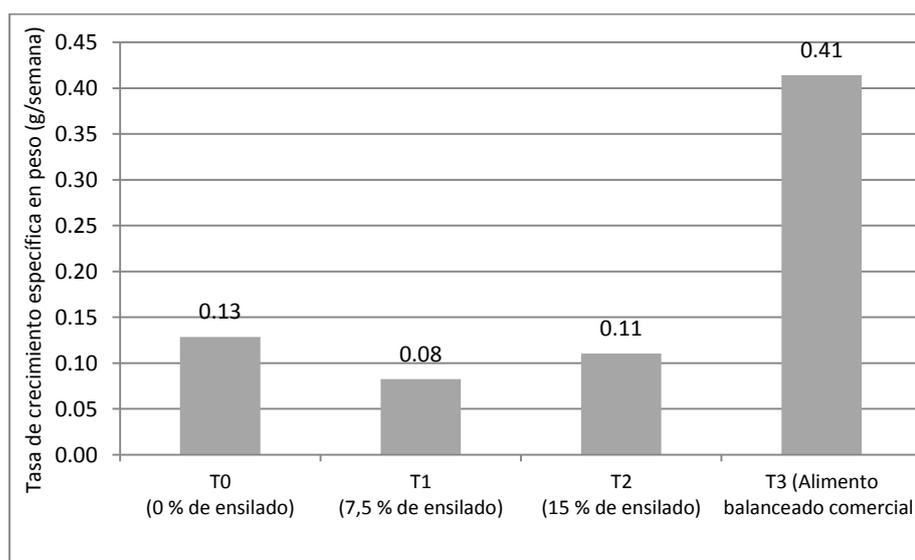


Figura 5. Tasa de crecimiento específica en peso del langostino por tratamiento en la primera etapa.

De la misma forma que en el peso promedio, la longitud promedio del langostino en ocho semanas de cultivo a partir 4,85 cm de longitud promedio inicial fue 6,14 cm, 5,88 cm, 6,11 cm y 8,11 cm; en tanto que la tasa de crecimiento específica promedio en longitud fue 0,17 cm/semana, 0,13 cm/semana, 0,16 cm/semana y 0,40 cm/semana; obtenidas por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (Tabla 7). El análisis de varianza ( $p>0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre las longitudes promedios de los tratamientos al inicio del cultivo; pero sí entre longitudes promedios finales y entre las tasas de crecimiento específica promedio en longitud (tabla 13). La prueba de Tukey ( $p>0,05$ ) mostró que con el alimento balanceado comercial se lograron mayores longitud promedio final y tasa de crecimiento específica promedio en longitud (tabla 14); formándose dos subgrupos homogéneos: subgrupo 1 (AABB) y subgrupo 2 (D0%, D7,5% y D15%) en ambos casos (tabla 15).

Al igual que en el peso promedio, en la figura 6 se ve claramente que las longitudes promedio del langostino alimentado con las dietas experimentales durante casi todo el cultivo fueron similares y menores que la del langostino alimentado con AABB.

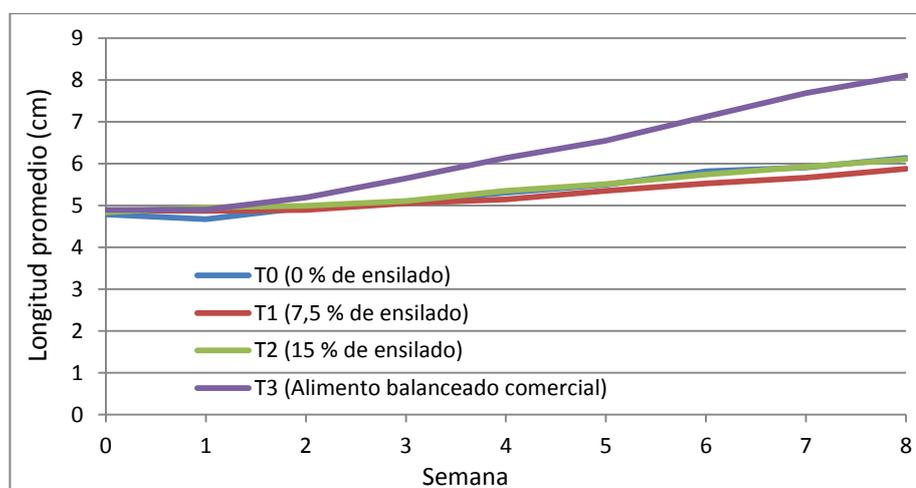


Figura 6. Longitud promedio del langostino por tratamiento en la primera etapa.

Así mismo, en la figura 7 se nota que las tasas de crecimiento específica promedio en longitud del langostino de las dietas experimentales fueron similares y menores que la del langostino alimentado con alimento balanceado comercial.

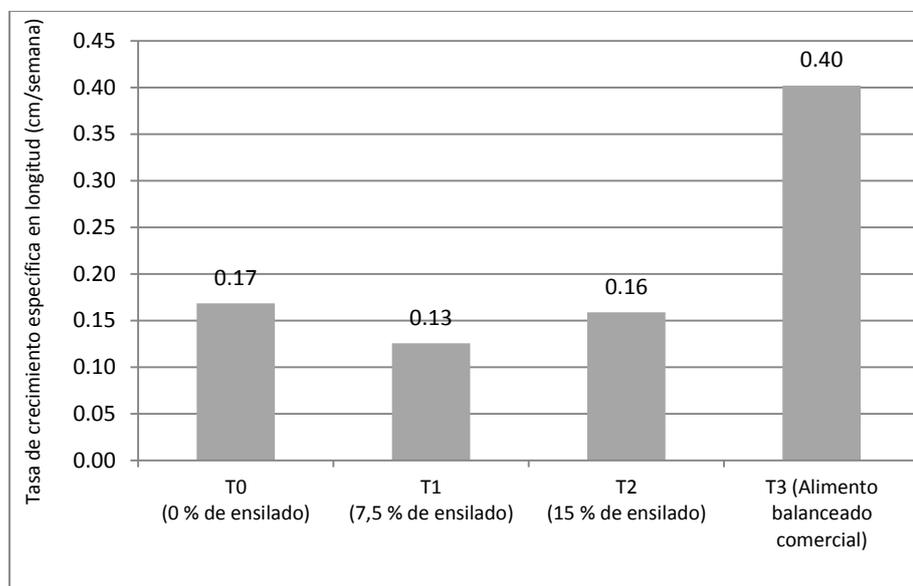


Figura 7. Tasa de crecimiento específica en longitud del langostino por tratamiento en la primera etapa.

#### 4.2.2. Relación peso-longitud y factor de condición.

En la figura 8, se muestra la relación peso longitud ( $\text{Peso} = a(\text{longitud})^b$ ), donde el coeficiente “a” indica el factor de condición y “b”, el crecimiento alométrico o isométrico del langostino respecto al peso y la longitud en cada tratamiento.

El factor de condición del langostino (expresado como coeficiente “a”) fue 0,0117, 0,0082, 0,0121 y 0,0087 por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente. El valor “b” fue 2,7519, 2,9499, 2,7388 y 2,9485, respectivamente. Nótese que a un mayor valor de “b”, menor valor de “a”.

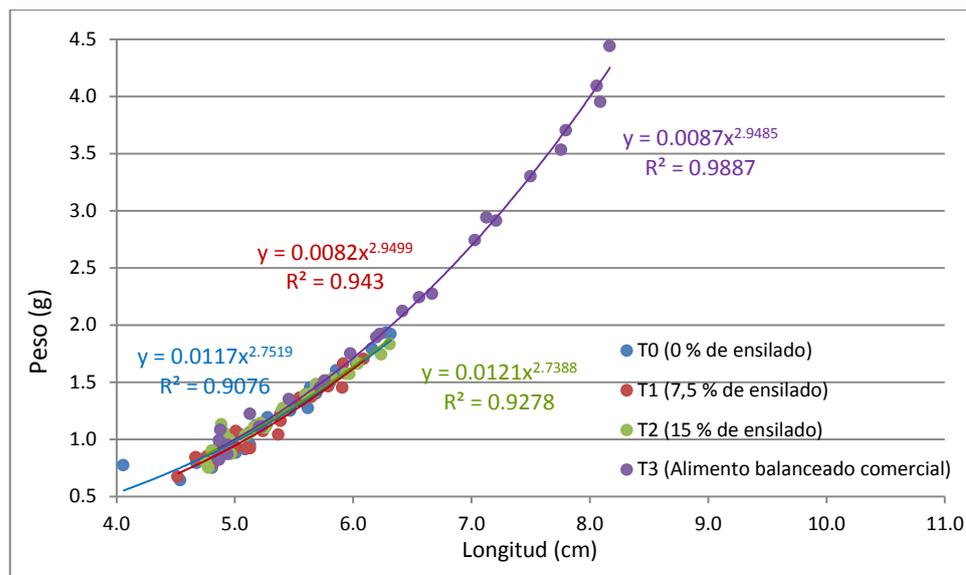


Figura 8. Relación peso-longitud del langostino por tratamiento en la primera etapa de cultivo.

#### 4.2.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio.

El incremento de biomasa promedio del langostino en ocho semanas de cultivo fue 10,29 g; 5,97 g, 8,83 g y 33,15 g, obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (tabla 8). El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) determinó que hubo diferencia altamente significativa entre los incrementos de biomasa promedios de los tratamientos (tabla 13). La prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) mostró que con el alimento balanceado comercial se lograron mayores incrementos de biomasa promedio (tabla 14); formándose dos subgrupos homogéneos: subgrupo 1 (AABB) y subgrupo 2 (D0%, D7,5% y D15%) (tabla 15).

En la figura 9, se nota claramente que los incrementos de biomasa promedios del langostino alimentado con las dietas experimentales durante casi todo el cultivo fueron similares y menores que el del langostino alimentado con alimento balanceado comercial.

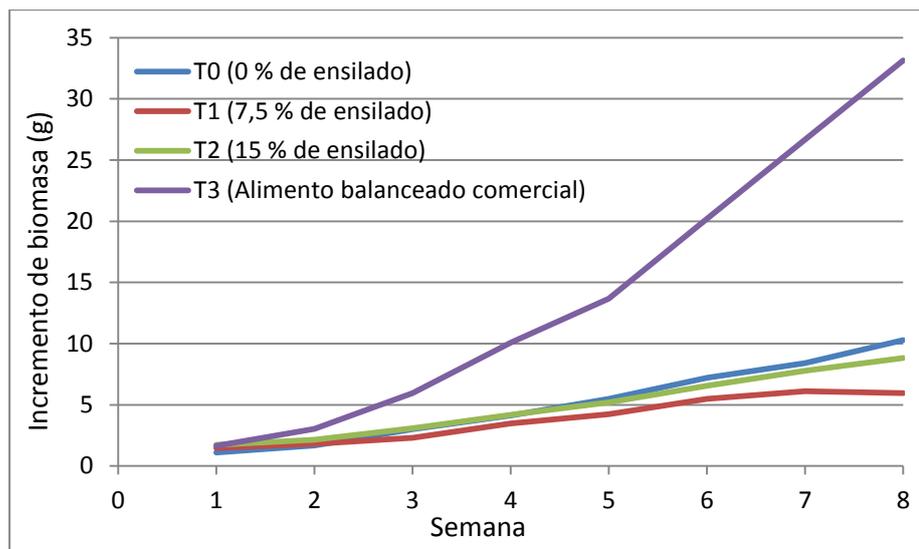


Figura 9. Incremento de biomasa del langostino por tratamiento en la primera etapa.

El factor de conversión alimenticio promedio al final del cultivo fue 2,02, 2,96, 2,47 y 1,52, obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (tabla 11). El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre los factores de conversión alimenticios promedios de los tratamientos (tabla 13). La prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) no mostró diferencia entre los tratamientos (tabla 14); formándose un solo subgrupo homogéneo: subgrupo 1 (AABB, D0%, D7,5% y D15%) (tabla 15).

En la figura 10, se puede ver que los factores de conversión alimenticios promedios correspondientes a las dietas experimentales fueron mayores al principio del cultivo; disminuyendo progresivamente hasta mantenerse casi constante en las cuatro últimas semanas. En estas semanas, las dietas con ensilado mantuvieron valores por encima de las otras dietas; siendo menor el del alimento balanceado comercial.

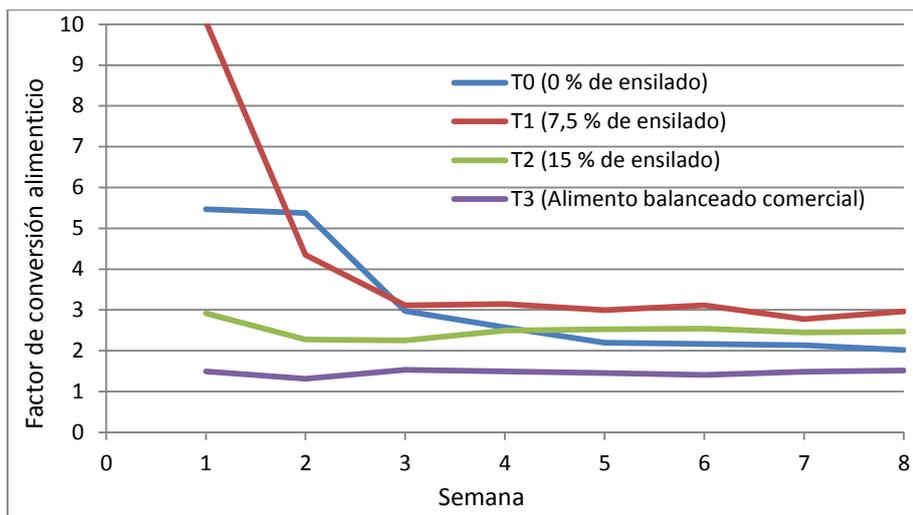


Figura 10. Factor de conversión alimenticio del langostino por tratamiento en la primera etapa.

#### 4.2.4. Observaciones casuales externas en el langostino.

Durante las primeras cuatro semanas del cultivo se observaron en 5 a 6 langostinos de cada acuario (50 % a 60 %), coloración roja en los urópodos que fue desapareciendo en las siguientes semanas.

#### 4.2.5. Supervivencia del langostino.

La supervivencia fue del 100 % en todos los tratamientos.

#### 4.2.6. Parámetros de calidad de agua del cultivo.

La temperatura y la salinidad del agua de los acuarios fueron prácticamente constantes en todos ellos. Estos parámetros se mantuvieron en un rango de 27 °C a 28 °C y de 32 ‰ a 34 ‰, respectivamente.

### **4.3. Segunda etapa de cultivo.**

#### **4.3.1. Crecimiento del langostino.**

El langostino en dos semanas de cultivo a partir de peso promedio inicial de 3,12 g, 3,28 g, 3,25 g y 3,31 g, alcanzó peso promedio final de 3,73 g; 3,74 g, 3,77 g y 4,18 g; en tanto que la tasa de crecimiento específica promedio en peso fue 0,30 g/semana, 0,23 g/semana, 0,26 g/semana y 0,43 g/semana; obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (tabla 11). El análisis de varianza ( $p>0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre los pesos promedios de los tratamientos al inicio y al final de la segunda etapa; pero sí entre las tasas de crecimiento específicas promedio en peso (tabla 16). La prueba de Tukey ( $p>0,05$ ) determinó diferencias significativas entre tasas de crecimiento del AABB y las dietas D7,5% y D15%; pero no estas últimas entre sí. La dieta D0% no presentó diferencias significativas con el resto de dietas (tabla 17); formándose dos subgrupos homogéneos: subgrupo 1 (AABB y D0%) y subgrupo 2 (D0%, D7,5% y D15%) (tabla 18).

Durante el periodo de cultivo se observa que los pesos promedio del langostino alimentado con dietas experimentales fueron menores que el del langostino con alimento balanceado comercial (figura 11).

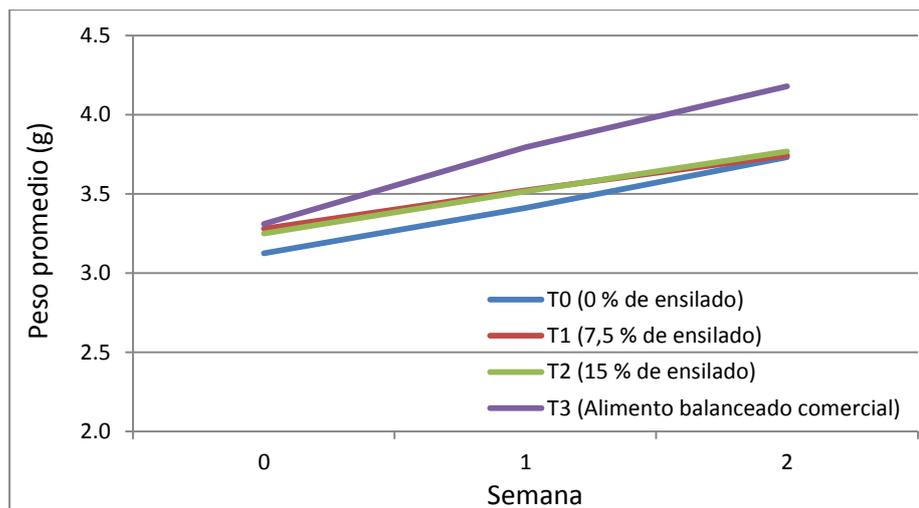


Figura 11. Peso promedio del langostino por tratamiento en la segunda etapa.

En la figura 12, la tasa de crecimiento específica promedio en peso del langostino de la D0% se encuentra entre la del AABB y las dietas D7,5% y D15%; siendo estas últimas similares entre sí y menores que la tasa del langostino alimentado con alimento balanceado comercial.

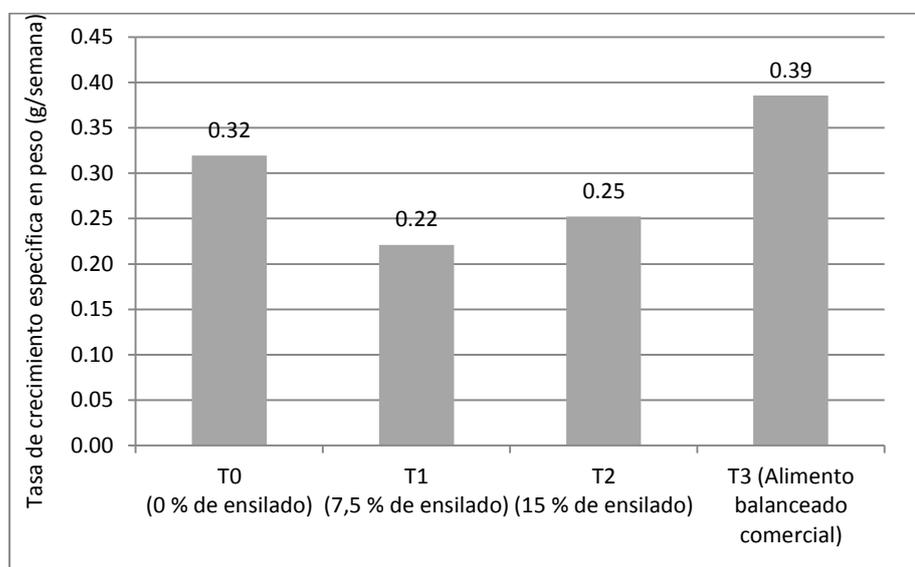


Figura 12. Tasa de crecimiento específica en peso del langostino por tratamiento en la segunda etapa.

El langostino a partir de longitud promedio inicial de 7,41 cm, 7,51 cm, 7,55 cm y 7,54 cm, alcanzó peso promedio final de 7,83 cm; 7,84 cm, 7,81 cm y 7,93 cm; en tanto que la tasa de crecimiento específica promedio en longitud fue 0,21 cm/semana, 0,17 cm/semana, 0,13 cm/semana y 0,20 cm/semana; obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (Tabla 11). El análisis de varianza ( $p>0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre las longitudes promedios de los tratamientos al inicio y al final de la segunda etapa; así como también entre las tasas de crecimiento específicas promedio en longitud (tabla 16). La prueba de Tukey ( $p>0,05$ ) determinó que no hubo diferencias significativas entre sí (tabla 17); formándose sólo un subgrupo homogéneo: subgrupo 1 (AABB, D0%, D7,5% y D15%) en cada caso (tabla 18).

En la figura 13 se aprecia una ligera superioridad de las longitudes promedio del langostino alimentado con alimento balanceado comercial respecto a las del resto de las dietas que fueron menores y muy similares al final de la etapa de cultivo.

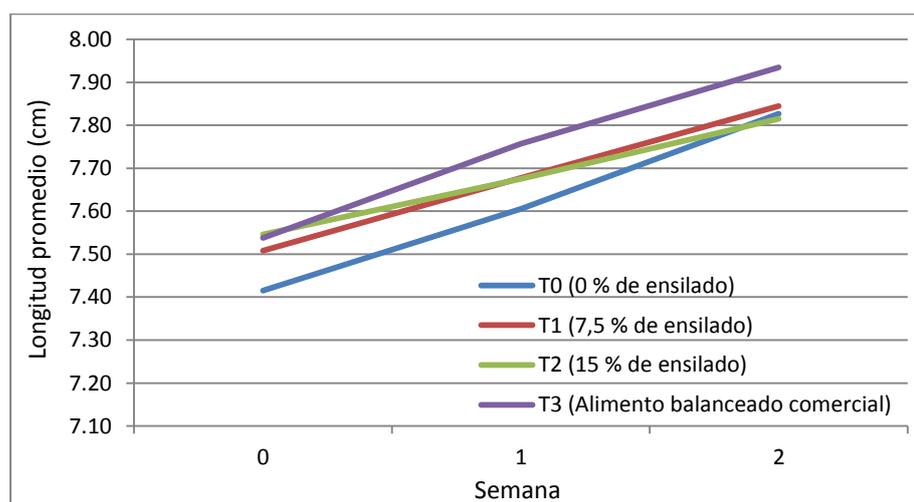


Figura 13. Longitud promedio del langostino por tratamiento en la segunda etapa.

En la figura 14, la tasa de crecimiento específica promedio en longitud del langostino de la D0% y AABB fueron similares y ligeramente superiores a las de las dietas D7,5% y D15%; siendo estas últimas ligeramente diferentes.

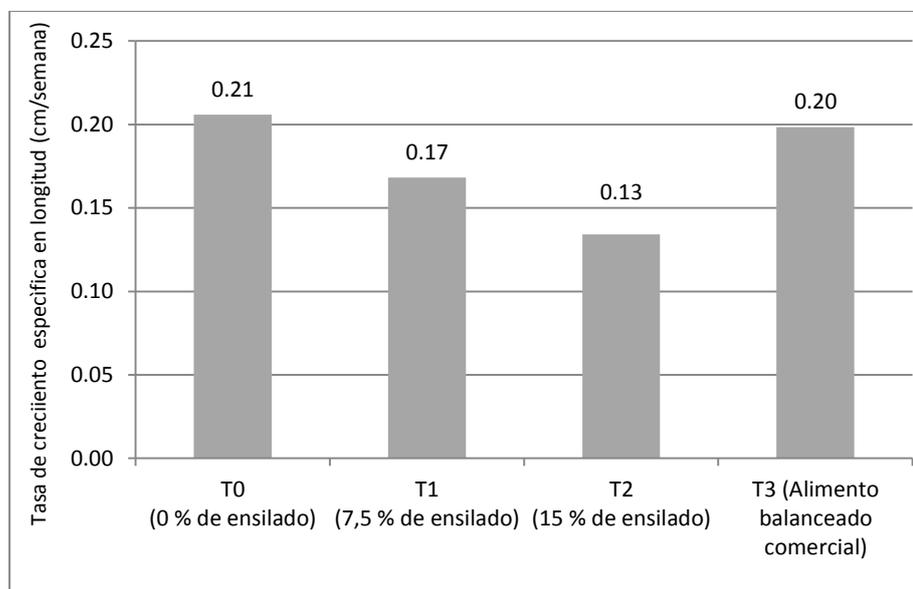


Figura 14. Tasa de crecimiento específica en longitud del langostino por tratamiento en la segunda etapa.

#### 4.3.2. Relación peso-longitud y factor de condición.

En la figura 15, se muestra a través de la relación peso longitud que el factor de condición del langostino (expresado como coeficiente "a") fue 0,0364, 0,0098, 0,0019 y 0,0072 por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente. El valor "b" fue 2,2369, 2,8853, 3,6785 y 3,0548, respectivamente. Al igual que en la primera etapa de cultivo, un mayor valor de "b" le corresponde un menor valor de "a".

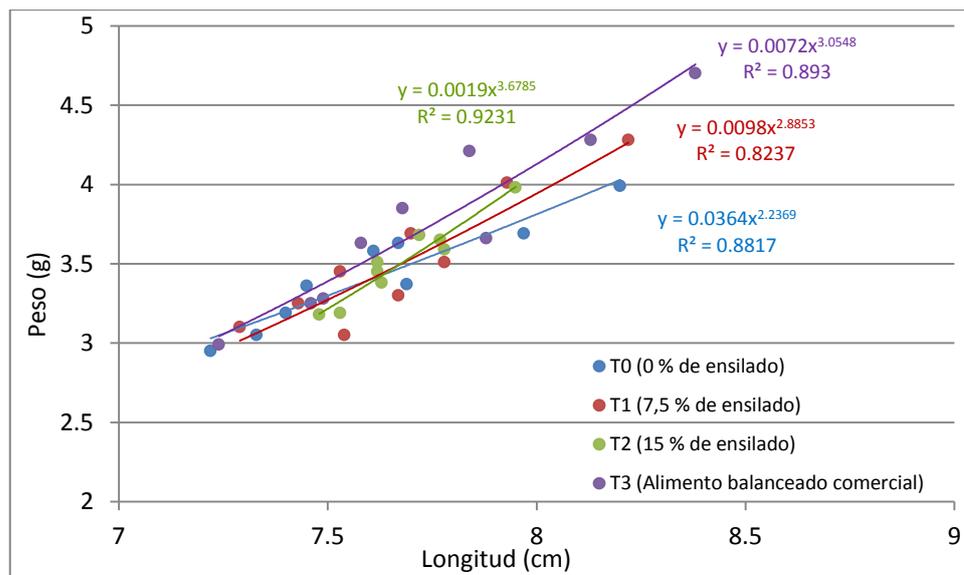


Figura 15. Relación peso-longitud del langostino por tratamiento en la segunda etapa de cultivo.

#### 4.3.3. Incremento de biomasa y factor de conversión alimenticio.

El incremento de biomasa promedio del langostino en dos semanas de cultivo fue 3,64 g, 2,78 g, 3,12 g y 5,22 g, obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (Tabla 12). El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) determinó que hubo diferencia significativa entre los incrementos de biomasa promedios de los tratamientos (tabla 16). La prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) determinó diferencias significativas entre el AABB y las dietas D7,5% y D15%; pero no estas últimas entre sí. La dieta D0% no presentó diferencias significativas con el resto de dietas (tabla 17); formándose dos subgrupos homogéneos: subgrupo 1 (AABB y D0%) y subgrupo 2 (D0%, D7,5% y D15%) (tabla 18).

Al final de la segunda etapa, el incremento de biomasa del langostino de la D0% se encuentra entre la del AABB y las dietas D7,5% y D15%; siendo estas últimas similares entre sí y menores que el incremento de biomasa del langostino alimentado con alimento balanceado comercial (figura 15).

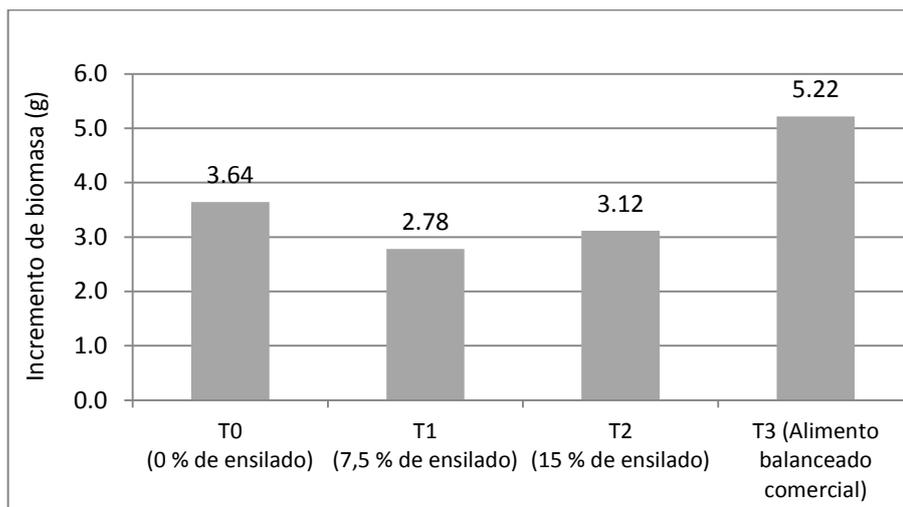


Figura 16. Incremento de biomasa del langostino por tratamiento en la segunda etapa.

El factor de conversión alimenticio promedio al final de la segunda etapa de cultivo fue 2,75, 2,78, 3,08 y 2,66, obtenidos por efecto de las dietas D0% (T0), D7,5% (T1), D15% (T2) y AABB (T3), respectivamente (Tabla 12). El análisis de varianza ( $p > 0,05$ ) determinó que no hubo diferencia significativa entre los factores de conversión alimenticios promedios de los tratamientos (tabla 16). La prueba de Tukey ( $p > 0,05$ ) no mostró diferencia entre los tratamientos (tabla 17); formándose un solo subgrupo homogéneo: subgrupo 1 (AABB, D0%, D7,5% y D15%) (tabla 18).

En la figura 17, se puede ver que los factores de conversión alimenticios promedios correspondientes a las dietas D0% y D7,5% fueron ligeramente mayores que el del AABB; siendo mayor el de la dieta D15%.

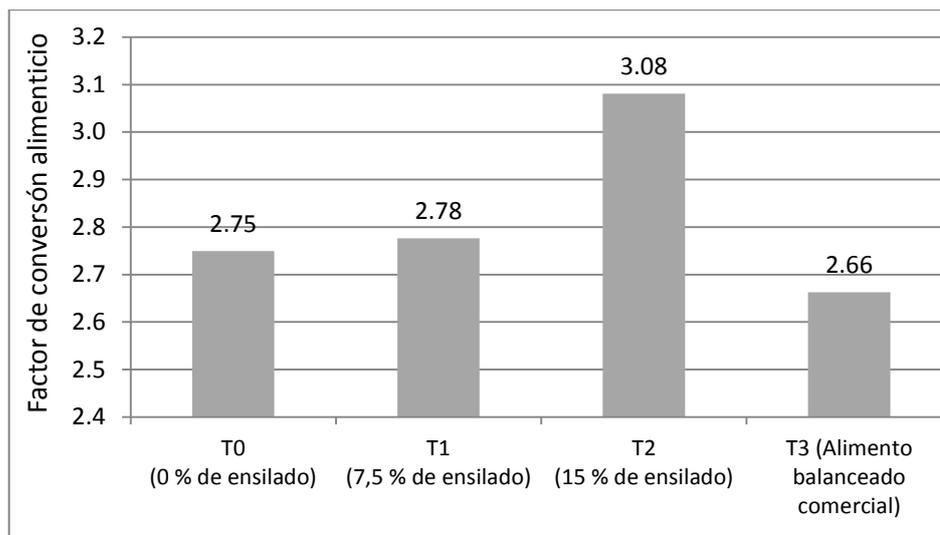


Figura 17. Factor de conversión alimenticio del langostino por tratamiento en la segunda etapa de cultivo.

#### 4.3.4. Observaciones casuales externas en el langostino.

Durante las dos semanas de cultivo en la segunda etapa del cultivo, no se observaron langostinos con coloración roja en los urópodos.

#### 4.3.5. Supervivencia del langostino.

La supervivencia fue del 100 % en todos los tratamientos.

#### 4.3.6. Parámetros de calidad de agua del cultivo.

La temperatura y la salinidad del agua de los acuarios fueron prácticamente contantes en todos ellos. Estos parámetros se mantuvieron en un rango de 28 °C a 29 °C y de 32 ‰ a 34 ‰, respectivamente.

## 5. DISCUSIÓN.

Los resultados de esta investigación (en ambas etapas del cultivo) muestran que la inclusión de hasta un 15 % de ensilado biológico seco de residuos de *Dosidicus gigas* en la dieta, en sustitución parcial de la harina de pescado, tiene el mismo efecto en el crecimiento que sin su inclusión; pero revelan diferencia significativa favorable para el alimento balanceado comercial. La sustitución parcial o total de la harina de pescado en la dieta bajo los mismos ingredientes y condiciones de fabricación ofrecen los mismos resultados, como lo reporta Marquez (2006), quien sustituyendo totalmente la harina de pescado por ensilado de músculo del manto de calamar *Dosidicus gigas* no obtuvo diferencias significativas; siendo el incremento de peso promedio en ocho semanas de 2,68 g (0,34 g/semana), superior al obtenido en esta investigación con las dietas experimentales (0,23 y 0,25 g/semana). Esta diferencia puede deberse a la diferencia del porcentaje de proteína en la dietas (35 % y 31 %, respectivamente) y/o a la calidad de la materia prima para la elaboración del ensilado (músculo del manto y residuos de pota, respectivamente).

Otros investigadores como, Bernal-Rodríguez *et al.* (2013) reemplazando la harina de pescado hasta 10,2 % por ensilado biológico de desechos de sierra, logró los mismos efectos en el crecimiento y digestibilidad en juveniles de *Litopenaeus vannamei* que la dieta sin ensilado. Asimismo, en otras especies, González *et al.* (2007), compararon cinco dietas para *Litopenaeus schmitti* (un alimento comercial y cuatro dietas con la incorporación de diferente concentración de ensilado biológico de pescado) con valores de proteína entre 34,5 % a 40,8 %, el 15 % de inclusión de ensilado no mostró diferencia significativa en el crecimiento del langostino respecto a la dieta comercial. En esta misma especie, Balsinde *et al.* (2003) reporta que en tres dietas elaboradas con la tecnología de extrusión, sustituyendo harina de pescado por ensilado, la dieta con 16 % de inclusión logró los mejores resultados en el factor de conversión del alimento y ganancia en peso de los animales.

Las diferencias significativas obtenidas en el crecimiento, favorables al alimento balanceado comercial, pueden ser debidas a las deficientes características físicas de las dietas, como consecuencia del tamaño de la partícula de los ingredientes; pues los resultados de crecimiento obtenidos por las dietas D0%, D7,5% y D15% en la segunda etapa (donde los principales ingredientes fueron molidos hasta tres veces más que en la primera etapa de cultivo; obteniéndose tamaños de partículas más pequeñas), mejoraron. Las características físicas influyen en el crecimiento; así Cruz-Suarez (2006) manifiesta que tamaños relativamente grandes (mayores a 270  $\mu$ ) de partículas de los ingredientes y escasa uniformidad, aumentan la rugosidad de la superficie del *pelet* y por ende la hidroestabilidad; influyendo en el crecimiento. Los resultados de este trabajo indican superficies rugosas, baja densidad y baja hidroestabilidad del *pelet* en las dietas experimentales de la primera etapa y se observó un bajo consumo de las dietas experimentales; lo que puede haber afectado negativamente en el crecimiento del langostino.

Asimismo, otra de las razones por la que se ha alcanzado un menor crecimiento con las dietas experimentales respecto al alimento balanceado comercial, puede ser el porcentaje elevado de grasa en estas dietas (21,7 % a 23,9 %) en comparación con el alimento balanceado comercial (7,9 %); pues, Akiyama (1992) restringe en general, este componente nutricional para langostinos de 5,5 % a 6,5 % en la dieta. El alto porcentaje de grasa en las dietas experimentales puede deberse al polvillo de arroz como también al ensilado utilizado.

Aunque ha habido diferencias hasta casi el doble entre los promedios más alto y más bajo en el factor de conversión alimenticio, no se encontró una diferencia significativa. Esto implica que las dietas con ensilado son igualmente efectivas que la dieta sin ensilado y el alimento balanceado comercial. Este último, debió ser más eficiente por cuanto tuvo un mayor porcentaje de proteína que las otras dietas; sin embargo, se debe considerar que la presencia de bacterias ácido lácticas en el ensilado digieren

parcialmente las proteínas, dejando disponible los aminoácidos para ser aprovechados, tal como lo sostienen Cabrera y Fadrugas (2005).

Sin embargo, el factor de conversión alimenticio fue relativamente más alto en las dietas experimentales (2,02 a 3,08) respecto a los reportados por Marquez (2006) quien menciona valores de 1,86 para dieta con ensilado y 1,85 para dieta con harina de pescado. Probablemente estas diferencias tengan que ver con la calidad de los ingredientes, características físicas de las dietas y el alimento residual que se puede haber considerado como consumido por el langostino. Cabe indicar que el langostino ingiere alimento húmedo de textura blanda; no así un alimento con partículas relativamente grandes que son duras por cuanto no han podido ser molidas hasta conseguir un menor tamaño; terminando en el rechazo del alimento tal como lo sostiene Cruz-Suarez (2006).

## 6. CONCLUSIONES.

- 6.1. La inclusión de hasta un 15 % de ensilado biológico seco de residuos de *Dosidicus gigas* en la dieta para *Litopenaeus vannamei*, en sustitución parcial de la harina de pescado, tuvo el mismo efecto en el crecimiento y factor de conversión alimenticio que sin su inclusión.
- 6.2. Las dietas con inclusión del ensilado tuvieron diferencia significativa en el crecimiento del langostino favorable para el alimento balanceado comercial; no así en el factor de conversión alimenticio.
- 6.3. Los tamaños de partículas relativamente menores de los principales ingredientes mejoran las características físicas de las dietas afectando positivamente en el crecimiento del langostino.
- 6.4. La tasa de crecimiento específica promedio en peso de la primera etapa de cultivo, obtenida por efecto de las dietas D0%, D7,5%, D15% y AABB, fue 0,13 g/semana, 0,08 g/semana, 0,11 g/semana y 0,41 g/semana, y de la segunda etapa: 0,30 g/semana, 0,23 g/semana, 0,26 g/semana y 0,43 g/semana, respectivamente; aumentando notablemente en las dietas experimentales.
- 6.5. El factor de conversión alimenticio promedio al final de la primera etapa, obtenido por efecto de las dietas D0%, D7,5%, D15% y AABB, fue 2,02, 2,96, 2,47 y 1,52; en tanto que en la segunda etapa fue 2,75, 2,78, 3,08 y 2,66, respectivamente; no habiendo diferencia significativa favorable.
- 6.6. El ensilado biológico de residuos de pota constituye una fuente de proteína alternativa en la formulación de dietas para el langostino.

## **7. RECOMENDACIONES.**

- 7.1. Determinar la composición química nutricional del ensilado seco de residuos de pota y del polvillo de arroz a utilizar para formular dietas que cumplan los niveles y restricciones establecidas de los componentes nutricionales y que permitan la posibilidad de probar mayores niveles de sustitución de la harina de pescado por este ensilado.
- 7.2. Probar estas dietas con características físicas y tecnología de fabricaciones óptimas; principalmente en el molido de los ingredientes hasta lograr partículas de tamaño adecuado y uniforme.
- 7.3. Elaborar ensilado a partir de pota íntegra rechazada para consumo humano directo y poner a prueba su efecto en el crecimiento y factor de conversión en el langostino.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Akiyama, Dean M. "Future considerations for shrimp nutrition and the aquaculture feed industry", In. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming 1992*, edited by Jim Wyban, 198-205. Baton Rouge, USA: WorldAquacultureSociety, 1992.
- Areche, Nicanor y Ziska Berenz. "Ensilado de residuos de pescado por bacterias del yogurt". *Boletines Instituto de Investigaciones Técnicas Pesqueras*. Perú, vol. 3, N°1 (1989): 26-28.
- Balsinde, Mayra, Ileana Fraga y José Galindo. "Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para el camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*)". *Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*, (2003): 303-309.  
<http://www.civa2003.org>
- Berenz, Ziska. "Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos", en *Tratamiento y utilización de residuos de origen animal, pesquero y alimenticio en la alimentación animal*, 1994. Editado por Vilda Figueroa y Manuel Sánchez, 15-28. Estudio FAO Producción animal y sanidad animal, 1994.
- Bermúdez, Julio, Jairo Rodríguez, Alvaro Ocampo y Lourdes Peñuela. "Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractusbrachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeisguineensis* - *Elaeioleifera*)". *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 11, N° 2 (1999). Accedido el 24 de marzo, 2015.<http://www.lrrd.org/lrrd11/2/ocam112.htm>
- Bernal-Rodríguez, Carlos, Milton Spanopoulos-Hernández, Crisanteman Hernández-González, Guillermo Barba-Quintero y Jorge Ruelas-Inzunza. "Sustitución parcial de harina de pescado por ensilado biológico en dietas para juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei*

(Boone, 1931)". *El Bohío*, Vol. 3, No. 8 (2013): 22-30. Accedido el 24 de marzo, 2015.

[http://www.academia.edu/7057159/Sustituci%C3%B3n\\_parcial\\_de\\_harina\\_de\\_pescado\\_por\\_ensilado\\_biol%C3%B3gico\\_en\\_dietas\\_para\\_juveniles\\_Litopenaeus\\_vannamei\\_Boone\\_1931](http://www.academia.edu/7057159/Sustituci%C3%B3n_parcial_de_harina_de_pescado_por_ensilado_biol%C3%B3gico_en_dietas_para_juveniles_Litopenaeus_vannamei_Boone_1931)

Cabrera Y., y A. Fadrugas. "Probióticos y salud: una reflexión necesaria". *Rev. Cubana Med. Gen. Integr.* 21:3-4, 2005.

Chien, Yew-Hu. "Water quality requirements and management for marine shrimp culture" in *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming, 1992*, Edited by Jim Wyban, 144-156. Baton Rouge, USA: WorldAquacultureSociety, 1992.

Chirinos, Octavio, Leonardo Adachi, Chris de la Torre, Alland Ortega, Pilar Ramírez. "Industrialización y exportación de derivados de la pota". Trabajo de Investigación. Universidad ESAN, 2009.

Cruz-Suarez, Elizabeth, Perla Ruiz-Días, Estrella Cota-Cerecer, Marta Nieto-López, Claudio Guajardo-Barbosa, Mireya Tapia-Salazar, David Villarreal-Cavazos y Denis Ricque-Marie. Revisión de algunas características físicas y control de calidad de alimentos comerciales para camarón en México. En: *Avances en Nutrición Acuícola VIII*, editado por Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, Nieto-López M., Villarreal-Cavazos, D., Puello-Cruz, A. y García-Ortega, A. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 2006.

Dávila, Evelyn, Josselyne Medina y Wálter Reyes. "Crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium inca* (Holthuis, 1950) (Crustacea, palaemonidae) alimentadas con ensilado biológico". *Rev. Intropica*, Vol. 8. (2013): 79-86. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/intropica/article/view/742>

Encomendero, Eleuterio y Félix Uchpa. "Producción de ensilado biológico de subproductos de Concha de Abanico (*Argopectenpurpuratus*)". *Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura* (2002): 292-298. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://www.civa2002.org>.

García Tasai, Humberto Villarreal-Colmenares y Jorge Fenucci (edit). *Manual de ingredientes proteicos y aditivos empleados en la formulación de alimentos balanceados para camarones peneidos*. Subprograma II "acuicultura". Universidad Nacional Mar del Plata. [http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2794/MANUAL\\_INGREDIENTES\\_PROTEICOS.pdf](http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2794/MANUAL_INGREDIENTES_PROTEICOS.pdf)

González, Deokie, José Córdoba, Federico Indorf y Esperanza Buitrago. "Estudios preliminares en la formulación de dietas para camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*) utilizando ensilado de pescado". *FCV-LUZ*, Vol. XVII, N° 2 (2007): 166-172. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95917210>

Huet, Marcel. *Tratado de piscicultura*. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa. 1998.

Llanes, José, Aliro Bórquez, Javier Alcaino, José Toledo. "Composición físico-química y digestibilidad de los ensilajes de residuos pesqueros en el salmón del Atlántico (*Salmosalar*)". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 45, N° 4 (2011): 417-422 pp. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193022260012>

Llanes, José, Aliro Bórquez, José Toledo y José Lazo de la Vega. "Digestibilidad aparente de los ensilajes de residuos pesqueros en tilapias rojas (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*)". *Zootecnia Tropical*, vol. 28, N°4 (2010): 499-505. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://www.scielo.org.ve/pdf/zt/v28n4/art06.pdf>

- Marquez, Ignacio. "Evaluación in vivo de una dieta incluida con ensilado de calamar para camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*)". Tesis para Ingeniero en Pesquerías, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 2011.
- Martínez-Vega, Arturo, Elizabeth Cruz-Suarez y Denis Ricque-Marie. "Composición corporal y proceso de secado del calamar gigante *Dosidicus gigas*". *Ciencia y Mar* (1993): 35-38. Accedido el 24 de marzo, 2015. <http://www.umar.mx/revistas/11/dosidicus.pdf>
- Olaya, César. "Análisis bromatológico del ensilado biológico de residuos de *Oncorhynchus mikiss* (Walbaum, 1792), trucha arco iris". Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Tumbes, 2005.
- Tacon, Albert G. *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados.*- Manual de capacitación. FAO, 1989. <http://www.fao.org/3/contents/60051bb9-bd0e-5631-b5e1-9b5ec8e51998/AB492S00.htm>
- Tresierra, Alvaro. "Metodología de la investigación científica". Trabajo monográfico. Universidad Nacional de Trujillo, 2000.
- Tresierra, Alvaro, Zoila Culquichichón y B. Veneros. *Dinámica de poblaciones de peces*. Trujillo, Perú: Editorial Libertad. 1995.
- Velasco, M., A.L. Lawrence, F.L. Castille, L.G. Obaldo. "Dietary protein requirement for *Litopenaeus vannamei*". In: *Avances en Nutrición Acuícola V*, editado por Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R, 181-192. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 2000.

## 9. ANEXOS.

Tabla 6. Peso promedio del langostino alcanzado semanalmente y tasa de crecimiento específica en peso correspondiente a la primera etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Peso promedio (g)									Tasa de crecimiento específica en peso (g/semana)
		Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	
T0 (0 % de ensilado)	1	0,64	0,91	1,04	1,19	1,31	1,45	1,66	1,79	1,92	0,16
	2	0,75	0,77	0,79	0,87	0,95	1,12	1,27	1,40	1,50	0,09
	3	0,88	0,93	0,95	1,12	1,25	1,35	1,51	1,60	1,93	0,13
	Promedio	0,76	0,87	0,92	1,06	1,17	1,31	1,48	1,60	1,79	0,13
T1 (7,5 % de ensilado)	1	0,67	0,84	0,83	0,80	0,88	0,90	0,92	1,07	1,04	0,05
	2	0,92	0,79	0,85	0,93	1,07	1,16	1,33	1,37	1,45	0,07
	3	0,88	1,06	1,12	1,22	1,36	1,46	1,66	1,70	1,96	0,13
	Promedio	0,82	0,90	0,93	0,98	1,10	1,17	1,30	1,38	1,48	0,08
T2 (15 % de ensilado)	1	0,75	1,00	1,06	1,10	1,25	1,25	1,41	1,53	1,66	0,11
	2	0,79	1,03	1,06	1,11	1,27	1,47	1,57	1,74	1,83	0,13
	3	0,87	0,90	0,94	1,13	1,14	1,25	1,39	1,48	1,57	0,09
	Promedio	0,80	0,98	1,02	1,11	1,22	1,32	1,46	1,58	1,69	0,11
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	0,87	0,99	1,22	1,45	1,89	2,24	2,94	3,70	3,95	0,38
	2	0,84	1,08	1,11	1,35	1,75	2,12	2,74	3,30	4,09	0,41
	3	0,82	0,95	1,11	1,51	1,92	2,27	2,91	3,53	4,44	0,45
	Promedio	0,84	1,01	1,15	1,44	1,85	2,21	2,86	3,51	4,16	0,41

Tabla 7. Longitud promedio del langostino alcanzado semanalmente y tasa de crecimiento específica en longitud correspondiente a la primera etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Longitud promedio (cm)									Tasa de crecimiento específica en longitud (cm/semana)
		Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	
T0 (0 % de ensilado)	1	4,54	5,09	5,05	5,28	5,48	5,64	6,03	6,16	6,32	0,22
	2	4,81	4,06	4,68	4,82	4,97	5,27	5,62	5,69	5,81	0,12
	3	5,01	4,87	5,13	5,18	5,47	5,57	5,79	5,86	6,28	0,16
	Promedio	4,79	4,67	4,95	5,09	5,31	5,49	5,81	5,90	6,14	0,17
T1 (7,5 % de ensilado)	1	4,52	4,67	4,69	4,76	4,88	4,87	5,10	5,24	5,37	0,11
	2	5,13	4,82	4,77	5,01	5,01	5,39	5,56	5,65	5,91	0,10
	3	4,98	5,13	5,21	5,39	5,55	5,79	5,92	6,09	6,36	0,17
	Promedio	4,88	4,87	4,89	5,05	5,15	5,35	5,53	5,66	5,88	0,13
T2 (15 % de ensilado)	1	4,78	4,95	4,91	5,26	5,41	5,40	5,67	5,83	6,04	0,16
	2	4,76	5,09	5,14	5,17	5,41	5,72	5,94	6,24	6,31	0,19
	3	4,97	4,81	4,93	4,89	5,22	5,41	5,60	5,69	5,97	0,13
	Promedio	4,84	4,95	4,99	5,11	5,35	5,51	5,74	5,92	6,11	0,16
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	4,94	4,87	5,13	5,72	6,20	6,56	7,13	7,80	8,09	0,39
	2	4,86	4,88	5,23	5,46	5,98	6,42	7,03	7,50	8,06	0,40
	3	4,87	4,94	5,21	5,76	6,23	6,67	7,21	7,76	8,17	0,41
	Promedio	4,89	4,90	5,19	5,65	6,14	6,55	7,12	7,69	8,11	0,40

Tabla 8. Incremento de biomasa del langostino alcanzado semanalmente en la primera etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Incremento de biomasa (g)							
		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
T0 (0 % de ensilado)	1	2,67	3,94	5,44	6,66	8,02	10,14	11,46	12,74
	2	0,21	0,38	1,20	2,06	3,76	5,21	6,57	7,58
	3	0,47	0,70	2,36	3,66	4,67	6,26	7,19	10,54
	Promedio	1,12	1,67	3,00	4,13	5,48	7,20	8,41	10,29
T1 (7,5 % de ensilado)	1	1,75	1,62	1,26	2,08	2,31	2,50	4,02	3,74
	2	0,06	0,25	1,06	1,42	2,36	4,04	4,48	5,25
	3	1,83	2,40	3,43	4,80	5,84	7,76	8,15	10,77
	Promedio	1,48	1,82	2,31	3,49	4,23	5,49	6,11	5,97
T2 (15 % de ensilado)	1	2,48	3,06	3,50	5,03	4,99	6,58	7,80	9,10
	2	2,40	2,66	3,17	4,83	6,82	7,83	9,49	10,35
	3	0,32	0,73	2,60	2,67	3,77	5,23	6,10	7,03
	Promedio	1,73	2,15	3,09	4,18	5,19	6,55	7,80	8,83
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	1,18	3,44	5,81	10,17	13,70	20,73	28,28	30,75
	2	2,46	2,76	5,10	9,09	12,78	19,04	24,65	32,50
	3	1,31	2,88	6,93	11,00	14,54	20,86	27,06	36,20
	Promedio	1,65	3,03	5,95	10,09	13,67	20,21	26,66	33,15

Tabla 9. Cantidad de alimento consumido semanalmente por el langostino en la primera etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Consumo acumulado de alimento (g)							
		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
T0 (0 % de ensilado)	1	2,32	3,55	6,12	8,38	10,89	14,86	17,54	21,04
	2	2,35	4,03	6,31	8,56	10,94	14,29	16,52	19,13
	3	2,04	3,22	5,94	8,43	10,84	14,38	16,94	19,86
	Promedio	2,24	3,60	6,13	8,46	10,89	14,51	17,00	20,01
T1 (7,5 % de ensilado)	1	1,65	2,67	4,41	6,31	8,23	11,53	13,22	15,35
	2	1,70	2,58	4,70	6,99	9,07	12,46	14,49	16,72
	3	1,64	2,62	4,86	7,07	9,25	12,71	14,70	17,24
	Promedio	1,66	2,62	4,66	6,79	8,85	12,23	14,14	16,44
T2 (15 % de ensilado)	1	3,36	4,43	7,77	10,41	12,76	16,10	18,22	20,71
	2	1,88	3,05	6,30	8,98	12,10	15,94	18,29	20,89
	3	2,11	3,09	6,60	9,47	12,25	16,44	18,75	21,91
	Promedio	2,45	3,52	6,89	9,62	12,37	16,16	18,42	21,17
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	2,25	4,18	9,02	15,06	19,46	27,84	39,16	49,27
	2	1,97	3,69	8,76	14,70	20,16	28,92	38,95	49,41
	3	2,33	4,01	9,14	15,15	19,76	28,45	40,38	51,71
	Promedio	2,18	3,96	8,97	14,97	19,79	28,40	39,50	50,13

Tabla 10. Factor de conversión alimenticio alcanzado semanalmente por el langostino en la primera etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Factor de conversión alimenticio							
		semana 1	semana 2	semana 3	semana 4	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8
T0 (0 % de ensilado)	1	0,87	0,90	1,13	1,26	1,36	1,47	1,53	1,65
	2	11,20	10,61	5,26	4,16	2,91	2,74	2,51	2,52
	3	4,34	4,61	2,52	2,30	2,32	2,30	2,35	1,88
	Promedio	5,47	5,37	2,97	2,57	2,20	2,17	2,13	2,02
T1 (7,5 % de ensilado)	1	0,94	1,65	3,50	3,03	3,57	4,61	3,29	4,10
	2	28,35	10,30	4,43	4,92	3,84	3,08	3,24	3,19
	3	0,90	1,09	1,42	1,47	1,58	1,64	1,80	1,60
	Promedio	10,06	4,35	3,12	3,14	3,00	3,11	2,78	2,96
T2 (15 % de ensilado)	1	1,35	1,45	2,22	2,07	2,56	2,45	2,34	2,28
	2	0,78	1,15	1,99	1,86	1,77	2,03	1,93	2,02
	3	6,60	4,23	2,54	3,55	3,25	3,14	3,07	3,12
	Promedio	2,91	2,27	2,25	2,49	2,53	2,54	2,45	2,47
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	1,90	1,21	1,55	1,48	1,42	1,34	1,38	1,60
	2	0,80	1,34	1,72	1,62	1,58	1,52	1,58	1,52
	3	1,78	1,39	1,32	1,38	1,36	1,36	1,49	1,43
	Promedio	1,49	1,31	1,53	1,49	1,45	1,41	1,49	1,52

Tabla 11. Peso promedio, tasa de crecimiento específica en peso, longitud promedio y tasa de crecimiento específica en longitud del langostino en la segunda etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Peso promedio (g)			Tasa de crecimiento específica en peso (g/semana)	Longitud promedio (cm)			Tasa de crecimiento específica en longitud (cm/semana)
		Semana 0	Semana 1	Semana 2		Semana 0	Semana 1	Semana 2	
T0 (0 % de ensilado)	1	3,37	3,69	3,99	0,31	7,69	7,97	8,20	0,25
	2	2,95	3,19	3,58	0,32	7,22	7,40	7,61	0,20
	3	3,05	3,36	3,63	0,29	7,33	7,45	7,67	0,17
	Promedio	3,12	3,41	3,73	0,30	7,41	7,61	7,83	0,21
T1 (7,5 % de ensilado)	1	3,10	3,25	3,45	0,17	7,29	7,43	7,53	0,12
	2	3,05	3,30	3,51	0,23	7,54	7,67	7,78	0,12
	3	3,69	4,01	4,28	0,29	7,70	7,93	8,22	0,26
	Promedio	3,28	3,52	3,74	0,23	7,51	7,68	7,84	0,17
T2 (15 % de ensilado)	1	3,38	3,59	3,98	0,30	7,63	7,78	7,95	0,16
	2	3,19	3,51	3,68	0,24	7,53	7,62	7,72	0,10
	3	3,18	3,45	3,65	0,23	7,48	7,62	7,77	0,15
	Promedio	3,25	3,52	3,77	0,26	7,55	7,68	7,81	0,13
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	3,28	3,85	4,21	0,47	7,49	7,68	7,84	0,18
	2	2,99	3,25	3,63	0,32	7,24	7,46	7,58	0,17
	3	3,66	4,28	4,70	0,52	7,88	8,13	8,38	0,25
	Promedio	3,31	3,79	4,18	0,43	7,54	7,76	7,93	0,20

Tabla 12. Incremento de biomasa, cantidad de alimento consumido y factor de conversión alimenticio del langostino en la segunda etapa de cultivo.

Tratamiento	Repetición	Incremento de biomasa (g)			Consumo de alimento (g)			Factor de conversión alimenticio		
		Semana 1	Semana 2	Total	Semana 1	Semana 2	Total	Semana 1	Semana 2	Total
T0 (0 % de ensilado)	1	1,88	1,81	3,69	4,89	5,59	10,48	2,60	3,09	2,84
	2	1,44	2,34	3,78	2,56	7,28	9,84	1,78	3,11	2,60
	3	1,86	1,60	3,46	4,69	5,04	9,73	2,52	3,15	2,81
	Promedio	1,73	1,92	3,64	4,05	5,97	10,02	2,34	3,11	2,75
T1 (7,5 % de ensilado)	1	0,92	1,17	2,09	3,15	3,46	6,61	3,42	2,96	3,16
	2	1,52	1,22	2,74	4,26	3,92	8,18	2,80	3,21	2,99
	3	1,93	1,59	3,52	3,8	4,59	8,39	1,97	2,89	2,38
	Promedio	1,46	1,33	2,78	3,74	3,99	7,73	2,57	3,01	2,78
T2 (15 % de ensilado)	1	1,29	2,34	3,63	4,62	4,56	9,18	3,58	1,95	2,53
	2	1,93	1,00	2,93	4,87	4,59	9,46	2,53	4,59	3,23
	3	1,60	1,20	2,80	5,09	5,09	10,18	3,19	4,24	3,64
	Promedio	1,60	1,51	3,12	4,86	4,75	9,61	3,03	3,14	3,08
T3 (Alimento balanceado comercial)	1	3,42	2,16	5,58	7,64	6,03	13,67	2,23	2,79	2,45
	2	1,54	2,30	3,84	5,51	6,86	12,37	3,59	2,98	3,22
	3	3,76	2,48	6,24	8,99	6,66	15,65	2,39	2,69	2,51
	Promedio	2,91	2,31	5,22	7,38	6,52	13,90	2,54	2,82	2,66

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **primera etapa** utilizando el programa SPSS Statistics 22.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso inicial (semana 0)	Entre grupos	,012	3	,004	,449	,725
	Dentro de grupos	,074	8	,009		
	Total	,086	11			
Peso final (semana 8)	Entre grupos	14,303	3	4,768	53,904	,000
	Dentro de grupos	,708	8	,088		
	Total	15,011	11			
Tasa crecimiento específica en peso	Entre grupos	,214	3	,071	62,164	,000
	Dentro de grupos	,009	8	,001		
	Total	,224	11			
Longitud inicial (semana 0)	Entre grupos	,019	3	,006	,151	,926
	Dentro de grupos	,344	8	,043		
	Total	,363	11			
Longitud final (semana 8)	Entre grupos	9,718	3	3,239	35,833	,000
	Dentro de grupos	,723	8	,090		
	Total	10,441	11			
Tasa crecimiento específica en longitud	Entre grupos	,142	3	,047	38,157	,000
	Dentro de grupos	,010	8	,001		
	Total	,152	11			
Incremento de biomasa	Entre grupos	1380,605	3	460,202	59,469	,000
	Dentro de grupos	61,908	8	7,738		
	Total	1442,513	11			
Factor de conversión alimenticio	Entre grupos	3,452	3	1,151	2,149	,172
	Dentro de grupos	4,284	8	,536		
	Total	7,736	11			

Tabla 14. Comparaciones múltiples (HSD Tukey,  $p>0,05$ ) entre los tratamientos de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **primera etapa de cultivo** utilizando el programa SPSS Statistics 22.

Variable dependiente	(I) Dieta	(J) Dieta	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso inicial (semana 0)	0	1	-,06667	,07835	,829	-,3176	,1842
		2	-,04667	,07835	,931	-,2976	,2042
		3	-,08667	,07835	,696	-,3376	,1642
	1	0	,06667	,07835	,829	-,1842	,3176
		2	,02000	,07835	,994	-,2309	,2709
		3	-,02000	,07835	,994	-,2709	,2309
	2	0	,04667	,07835	,931	-,2042	,2976
		1	-,02000	,07835	,994	-,2709	,2309
		3	-,04000	,07835	,954	-,2909	,2109
	3	0	,08667	,07835	,696	-,1642	,3376
		1	,02000	,07835	,994	-,2309	,2709
		2	,04000	,07835	,954	-,2109	,2909
Peso final (semana 8)	0	1	,30000	,24283	,624	-,4776	1,0776
		2	,09667	,24283	,977	-,6810	,8743
		3	-2,37667*	,24283	,000	-3,1543	-1,5990
	1	0	-,30000	,24283	,624	-1,0776	,4776
		2	-,20333	,24283	,836	-,9810	,5743
		3	-2,67667*	,24283	,000	-3,4543	-1,8990
	2	0	-,09667	,24283	,977	-,8743	,6810
		1	,20333	,24283	,836	-,5743	,9810
		3	-2,47333*	,24283	,000	-3,2510	-1,6957
	3	0	2,37667*	,24283	,000	1,5990	3,1543
		1	2,67667*	,24283	,000	1,8990	3,4543
		2	2,47333*	,24283	,000	1,6957	3,2510
Tasa crecimiento específica en peso	0	1	,04333	,02769	,447	-,0453	,1320
		2	,01667	,02769	,929	-,0720	,1053
		3	-,28667*	,02769	,000	-,3753	-,1980
	1	0	-,04333	,02769	,447	-,1320	,0453
		2	-,02667	,02769	,773	-,1153	,0620
		3	-,33000*	,02769	,000	-,4187	-,2413
	2	0	-,01667	,02769	,929	-,1053	,0720
		1	,02667	,02769	,773	-,0620	,1153
		3	-,30333*	,02769	,000	-,3920	-,2147
	3	0	,28667*	,02769	,000	,1980	,3753
		1	,33000*	,02769	,000	,2413	,4187
		2	,30333*	,02769	,000	,2147	,3920
Longitud inicial (semana 0)	0	1	-,09000	,16931	,949	-,6322	,4522
		2	-,05000	,16931	,990	-,5922	,4922
		3	-,10333	,16931	,926	-,6455	,4389
	1	0	,09000	,16931	,949	-,4522	,6322
		2	,04000	,16931	,995	-,5022	,5822
		3	-,01333	,16931	1,000	-,5555	,5289
	2	0	,05000	,16931	,990	-,4922	,5922
		1	-,04000	,16931	,995	-,5822	,5022
		3	-,05333	,16931	,988	-,5955	,4889
	3	0	,10333	,16931	,926	-,4389	,6455
		1	,01333	,16931	1,000	-,5289	,5555
		2	,05333	,16931	,988	-,4889	,5955
Longitud final (semana 8)	0	1	,25667	,24549	,729	-,5295	1,0428
		2	,03000	,24549	,999	-,7562	,8162
		3	-1,97000*	,24549	,000	-2,7562	-1,1838
	1	0	-,25667	,24549	,729	-1,0428	,5295
		2	-,22667	,24549	,794	-1,0128	,5595
		3	-2,22667*	,24549	,000	-3,0128	-1,4405
	2	0	-,03000	,24549	,999	-,8162	,7562
		1	,22667	,24549	,794	-,5595	1,0128
		3	-2,00000*	,24549	,000	-2,7862	-1,2138
	3	0	1,97000*	,24549	,000	1,1838	2,7562
		1	2,22667*	,24549	,000	1,4405	3,0128
		2	2,00000*	,24549	,000	1,2138	2,7862

Continúa en la siguiente página

Tasa crecimiento específica en longitud	0	1	,04000	,02877	,538	-,0521	,1321
		2	,00667	,02877	,995	-,0855	,0988
		3	-,23333*	,02877	,000	-,3255	-,1412
	1	0	-,04000	,02877	,538	-,1321	,0521
		2	-,03333	,02877	,667	-,1255	,0588
		3	-,27333*	,02877	,000	-,3655	-,1812
	2	0	-,00667	,02877	,995	-,0988	,0855
		1	,03333	,02877	,667	-,0588	,1255
		3	-,24000*	,02877	,000	-,3321	-,1479
	3	0	,23333*	,02877	,000	,1412	,3255
		1	,27333*	,02877	,000	,1812	,3655
		2	,24000*	,02877	,000	,1479	,3321
Incremento de biomasa	0	1	3,70000	2,27134	,416	-3,5736	10,9736
		2	1,46000	2,27134	,915	-5,8136	8,7336
		3	-22,86333*	2,27134	,000	-30,1370	-15,5897
	1	0	-3,70000	2,27134	,416	-10,9736	3,5736
		2	-2,24000	2,27134	,761	-9,5136	5,0336
		3	-26,56333*	2,27134	,000	-33,8370	-19,2897
	2	0	-1,46000	2,27134	,915	-8,7336	5,8136
		1	2,24000	2,27134	,761	-5,0336	9,5136
		3	-24,32333*	2,27134	,000	-31,5970	-17,0497
	3	0	22,86333*	2,27134	,000	15,5897	30,1370
		1	26,56333*	2,27134	,000	19,2897	33,8370
		2	24,32333*	2,27134	,000	17,0497	31,5970
Factor de conversión alimenticio	0	1	-,94667	,59750	,438	-2,8601	,9667
		2	-,45667	,59750	,868	-2,3701	1,4567
		3	,50000	,59750	,836	-1,4134	2,4134
	1	0	,94667	,59750	,438	-,9667	2,8601
		2	,49000	,59750	,844	-1,4234	2,4034
		3	1,44667	,59750	,150	-,4667	3,3601
	2	0	,45667	,59750	,868	-1,4567	2,3701
		1	-,49000	,59750	,844	-2,4034	1,4234
		3	,95667	,59750	,429	-,9567	2,8701
	3	0	-,50000	,59750	,836	-2,4134	1,4134
		1	-1,44667	,59750	,150	-3,3601	,4667
		2	-,95667	,59750	,429	-2,8701	,9567

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 15. Subgrupos homogéneos de la prueba HSD Tukey<sup>a</sup> ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **primera etapa de cultivo** utilizando el programa SPSS Statistics 22. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Variable	Tratamiento (Dieta)	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
			1	2
Peso inicial (semana 0)	T0 (0 % de ensilado)	3	,7567	
	T2 (15 % de ensilado)	3	,8033	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	,8233	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	,8433	
	Sig.		,696	
Peso final (semana 8)	T1 (7,5 % de ensilado)	3	1,4833	
	T2 (15 % de ensilado)	3	1,6867	
	T0 (0 % de ensilado)	3	1,7833	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		4,16
	Sig.		0,624	1
Tasa crecimiento específica en peso	T1 (7,5 % de ensilado)	3	0,0833	
	T2 (15 % de ensilado)	3	0,11	
	T0 (0 % de ensilado)	3	0,1267	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		0,4133
	Sig.		0,447	1
Longitud inicial (semana 0)	T0 (0 % de ensilado)	3	4,7867	
	T2 (15 % de ensilado)	3	4,8367	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	4,8767	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	4,8900	
	Sig.		,926	
Longitud final (semana 8)	T1 (7,5 % de ensilado)	3	5,88	
	T2 (15 % de ensilado)	3	6,1067	
	T0 (0 % de ensilado)	3	6,1367	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		8,1067
	Sig.		0,729	1
Tasa crecimiento específica en longitud	T1 (7,5 % de ensilado)	3	0,1267	
	T2 (15 % de ensilado)	3	0,16	
	T0 (0 % de ensilado)	3	0,1667	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		0,4
	Sig.		0,538	1
	T2 (15 % de ensilado)	3	,007400	
	T0 (0 % de ensilado)	3	,007700	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	,007800	
Sig.		,060		
Incremento de biomasa	T1 (7,5 % de ensilado)	3	6,5867	
	T2 (15 % de ensilado)	3	8,8267	
	T0 (0 % de ensilado)	3	10,2867	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		33,15
	Sig.		0,416	1
Factor de conversión alimenticio	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	1,5167	
	T0 (0 % de ensilado)	3	2,0167	
	T2 (15 % de ensilado)	3	2,4733	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	2,9633	
	Sig.		,150	

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,0.

Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **segunda etapa de cultivo** utilizando el programa SPSS Statistics 22.

Variable		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso inicial (semana 0)	Entre grupos	,061	3	,020	,269	,846
	Dentro de grupos	,601	8	,075		
	Total	,661	11			
Peso final (semana 2)	Entre grupos	,418	3	,139	,954	,460
	Dentro de grupos	1,169	8	,146		
	Total	1,587	11			
Tasa crecimiento específica en peso	Entre grupos	,076	3	,025	6,280	,017
	Dentro de grupos	,032	8	,004		
	Total	,108	11			
Longitud inicial (semana 0)	Entre grupos	,033	3	,011	,209	,887
	Dentro de grupos	,426	8	,053		
	Total	,459	11			
Longitud final (semana 2)	Entre grupos	,026	3	,009	,086	,966
	Dentro de grupos	,817	8	,102		
	Total	,844	11			
Tasa crecimiento específica en longitud	Entre grupos	,009	3	,003	1,132	,393
	Dentro de grupos	,022	8	,003		
	Total	,032	11			
Incremento de biomasa	Entre grupos	10,470	3	3,490	6,133	,018
	Dentro de grupos	4,553	8	,569		
	Total	15,023	11			
Factor de conversión alimenticio	Entre grupos	,314	3	,105	,613	,625
	Dentro de grupos	1,368	8	,171		
	Total	1,682	11			

Tabla 17. Comparaciones múltiples (HSD Tukey,  $p>0,05$ ) entre los tratamientos de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **segunda etapa de cultivo** utilizando el programa SPSS Statistics 22.

Variable dependiente	(I) Dieta	(J) Dieta	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Peso inicial (semana 0)	0	1	-,15667	,22377	,894	-,8733	,5599
		2	-,12667	,22377	,939	-,8433	,5899
		3	-,18667	,22377	,837	-,9033	,5299
	1	0	,15667	,22377	,894	-,5599	,8733
		2	,03000	,22377	,999	-,6866	,7466
		3	-,03000	,22377	,999	-,7466	,6866
	2	0	,12667	,22377	,939	-,5899	,8433
		1	-,03000	,22377	,999	-,7466	,6866
		3	-,06000	,22377	,993	-,7766	,6566
	3	0	,18667	,22377	,837	-,5299	,9033
		1	,03000	,22377	,999	-,6866	,7466
		2	-,06000	,22377	,993	-,6566	,7766
Peso final (semana 2)	0	1	-,01333	,31211	1,000	-1,0128	,9861
		2	-,03667	,31211	,999	-1,0361	,9628
		3	-,44667	,31211	,516	-1,4461	,5528
	1	0	,01333	,31211	1,000	-,9861	1,0128
		2	-,02333	,31211	1,000	-1,0228	,9761
		3	-,43333	,31211	,539	-1,4328	,5661
	2	0	,03667	,31211	,999	-,9628	1,0361
		1	,02333	,31211	1,000	-,9761	1,0228
		3	-,41000	,31211	,580	-1,4095	,5895
	3	0	,44667	,31211	,516	-,5528	1,4461
		1	,43333	,31211	,539	-,5661	1,4328
		2	,41000	,31211	,580	-,5895	1,4095
Tasa crecimiento específica en peso	0	1	,07667	,05180	,490	-,0892	,2426
		2	,05000	,05180	,772	-,1159	,2159
		3	-,13000	,05180	,133	-,2959	,0359
	1	0	-,07667	,05180	,490	-,2426	,0892
		2	-,02667	,05180	,953	-,1926	,1392
		3	-,20667*	,05180	,017	-,3726	-,0408
	2	0	-,05000	,05180	,772	-,2159	,1159
		1	,02667	,05180	,953	-,1392	,1926
		3	-,18000*	,05180	,034	-,3459	-,0141
	3	0	,13000	,05180	,133	-,0359	,2959
		1	,20667*	,05180	,017	,0408	,3726
		2	,18000*	,05180	,034	,0141	,3459
Longitud inicial (semana 0)	0	1	-,09667	,18841	,954	-,7000	,5067
		2	-,13333	,18841	,891	-,7367	,4700
		3	-,12333	,18841	,911	-,7267	,4800
	1	0	,09667	,18841	,954	-,5067	,7000
		2	-,03667	,18841	,997	-,6400	,5667
		3	-,02667	,18841	,999	-,6300	,5767
	2	0	,13333	,18841	,891	-,4700	,7367
		1	,03667	,18841	,997	-,5667	,6400
		3	,01000	,18841	1,000	-,5934	,6134
	3	0	,12333	,18841	,911	-,4800	,7267
		1	,02667	,18841	,999	-,5767	,6300
		2	-,01000	,18841	1,000	-,6134	,5934
Longitud final (semana 2)	0	1	-,01667	,26097	1,000	-,8524	,8191
		2	,01333	,26097	1,000	-,8224	,8491
		3	-,10667	,26097	,975	-,9424	,7291
	1	0	,01667	,26097	1,000	-,8191	,8524
		2	,03000	,26097	,999	-,8057	,8657
		3	-,09000	,26097	,985	-,9257	,7457
	2	0	-,01333	,26097	1,000	-,8491	,8224
		1	-,03000	,26097	,999	-,8657	,8057
		3	-,12000	,26097	,966	-,9557	,7157
	3	0	,10667	,26097	,975	-,7291	,9424
		1	,09000	,26097	,985	-,7457	,9257
		2	,12000	,26097	,966	-,7157	,9557

Continúa en la página siguiente

Tasa crecimiento específica en longitud	0	1	,04000	,04301	,790	-,0977	,1777
		2	,07000	,04301	,417	-,0677	,2077
		3	,00667	,04301	,999	-,1311	,1444
	1	0	-,04000	,04301	,790	-,1777	,0977
		2	,03000	,04301	,895	-,1077	,1677
		3	-,03333	,04301	,864	-,1711	,1044
	2	0	-,07000	,04301	,417	-,2077	,0677
		1	-,03000	,04301	,895	-,1677	,1077
		3	-,06333	,04301	,494	-,2011	,0744
	3	0	-,00667	,04301	,999	-,1444	,1311
		1	,03333	,04301	,864	-,1044	,1711
		2	,06333	,04301	,494	-,0744	,2011
Incremento de biomasa	0	1	,86000	,61595	,535	-1,1125	2,8325
		2	,52333	,61595	,830	-1,4492	2,4958
		3	-1,57667	,61595	,124	-3,5492	,3958
	1	0	-,86000	,61595	,535	-2,8325	1,1125
		2	-,33667	,61595	,945	-2,3092	1,6358
		3	-2,43667*	,61595	,018	-4,4092	-,4642
	2	0	-,52333	,61595	,830	-2,4958	1,4492
		1	,33667	,61595	,945	-1,6358	2,3092
		3	-2,10000*	,61595	,037	-4,0725	-,1275
	3	0	1,57667	,61595	,124	-,3958	3,5492
		1	2,43667*	,61595	,018	,4642	4,4092
		2	2,10000*	,61595	,037	,1275	4,0725
Factor de conversión alimenticio	0	1	-,09333	,33759	,992	-1,1744	,9877
		2	-,38333	,33759	,680	-1,4644	,6977
		3	,02333	,33759	1,000	-1,0577	1,1044
	1	0	,09333	,33759	,992	-,9877	1,1744
		2	-,29000	,33759	,825	-1,3711	,7911
		3	,11667	,33759	,985	-,9644	1,1977
	2	0	,38333	,33759	,680	-,6977	1,4644
		1	,29000	,33759	,825	-,7911	1,3711
		3	,40667	,33759	,641	-,6744	1,4877
	3	0	-,02333	,33759	1,000	-1,1044	1,0577
		1	-,11667	,33759	,985	-1,1977	,9644
		2	-,40667	,33759	,641	-1,4877	,6744

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Tabla 18. Subgrupos homogéneos de la prueba HSD Tukey<sup>a</sup> ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos de las variables dependientes por efecto de las dietas experimentales en la **segunda etapa de cultivo** utilizando el programa SPSS Statistics 22. Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Variable	Tratamiento (Dieta)	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
			1	2
Peso inicial (semana 0)	T0 (0 % de ensilado)	3	3,1233	
	T2 (15 % de ensilado)	3	3,2500	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	3,2800	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	3,3100	
	Sig.		,837	
Peso final (semana 2)	T0 (0 % de ensilado)	3	3,7333	
	T2 (15 % de ensilado)	3	3,7467	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	3,7700	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	4,1800	
	Sig.		,516	
Tasa crecimiento específica en peso	T1 (7,5 % de ensilado)	3	,2300	
	T2 (15 % de ensilado)	3	,2567	
	T0 (0 % de ensilado)	3	,3067	,3067
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		,4367
	Sig.		,490	,133
Longitud inicial (semana 0)	T0 (0 % de ensilado)	3	7,4133	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	7,5100	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	7,5367	
	T2 (15 % de ensilado)	3	7,5467	
	Sig.		,891	
Longitud final (semana 2)	T2 (15 % de ensilado)	3	7,8133	
	T0 (0 % de ensilado)	3	7,8267	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	7,8433	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	7,9333	
	Sig.		,966	
Tasa crecimiento específica en longitud	T2 (15 % de ensilado)	3	,1367	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	,1667	
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	,2000	
	T0 (0 % de ensilado)	3	,2067	
	Sig.		,417	
Incremento de biomasa	T1 (7,5 % de ensilado)	3	2,7833	
	T2 (15 % de ensilado)	3	3,1200	
	T0 (0 % de ensilado)	3	3,6433	3,6433
	T3 (Alimento balanceado comercial)	3		5,2200
	Sig.		,535	,124
Factor de conversión alimenticio	T3 (Alimento balanceado comercial)	3	2,7267	
	T0 (0 % de ensilado)	3	2,7500	
	T1 (7,5 % de ensilado)	3	2,8433	
	T2 (15 % de ensilado)	3	3,1333	
	Sig.		,641	

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,0.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



**INFORME DE ENSAYO N° 191- 2015**

SOLICITANTE : **JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO**  
 DOMICILIO LEGAL : Pasaje Lima 136-Tumbes.  
 PRODUCTO DECLARADO : DIETA T<sub>0</sub>  
 DIETA T<sub>1</sub>  
 DIETA T<sub>2</sub>  
 ALIMENTO BALANCIADO COMERCIAL (ABC)  
 ESTADO/CONDICIÓN DE LA MUESTRA : Mezcla en harina/temperatura ambiente  
 MUESTREO : Realizado por el cliente  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 150 GRAMOS c/u  
 FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de polipropileno, sin litografiado  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 16-10-2015  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 19-10-2015  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 04-11-2015

ENSAYOS	RESULTADOS			
	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	ABC
Humedad (%)	7.56	8.61	8.45	8.70
Proteína (%)	30.13	31.19	31.18	32.92
Grasas (%)	23.94	21.65	21.96	7.92
Ceniza (%)	9.48	8.64	7.50	6.69
Fibra (%)	2.64	2.62	2.89	3.91
Carbohidratos (%)	26.25	27.29	28.02	39.86

MÉTODOS:  
 Humedad : NTP 209.264:2013  
 Proteína : NTP 209.262:2013  
 Grasas : NTP 209.263:2013  
 Ceniza : NTP 209.265:2013  
 Fibra : NTP 205.003:1980  
 Carbohidratos : Por diferencia



INFORME DE ENSAYO EMITIDO EN BASE A RESULTADOS OBTENIDOS EN NUESTRO LABORATORIO. VALIDO ÚNICAMENTE PARA LA MUESTRA PROPORCIONADA.  
 NO DEBE SER UTILIZADO COMO CERTIFICADO DE CONFORMIDAD. PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE DOCUMENTO.  
 ESTE DOCUMENTO ES VALIDO SOLO EN ORIGINAL. LA VALIDEZ DEL PRESENTE DOCUMENTO ES POR 45 DÍAS.

Piura, 04 de noviembre del 2015

*[Firma]*  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 Ing. Fidel Gonzales Mechato  
 C.I.P N° 63458  
 JEFE

INFORME DE ENSAYO. COD. R04T. VERSIÓN: 01  
 PA. 09.10.2014

DUC IN ALTUM "REMAR MAR ADENTRO" (Lucas 5,4)  
 Urb. Miraflores - Campus Universitario S/N - Castilla - Piura  
 Teléfonos: (073)-285251, anexo 2013 - (073) - 285203  
 labocontrolfip@unp.edu.pe  
 atencioncliente.labocontrolfip@gmail.com

Figura 18. Informe de los resultados del análisis nutricional de las dietas.

## DEDICATORIA

A mi amada esposa Magdalena,  
A mis queridos hijo, a mi madre y  
a la memoria de mi padre.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Mg. Ing. Marco Antonio Zapata Cruz. A los miembros del Jurado Dr. Ing. David Edilberto Saldarriaga Yacila, Mg. Ing. Martín Amaya Ayala y Dr. Ing. Leocadio Malca Acuña, por su valioso aporte en la formulación del proyecto de tesis, colaboración en la ejecución y recomendaciones en la redacción del informe final de tesis.

A los ingenieros Enrique Rosillo y Milagros Guevara Núñez, por la donación de juveniles de *Litopenaeus vannamei*.

Al señor Cruz Benavides Tiravanti por su apoyo en la ejecución de este trabajo.