

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



Efecto de dietas con bajas concentraciones de lecitina de soya sobre el crecimiento, muda y supervivencia de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius*

Tesis para optar el Título de BIÓLOGO ACUICULTOR

Tesistas:

Bach. Amy Jacqueline Acosta Hurtado

Bach. Deyvis Pedro Quiñones Ramos

Nuevo Chimbote – Perú  
2016

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



Efecto de dietas con bajas concentraciones de lecitina de soya sobre el crecimiento,  
muda y supervivencia de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius*

Tesis para optar el Título de BIÓLOGO ACUICULTOR

Sustentado por:

Bach. Amy Jacqueline Acosta Hurtado

Bach. Deyvis Pedro Quiñones Ramos

Revisado y Aprobado por el Asesor y Co-Asesor

---

Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos  
Asesor

---

Mg. Juan Carhuapoma Garay  
Co-Asesor

Nuevo Chimbote – Perú  
2016

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



Efecto de dietas con bajas concentraciones de lecitina de soya sobre el crecimiento,  
muda y supervivencia de machos del camarón de río *Cryphiops caementarius*

Tesis para optar el Título de BIÓLOGO ACUICULTOR

Sustentado por:

Bach. Amy Jacqueline Acosta Hurtado

Bach. Deyvis Pedro Quiñones Ramos

Revisado y Aprobado por el Jurado Evaluador

---

Dr. Guillermo Saldaña Rojas  
Presidente

---

Dr. Walter Eduardo Reyes Avalos  
Integrante

---

Mg. Juan Carhuapoma Garay  
Integrante

Nuevo Chimbote – Perú  
2016

## DEDICATORIA

*A Dios. Por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

*Para mis padres Erick Acosta Morales y Jacqueline Hurtado López por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.*

*Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.*

*A mis hermanas Astrid y Eva por estar siempre presentes acompañándome para poderme realizar como profesional.*

*A mi abuelita Hilda López Marcelo por apoyarme siempre.*

*A mi abuelita María Morales Medina porque a pesar que ya no se encuentra en este mundo, la llevo siempre en mi corazón.*

*A mis amigos por estar siempre conmigo.*

*Amy*

*A Dios. Por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hizo realidad mi sueño tan anhelado.*

*A mi madre Magda Ramos Sandoval, por ser el pilar más importante de mi vida y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.*

*A mi Padre Hipólito Quiñones Pinedo, quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional y ayudarme en los momentos difíciles, y por apoyarme con los recursos necesarios para estudiar.*

*A mi hermano Raúl que, a pesar de nuestra distancia física, siento que está conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para él como para mí.*

*A mis hermanas Doris, Ana y Rosalía, por estar siempre junto a mí apoyándome en cada momento de mi vida.*

*A mis sobrinos Arthur y Santiago, por ser el motivo de mi superación.*

*Deyvis*

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Santa por brindarnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales.

A nuestro asesor el Dr. Walter Reyes Avalos, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarse como persona e investigador.

Al Mg. Juan Carhuapoma Garay, por transmitirnos sus conocimientos teóricos y prácticos, y por compartir sus experiencias como amigo durante la realización del curso.

Al Dr. Guillermo Saldaña Rojas por su esfuerzo y dedicación para la culminación del presente informe.

A nuestros profesores de nuestra carrera profesional quienes aportaron su esfuerzo en nuestra formación y en especial a nuestros profesores Blga Acui. Carmen Yzasiga, Msc. Rómulo Loayza Aguilar y Mg. Lucio Encomendero Yépez por sus consejos, sus enseñanzas y su amistad.

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a las que nos encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de nuestra vida. Algunas están aquí con nosotros y otras en nuestros recuerdos y en nuestros corazones, sin importar en donde estén queremos darles las gracias por todo lo que nos han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

Los autores

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTOS .....	3
ÍNDICE GENERAL .....	4
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE ANEXOS .....	7
RESUMEN .....	8
ABSTRACT .....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
1. Material .....	13
1.1. Población .....	13
1.2. Muestra .....	13
1.3. Unidad de análisis .....	13
2. Métodos .....	12
2.1. Tipo de estudio .....	13
2.2. Diseño de investigación .....	13
2.3. Variables y operacionalización de variables .....	13
2.4. Procedimiento .....	14
Transporte .....	14
Identificación y aclimatación .....	14
Selección y siembra .....	14
Sistema de cultivo .....	14
Dieta .....	14
Crecimiento .....	15
Muda .....	16
Supervivencia .....	16
Estimación de la producción de camarones .....	16
Calidad del agua .....	16
Análisis de datos .....	16
III. RESULTADOS .....	17
3.1. Crecimiento .....	17
3.2. Muda .....	18
3.3. Supervivencia .....	20
3.4. Producción estimada de machos de <i>C. caementariu</i> .....	21
3.5. Calidad del agua .....	21
IV. DISCUSIÓN .....	22
V. CONCLUSIONES .....	25
VI. RECOMENDACIONES .....	25
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	26
VII. ANEXOS .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación del crecimiento en longitud total de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta.....	17
Figura 2. Variación del crecimiento en peso total de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta.....	17
Figura 3. Pérdida de quelípodos de <i>C. caementarius</i> después de la ecdisis. A) Sin quelípodo mayor. B) Sin ambos quelípodos. ....	19
Figura 4. Variación de la supervivencia de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta.....	20
Figura 5. Muerte de <i>C. caementarius</i> . A) Muerte a la mitad de la ecdisis con el exoesqueleto levantado hacia adelante (flecha gruesa). B) Muerte al final de la ecdisis quedando atrapado en los periódodos a pesar de la ruptura de la línea ecdisial (flecha delgada). ....	20



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición porcentual y proximal de dietas para <i>C. caementarius</i> (Reyes, 2012). .....	15
Tabla 2: Parámetros de crecimiento en longitud (Promedio $\pm$ desviación estándar) de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días. ....	18
Tabla 3: Parámetros de crecimiento en peso (Promedio $\pm$ desviación estándar) de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días. ....	18
Tabla 4: Periodo y frecuencia de muda (Promedio $\pm$ desviación estándar) de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días. ....	19
Tabla 5: Pérdida de quelípodos después de la ecdisis de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días. ....	19
Tabla 6: Resultados finales de densidad, peso promedio y producción estimada (Media $\pm$ desviación estándar) de machos de <i>C. caementarius</i> alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días. ....	21
Tabla 1: Parámetros físicos y químicos del agua (Promedio $\pm$ desviación estándar) de cultivo de <i>C. caementarius</i> alimentado con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: A) Lugar de captura de <i>C. caementarius</i> . B) Transporte de camarones en vasos agujereados y en baldes. C) Aclimatación de camarones. D) Recipientes de cultivo individual. E) Sistema de cultivo en acuarios. ....	30
Anexo 2: Análisis proteínas, grasa y cenizas de la dieta para <i>C. caementarius</i> .....	31
Anexo 3: Análisis de humedad de las dietas para <i>C. caementarius</i> . ....	32
Anexo 4: Pruebas estadísticas de los resultados obtenidos a los 90 días de cultivo según tratamientos (95 % de confiabilidad). ....	33

## RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de dietas con bajas concentraciones de lecitina de soya sobre el crecimiento, muda y supervivencia de machos de *Cryphiops caementarius*. Dos dietas experimentales con 0,3 % y 0,6 % de lecitina de soya, un control negativo (sin lecitina de soya) y un control positivo (1,0 % de lecitina de soya) con tres repeticiones, respectivamente. Los camarones machos de 5,15 cm y 6,69 g se sembraron con densidad de 32,26 camarones m<sup>-2</sup> y se cultivaron en seis recipientes individuales por acuario, durante 90 días. El mayor crecimiento tanto en peso y longitud se obtuvo con 0,6 % y 1,0 % de lecitina de soya en la dieta, significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) que los demás tratamientos. El período de muda y la frecuencia de muda no fueron afectados. La supervivencia fue de 94 % con 0,6 % y 1,0 % de lecitina de soya, significativamente alta ( $p < 0,05$ ) en relación con los demás tratamientos que estuvieron entre 77 % y 61 %. La mayor producción se obtuvo con 0,6 % (0,304 Kg m<sup>-2</sup>) y 1,0 % (0,284 Kg m<sup>-2</sup>) de lecitina de soya en la dieta, significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) que los demás tratamientos.

**Palabras clave:** *Cryphiops*, crecimiento, supervivencia, producción, lecitina de soya

## ABSTRACT

The aim was to determine the effect of diets with low concentrations of soy lecithin on growth, molting and survival of males *Cryphiops caementarius*. Two experimental diets with 0,3 % and 0,6 % soy lecithin, a negative (without soy lecithin) control and a positive control (1,0% soy lecithin) with three replicates, respectively. Shrimp males and 5,15 cm were seeded with 6,69 g of 32,26 shrimp m<sup>-2</sup> density and cultured in six individual containers per aquaria, for 90 days. The greatest growth in both weight and length was obtained with 0,6 % and 1,0 % soy lecithin in the diet, significantly different ( $p < 0,05$ ) than the other treatments. The moulting period and molting frequency were not affected. Survival was 94 % with 0,6 % and 1,0 % soy lecithin, high significantly ( $p < 0,05$ ) compared with other treatments were between 77 % and 61 %. The highest production was obtained with 0,6 % (0,304 Kg m<sup>-2</sup>) y 1,0 % (0,284 Kg m<sup>-2</sup>) of soy lecithin in the diet, significantly different ( $p < 0,05$ ) than the other treatments.

**Keywords:** *Cryphiops*, growth, survival, soy lecithin, production.

## I. INTRODUCCIÓN

La producción acuícola mundial de especies comestibles aumentó a una tasa media anual del 6,2 % en el período 2000-2012, es decir, de 32,4 millones a 66,6 millones de toneladas, de los cuales los crustáceos cultivados representan el 9,7 %; sin embargo, los volúmenes de producción descendieron en el 2013, principalmente debido a problemas relacionados con enfermedades en algunos países de Asia y América Latina (FAO, 2014). En el Perú, la acuicultura creció desde el 2005 (25 978 t) al 2014 (115 269 t), con predominio del cultivo de concha de abanico *Argopecten purpuratus* (71,94 %) y el cultivo de langostino *Litopenaeus vannamei* (28,05 %) (PRODUCE, 2014). No se reporta producción por acuicultura del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina 1782), por tener un incipiente cultivo.

La familia Palaemonidae está representada en la costa del Perú por doce especies de camarones de río, de las cuales ocho son del género *Macrobrachium*, uno a *Cryphiops* y tres a *Palaemon*; siendo *Cryphiops caementarius*, la más importante por su distribución desde el río Taymi-Mochumi en Lambayeque al Norte del Perú (Méndez, 1981) hasta el río Maipo al Norte de Chile (Jara, 1997). Sin embargo, se estima que el 80% del recurso se encuentra en los ríos de Arequipa-Perú (Ocoña, Majes-Camaná y Tambo) por ser hábitat potencial para la especie, en base a la magnitud del caudal disponible y por la extracción (Zacarias & Yépez, 2008) que en los últimos años se incrementó de 694 t hasta 1037 t (PRODUCE, 2010; 2014) con el cual se abastece al mercado de la capital del Perú.

En juveniles de *C. caementarius* las dietas con diferentes niveles de proteínas mejoran el crecimiento (Aybar, 1982) y tienen un adecuado balance energético (Zúñiga & Ramos, 1987). En adultos de la misma especie, la lecitina de soya en la dieta mejora el crecimiento y supervivencia (Reyes, 2012), pues se conoce que esta contiene fosfatidilcolina y fosfatidilinositol (D'Abramo, 1981) que sirve como transporte del colesterol, suple de colina e inositol en la hemolinfa de crustáceos (Baum *et al.*, 1990; Guevara, 2003).

La lecitina de soya actúa como componente lipídico en dietas comerciales para el cultivo de crustáceos, debido a su consistencia y a sus propiedades emulsificantes, también es útil en los alimentos procesados y particularmente en alimentos extruidos (Cruz *et al.*, 1996). En los procesos de extrusión, el aceite de soya y la lecitina proporcionan

lubricación, permitiendo una mayor eficiencia en la producción del alimento (Nichols *et al.*, 1991).

Existen diversos tipos de lecitina como es el caso de la lecitina de huevo de bonito con la cual se obtuvieron efectos positivos en crecimiento, pero no en sobrevivencia (Cruz *et al.*, 1996), así mismo se demostró que la lecitina de calamar afecta negativamente el rendimiento de los camarones; la lecitina líquida y desaceitada muestran diferencias y estas ocurren por la dilución con el aceite, es por ello que las concentraciones de fosfatidilcolina, fosfatidinositol y fosfatidiletanolamina son substancialmente más altas en lecitina desaceitada, los tocoferoles del aceite de soya son acarreados en la lecitina líquida (700 ppm) y al desaceitarse su concentración se reduce a 200-500 ppm, normalmente, los tocoferoles son añadidos después en la lecitina desaceitada para mejorar la estabilidad oxidativa. La colina y el inositol constituyen el 3% de la lecitina desaceitada y el fósforo en la forma desaceitada se encuentra en mayor cantidad que en la líquida (3000 mg y 2000 mg respectivamente) (Gurkin & Othoefer, 1993). Por su parte Araujo *et al.* (2003) observaron que la dieta con lecitina líquida se obtiene mayor peso por gramo de alimento en *Penaeus vannamei*, además presenta los porcentajes más alto en proteínas y lípidos y proporciona a los camarones mejor disponibilidad energética que las dietas que la lecitina de calamar y lecitina seca.

La inclusión de lecitina es factor de crecimiento en *Penaeus japonicus* (Kanazawa *et al.*, 1985; Teshima *et al.*, 1986), pues mejora el proceso de muda en los crustáceos que está bajo control del nivel de ecdisteroides en la hemolinfa (Huberman, 2000). Sin embargo, los requerimientos de lecitina de soya en la dieta para el crecimiento varían según la especie de crustáceo. La langosta *Homarus americanus* requiere 8 % de lecitina de soya (Conklin *et al.*, 1980), *P. vannamei* requiere entre 3 % a 5 % (Gong *et al.*, 2001). *P. monodon* requiere 2 % de lecitina de soya (Pascual, 1985, 1986) hasta 3 % (Briggs *et al.*, 1994).

La supervivencia es mejorada con la inclusión de lecitina de soya en dietas de crustáceos porque se relaciona con el proceso normal de la ecdisis. Browser y Rosemark (1981) determinaron que la deficiencia de lecitina de soya en la dieta de *H. americanus* ocasiona muertes durante la ecdisis, apéndices deformes y otros mueren poco después de la ecdisis. En *H. americanus* se logra mayor supervivencia con 15 % de lecitina de soya (D'Abramo, 1981). En *P. monodon*, con 6 % de lecitina mejora la supervivencia (Briggs *et al.*, 1994).

El camarón de río *Macrobrachium rosenbergii* requiere 5 % de lecitina de soya en la dieta (Briggs *et al.*, 1988), aunque se ha sugerido que la especie requiere menos del 1 % (Hilton *et al.*, 1984). En machos de *C. caementarius*, Reyes (2016) determina que la inclusión del 1 % de lecitina de soya en la dieta evita el síndrome de muerte por muda y la ecdisis con autotomía; sin embargo, no se conoce el efecto de bajos niveles de lecitina de soya (<1 %) en la dieta. En consecuencia, se formula el siguiente problema de investigación ¿Cuál es el efecto de bajas concentraciones de lecitina de soya en dietas sobre el crecimiento, muda y supervivencia de machos *C. caementarius*? Además, de acuerdo al uso de la lecitina en diversos crustáceos, se formula la siguiente hipótesis: si los camarones se alimentan con dietas conteniendo bajas concentraciones (0,3 %; 0,6 % y 1,0 %) de lecitina de soya, entonces se logra mejorar el crecimiento, la muda y la supervivencia de machos de *C. caementarius* con 0,6% de lecitina de soya en la dieta.

El objetivo general fue evaluar el efecto de dietas con bajas concentraciones de lecitina de soya sobre el crecimiento, muda y supervivencia de machos de *C. caementarius*. Los objetivos específicos fueron:

Cuantificar el crecimiento de machos de *C. caementarius* alimentados con bajas concentraciones de lecitina de soya.

Registrar el período y frecuencia de muda de machos de *C. caementarius* alimentados con bajas concentraciones de lecitina de soya.

Cuantificar la supervivencia de machos de *C. caementarius* alimentados con bajas concentraciones de lecitina de soya.

Estimar la producción de machos de *C. caementarius* alimentados con bajas concentraciones de lecitina de soya.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 1. MATERIAL

**1.1. Población:** Los camarones machos de la especie *C. caementarius* fueron capturados del río Pativilca cerca del Centro Poblado Huayto (10°39'50" S y 77°40'02" O) del Distrito de Pativilca, Provincia Barranca, Región Lima, a 352 msnm (Anexo 1A).

**1.2. Muestra:** Fueron empleados 72 camarones machos de entre  $4,2 \pm 0,2$  cm y  $5,9 \pm 0,2$  cm seleccionados al azar de un lote de 100 ejemplares capturados el 7 de enero del 2015.

**1.3. Unidad de análisis:** Fueron considerados los camarones sembrados por acuario.

### 2. MÉTODOS

**2.1. Tipo de estudio:** Investigación experimental

**2.2. Diseño de investigación:** Se empleó el diseño de investigación experimental de estímulo creciente, con dos tratamientos experimentales y dos tratamientos control (positivo y negativo), cada uno con tres repeticiones.

### 2.3. Variables y operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	
		Dimensiones	Indicadores
<u>V. Independiente</u>			
Lecitina de soya	La lecitina de soya es el nombre genérico compuesto de ácido fosfórico, colina, ácidos grasos, glicerol, glicolípidos, triglicéridos y fosfolípidos.	Concentraciones de lecitina de soya	T1: 0,0% de lecitina de soya (control negativo) T2: 0,3% de lecitina de soya. T3: 0,6% de lecitina de soya. T4: 1,0% de lecitina de soya (control positivo)
<u>V. Dependiente</u>			
Muda	La muda es un proceso fisiológico, bioquímico de cambio de exoesqueleto de crustáceos	Muda	Período entre mudas (días) Frecuencia de mudas (N°) Estados de muda
Crecimiento	El crecimiento es el incremento en longitud y peso.	Crecimiento en longitud y peso	Crecimiento absoluto $CA = X_2 - X_1$ Ganancia porcentual $GP(\%) = (CA/X_1) \times 100$ Tasa de crecimiento absoluto $TCA = CA/t_2 - t_1$ Tasa de crecimiento específico TCE (% día <sup>-1</sup> ) $= [(\ln X_2 - \ln X_1) / t_2 - t_1] \times 100$
Supervivencia	La supervivencia es el número de organismos vivos	Supervivencia	Supervivencia S (%) = $N_i \times 100 / N_o$



## 2.4. Procedimiento

**Transporte:** Los camarones capturados se introdujeron individualmente en vasos de plástico (200 mL) agujereados para permitir el flujo de agua. Los vasos se colocaron en baldes plásticos (20 L) con agua del mismo río y aireación intermitente (Anexo 1B). La densidad fue de 25 camarones/litro y transportados durante 4 h vía terrestre hasta el Laboratorio de Acuicultura Ornamental de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional del Santa.

**Identificación y aclimatación:** Los camarones de la especie *C. caementarius* se identificaron según la clave de Méndez (1981) y los machos se diferenciaron por la separación de las coxas del quinto par de periópodos (Guerra, 1974), además, por el tamaño de los quelípodos y la amplitud del abdomen. Los camarones se aclimataron durante 10 días en los mismos vasos de transporte colocados dentro de recipientes plásticos (Anexo 1C) y se alimentaron con balanceado desde el tercer día, y cada dos días se realizó recambios del 30 % del agua, limpieza de restos de alimento y productos de excreción.

**Selección y siembra:** Se seleccionaron camarones machos con apéndices cefalotorácicos completos y se registró el peso y longitud (Anexo D). Luego, fueron sembrados un camarón en cada recipiente de cultivo, es decir, seis camarones por acuario (32,26 camarones m<sup>-2</sup>).

**Sistema de cultivo:** Se empleó el sistema de cultivo reportado por Reyes (2016), con recipientes circulares (284 cm<sup>2</sup> de área de base y 8 cm de altura) instalados en dos grupos de tres niveles (Anexo 1E) dentro de cada uno de los 12 acuarios de vidrio (0,60 m de largo; 0,31 m de ancho y 0,35 m de alto, con área de 0,186 m<sup>2</sup> y volumen efectivo de 55 L), que tuvieron filtro biológico percolador (2,5 L) de 1,5 L min<sup>-1</sup> y dos difusores de aire por acuario (Anexo 1F). Se empleó agua potable declorada.

**Dieta:** La dieta basal fue la formulada por Reyes (2012) modificado por Terrones (2016) por adicionar la harina de ensilado de partes blandas de *Argopecten purpuratus*, además la dieta fue suplementada con 3 % de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) según Cornejo *et al.* (2015). La lecitina de soya fue adicionada en las proporciones de 0,3 %, 0,6 % y 1,0 % según los tratamientos y se realizó análisis proximal de todas las dietas (Tabla 1). El costo por kilogramo para la dieta con 0,0 % de lecitina de soya (S/. 3,38), 0,3 % de lecitina de soya (S/. 4,83), 0,6 % de lecitina de soya (S/. 6,28) y 1,0 % de lecitina de soya

(S/. 7,79). La ración de alimentación fue del 5 % del peso húmedo por camarón, reajustándose cada mes hasta el 3 %. La frecuencia de alimentación fue de dos veces por día (09:00 y 16:00 h) durante seis días a la semana.

Tabla 2: Composición porcentual y proximal<sup>1</sup> de dietas para *C. caementarius* (Reyes, 2012).

Insumos (%)	Lecitina de soya			
	0,0%	0,3%	0,6%	1,0%
Harina de pescado	15,00	15,00	15,00	15,00
Harina de ensilado	15,00	15,00	15,00	15,00
Harina de soya	21,00	21,00	21,00	21,00
Harina de maíz	16,70	16,70	16,70	16,70
Polvillo de arroz	22,00	22,00	22,00	22,00
Aceite de pescado	2,00	2,00	2,00	2,00
Aceite de soya	1,50	1,20	0,90	0,50
Aceite de maíz	0,50	0,50	0,50	0,50
Lecitina de soya <sup>2</sup>	0,00	0,30	0,60	1,00
Melaza	3,00	3,00	3,00	3,00
Zeolita	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal común	1,00	1,00	1,00	1,00
Complexit <sup>3</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
Proteínas (%)	26,02	26,02	26,45	25,03
Grasa (%)	14,39	13,03	13,43	13,62
Cenizas (%)	10,67	11,16	10,94	10,54
Humedad (%)	10,98	10,74	10,55	9,62

<sup>1</sup>Analizado en el Laboratorio COLECBI SAC (Nuevo Chimbote, Ancash, Perú)

<sup>2</sup>Lecitina de soya purificada comercial (Soya insípida en cápsulas blandas, contenido de fosfatídicos  $\geq$  60%).

<sup>3</sup> Comprende (kg<sup>-1</sup>): Vitaminas A 8g; E 7g; B18g; B2 16g; B6 11,6g; B12 0,02g; C 5g; D3 5g; K3 1g; Nicotinamida 10g; Niacina 6g; Biotina 0,3g; DL Metionina 20g; Pantotenato de calcio 47g; Cloruro de sodio 2,7g; Cloruro de potasio 34g; Sulfato de magnesio 7g; M aca 5g; y Excipientes 1000g.

**Crecimiento:** Se realizaron muestreos quincenales de toda la población de camarones sembrados. El peso total de los camarones se determinó en balanza digital ADAM AQT 600 ( $\pm$  0,1 g). La longitud total (LT = Escotadura post orbital hasta el extremo posterior del telson) se midió con vernier ( $\pm$  0,05 mm) con los camarones posicionados ventralmente. Con los datos obtenidos se determinó el crecimiento absoluto (CA), la ganancia porcentual (GP), la tasa de crecimiento absoluto (TCA) y la tasa de crecimiento específica (TCE), según El-Sherif & Ali (2009):

$$CA = X_2 - X_1$$

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

$$TCA = CA/t_2 - t_1$$

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

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

**Muda:** El estado de muda se evaluó según la descripción de Reyes & Luján (2003), además el período entre mudas y la frecuencia de mudas se determinó por observación a través de los recipientes transparentes, de los exoesqueletos expulsados después de la ecdisis de los camarones.

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

$$S (\%) = N_i \times 100 / N_o$$

Donde  $N_o$  es el número inicial de camarones,  $N_i$  es el número final de camarones

**Estimación de la producción de camarones:** La producción (P) de cada tratamiento fue estimada por:  $P (\text{Kg m}^{-2}) = \text{Biomasa} / \text{área de crianza}$ .

**Calidad del agua:** Los desechos sólidos que salieron de los recipientes se extrajeron con sifón una vez por semana. La capa de espuma sintética del filtro biológico se limpió frecuentemente. Los camarones muertos se retiraron de los recipientes individuales de cultivo. El registro de parámetros físicos y químicos del agua fue realizado cada 15 días y se midió oxígeno disuelto y temperatura con un Oxímetro digital Sension8 ( $\pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$ ;  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ ), el pH con un pH-metro digital 110 ( $\pm 0,01$  unidades), amonio total y nitritos a través del Test colorimétricos Nutrafin ( $\pm 0,05 \text{ mg L}^{-1}$ ).

**Análisis de datos:** Se empleó el diseño estadístico completamente al azar. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron por análisis de varianza simple y con la prueba de Duncan, ambos con nivel de significancia del 0,05. Se usó el programa estadístico SPSS versión 20 para Windows 8.1.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Crecimiento

El crecimiento en longitud de los camarones fue significativamente ( $p < 0,05$ ) mayor en los alimentados con diferentes proporciones de lecitina en la dieta, a partir de los 60 días de cultivo en relación al control, siendo esto más evidentes a los 90 días de cultivo (Fig. 1).

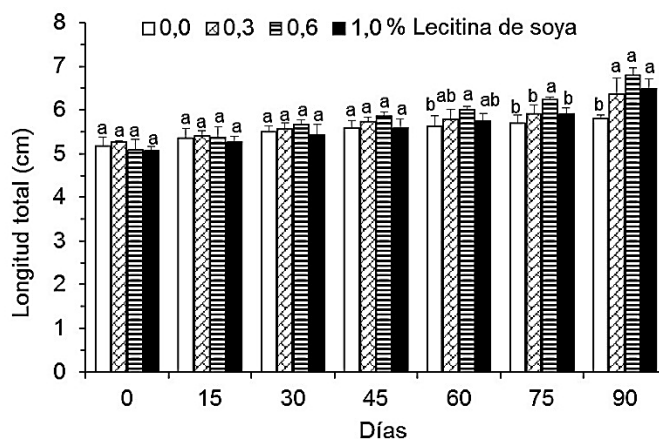


Figura 1. Variación del crecimiento en longitud total de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta. Letras iguales sobre las barras indican que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

El crecimiento en peso fue mayor con 0,6 % de lecitina desde los 30 días; y a partir de los 75 días fue significativamente similar ( $p < 0,05$ ) con aquellos alimentados con 1,0 % de lecitina de soya (Fig. 2).

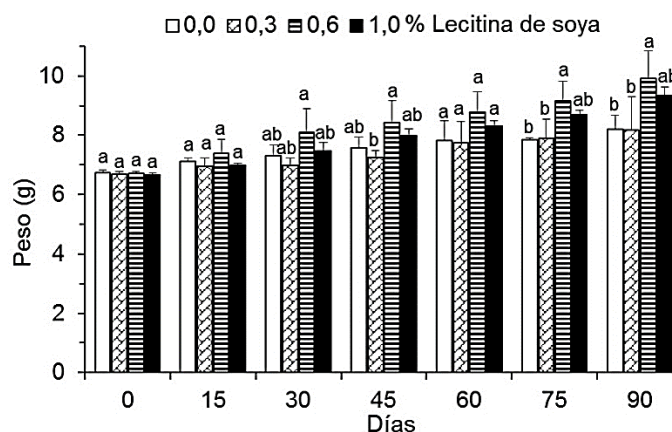


Figura 2. Variación del crecimiento en peso total de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta. Letras iguales sobre las barras indican que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

Los camarones alimentados con 0,6 % de lecitina en la dieta mostraron mayores parámetros de crecimiento en longitud (Tabla 2) y peso (Tabla 3) que no difirieron con los de 1,0 % de lecitina, pero si son significativamente ( $p < 0,05$ ) diferentes con los demás tratamientos.

Tabla 3: Parámetros de crecimiento en longitud (Promedio  $\pm$  desviación estándar) de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Lecitina de soya			
	0,0%	0,3%	0,6%	1,0%
LT inicial (cm)	5,17 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	5,26 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	5,09 $\pm$ 0,24 <sup>a</sup>	5,07 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>
LT final (cm)	5,81 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	6,36 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	6,79 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	6,49 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>
CA (cm)	0,65 $\pm$ 0,18 <sup>c</sup>	1,10 $\pm$ 0,39 <sup>bc</sup>	1,70 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	1,43 $\pm$ 0,15 <sup>ab</sup>
GP (%)	12,63 $\pm$ 4,04 <sup>c</sup>	20,85 $\pm$ 7,42 <sup>bc</sup>	33,47 $\pm$ 5,79 <sup>a</sup>	28,15 $\pm$ 2,64 <sup>ab</sup>
TCA (cm día <sup>-1</sup> )	0,007 $\pm$ 0,002 <sup>c</sup>	0,012 $\pm$ 0,004 <sup>b</sup>	0,019 $\pm$ 0,003 <sup>a</sup>	0,016 $\pm$ 0,002 <sup>ab</sup>
TCE (% día <sup>-1</sup> )	0,132 $\pm$ 0,040 <sup>c</sup>	0,209 $\pm$ 0,068 <sup>bc</sup>	0,320 $\pm$ 0,048 <sup>a</sup>	0,275 $\pm$ 0,023 <sup>ab</sup>

LT: Longitud total. CA: Crecimiento absoluto. TCA: Tasa de crecimiento absoluta. GP: Ganancia porcentual. TCE: Tasa de crecimiento específica. TCR: Tasa de crecimiento relativa. Datos con letras iguales en superíndices en una fila indica que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

Tabla 4: Parámetros de crecimiento en peso (Promedio  $\pm$  desviación estándar) de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Lecitina de soya			
	0,0%	0,3%	0,6%	1,0%
PT inicial (g)	6,74 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	6,67 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	6,71 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	6,65 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
PT final (g)	8,21 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>	8,18 $\pm$ 1,11 <sup>b</sup>	9,92 $\pm$ 0,92 <sup>a</sup>	9,33 $\pm$ 0,31 <sup>ab</sup>
CA (g)	1,47 $\pm$ 0,55 <sup>b</sup>	1,51 $\pm$ 1,09 <sup>b</sup>	3,21 $\pm$ 0,86 <sup>a</sup>	2,68 $\pm$ 0,37 <sup>ab</sup>
GP (%)	21,95 $\pm$ 8,59 <sup>b</sup>	22,62 $\pm$ 16,42 <sup>b</sup>	47,69 $\pm$ 12,43 <sup>a</sup>	40,32 $\pm$ 5,99 <sup>ab</sup>
TCA (g día <sup>-1</sup> )	0,016 $\pm$ 0,006 <sup>b</sup>	0,017 $\pm$ 0,012 <sup>b</sup>	0,036 $\pm$ 0,010 <sup>a</sup>	0,030 $\pm$ 0,004 <sup>ab</sup>
TCE (% día <sup>-1</sup> )	0,219 $\pm$ 0,077 <sup>b</sup>	0,220 $\pm$ 0,144 <sup>b</sup>	0,431 $\pm$ 0,095 <sup>a</sup>	0,376 $\pm$ 0,048 <sup>ab</sup>

PT: Peso total. CA: Crecimiento absoluto. GP: Ganancia porcentual. TCA: Tasa de crecimiento absoluta. TCE: Tasa de crecimiento específica. Datos con letras iguales en superíndices en una fila indica que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

### 3.2. Muda

El período entre mudas del camarón fue significativamente ( $p > 0,05$ ) similar entre tratamientos, aunque fue ligeramente mayor con 0,6 % y 1,0 % de lecitina, pero el promedio general fue de 25,6 días. De igual manera, la frecuencia de mudas fue significativamente ( $p > 0,05$ ) similar entre tratamientos, aunque fue ligeramente mayor con 0,6 % y 1,0 % de lecitina, con un promedio de 3 mudas (Tabla 4).

Tabla 5: Periodo y frecuencia de muda (Promedio  $\pm$  desviación estándar) de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Muda	Lecitina de soya			
	0,0%	0,3%	0,6%	1,0%
Periodo entre mudas (días)	25,15 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup>	25,03 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>	26,10 $\pm$ 0,54 <sup>a</sup>	26,06 $\pm$ 1,46 <sup>a</sup>
Frecuencia de muda (N°)	2,67 $\pm$ 0,58 <sup>a</sup>	2,83 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	3,17 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	3,22 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>

Datos con letras iguales en superíndices en una fila indica que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

Los camarones que no recibieron lecitina en la dieta fueron los que perdieron el quelípodo mayor (Fig. 3A) y ambos quelípodos (Fig. 3B) con mayor frecuencia (61 % y 11 % respectivamente), y con 0,3 % de lecitina solo perdieron el quelípodo mayor (55 %); en cambio, con 0,6 % y 1,0 % de lecitina solo fue observado baja proporción (5 %) de pérdida de ambos quelípodos. No se observaron pérdidas de los quelípodos menores en los camarones de ningún tratamiento durante el cultivo (Tabla 5).

Tabla 6: Pérdida de quelípodos después de la ecdisis de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Quelípodos	Lecitina de soya							
	0,0%		0,3%		0,6%		1,0%	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Sin quelípodo mayor	11	61,11	10	55,56	0	0,00	1	5,56
Sin quelípodo menor	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sin ambos quelípodos	2	11,11	0	0,00	1	5,56	1	5,56

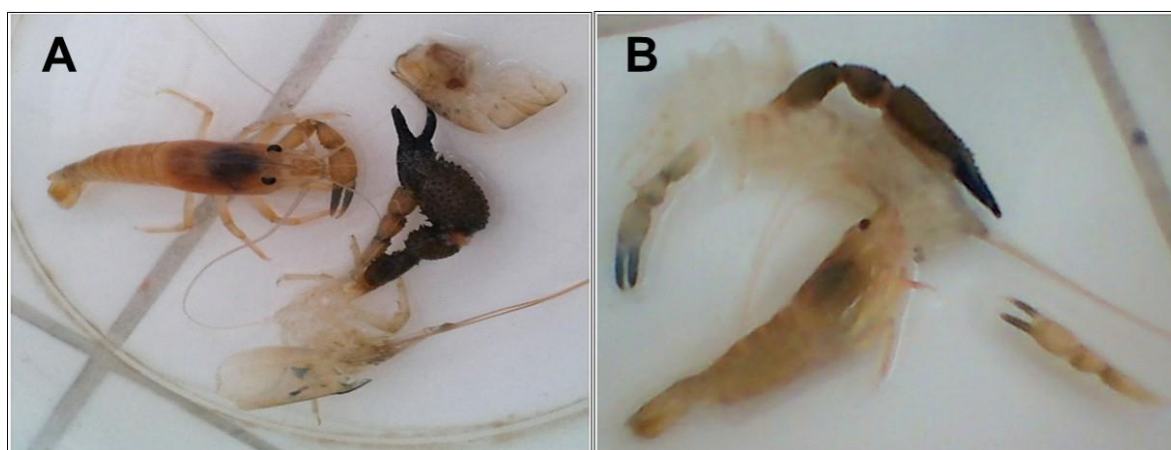


Figura 3. Pérdida de quelípodos de *C. caementarius* después de la ecdisis. A) Sin quelípodo mayor. B) Sin ambos quelípodos.

### 3.3. Supervivencia

Todos los camarones alimentados con 0,6 % y 1,0 % de lecitina en la dieta supervivieron hasta los 75 días, pero disminuyó hasta 94 % a los 90 días de cultivo, y son significativamente ( $p < 0,05$ ) mayores que el control. En cambio, aquellos alimentados sin lecitina y con 0,3 % de lecitina en la dieta la supervivencia disminuyó desde los 45 días y 15 días de cultivo, respectivamente (Fig. 4). Los camarones murieron a la mitad (Fig. 5A) y al final (Fig. 5B) del proceso de la ecdisis.

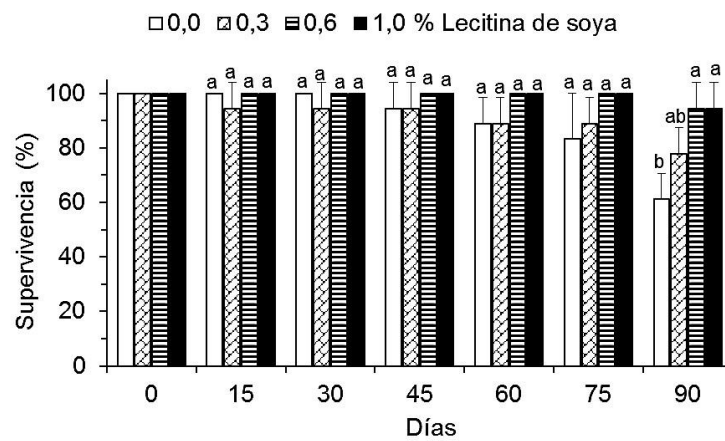


Figura 4. Variación de la supervivencia de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta. Letras iguales sobre las barras indican que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).



Figura 5. Muerte de *C. caementarius*. A) Muerte a la mitad de la ecdisis con el exoesqueleto levantado hacia adelante (flecha gruesa). B) Muerte al final de la ecdisis quedando atrapado en los periópodos a pesar de la ruptura de la línea ecdisial (flecha delgada).

### 3.4. Producción estimada de machos de *C. caementarius*

La producción de machos de *C. caementarius* fue significativamente ( $p < 0,05$ ) mayor en los alimentados con 0,6 % ( $0,304 \text{ Kg m}^{-2}$ ) y 1,0 % ( $0,284 \text{ Kg m}^{-2}$ ) de lecitina de soya, en comparación con los demás tratamientos que presentaron menor producción (Tabla 6).

Tabla 6: Resultados finales de densidad, peso promedio y producción estimada (Media  $\pm$  desviación estándar) de machos de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Lecitina de soya	Densidad final efectiva (cam $\text{m}^{-2}$ )	Peso promedio final (g)	Producción estimada (Kg $\text{m}^{-2}$ )
0,0%	$19,72 \pm 3,11^b$	$8,21 \pm 0,45^b$	$0,161 \pm 0,017^b$
0,3%	$25,09 \pm 3,10^{ab}$	$8,18 \pm 1,11^b$	$0,206 \pm 0,044^b$
0,6%	$30,47 \pm 3,11^a$	$9,92 \pm 0,92^a$	$0,304 \pm 0,056^a$
1,0%	$30,47 \pm 3,11^a$	$9,33 \pm 0,31^{ab}$	$0,284 \pm 0,023^a$

Datos con letras iguales en superíndices en una misma columna indica que no hay diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).

### 3.5. Calidad del agua

Durante el período experimental, hubo acumulación de alimento balanceado en los acuarios que no fue cuantificado, pero que fue extraído permanentemente. Los parámetros físico y químicos del agua de cultivo de *C. caementarius* no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7: Parámetros físicos y químicos del agua (Promedio  $\pm$  desviación estándar) de cultivo de *C. caementarius* alimentados con lecitina de soya en la dieta, durante 90 días.

Parámetros	Lecitina de soya			
	0,0%	0,3%	0,6%	1,0%
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	$24,70 \pm 1,40^a$	$24,90 \pm 1,35^a$	$24,89 \pm 1,37^a$	$24,71 \pm 1,47^a$
Oxígeno ( $\text{mg L}^{-1}$ )	$7,12 \pm 1,13^a$	$6,98 \pm 1,23^a$	$7,11 \pm 1,09^a$	$7,01 \pm 1,14^a$
pH	$7,84 \pm 0,28^a$	$7,74 \pm 0,26^a$	$7,79 \pm 0,26^a$	$7,92 \pm 0,38^a$
Amonio total ( $\text{mg L}^{-1}$ )	$0,02 \pm 0,04^a$	$0,01 \pm 0,04^a$	$0,01 \pm 0,03^a$	$0,01 \pm 0,03^a$
Nitritos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	$0,13 \pm 0,07^a$	$0,13 \pm 0,07^a$	$0,11 \pm 0,04^a$	$0,12 \pm 0,06^a$

Datos con letras iguales en superíndice en una misma fila indica que no hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ).



#### IV. DISCUSIÓN

Los mejores resultados del crecimiento en peso se obtuvieron con 0,6 % y 1,0 % de lecitina en la dieta de machos de *C. caementarius*, aunque en longitud no hubo diferencias entre tratamientos, excepto con el control negativo, lo cual indica que la especie puede utilizar hasta 0,6 % de lecitina sin afectar el crecimiento en peso del animal. Reyes (2016) reportó que con la inclusión de 1,0 % de lecitina en la dieta de machos de la misma especie se obtuvo mayor crecimiento en peso y alta supervivencia debido a que se evitó el síndrome de muerte por muda y la ecdisis con autotomía. El requerimiento de lecitina en la dieta varía con la especie de crustáceo y con el estado de desarrollo. En postlarvas de *M. rosenbergii* se reportan que con 1,0 % de lecitina de soya en la dieta se obtiene mayor peso (Hilton *et al.*, 1984) y que los juveniles requieren 5,0 % de lecitina (Briggs *et al.*, 1988). Las postlarvas de *P. monodon* mejoran su crecimiento con 3,0 % de lecitina (Briggs *et al.*, 1994) y los juveniles con 2,0 % de lecitina en la dieta (Kumaraguru *et al.*, 2005). En juveniles de *L. vannamei* con 1,0 % de lecitina (Beiping *et al.*, 2011).

Sin embargo, el alto porcentaje de pérdida del quelípodo mayor (61 % a 55 %) que ocurrió en camarones machos de *C. caementarius* alimentados sin lecitina y con 0,3 % de lecitina, respectivamente, sustentaría la necesidad de utilizar como mínimo 0,6 % de lecitina en la dieta de la especie para evitar la pérdida de quelípodos que afectan el crecimiento; el uso de la lecitina de soya mejora la asimilación del colesterol el cual es precursor de la hormona de la muda (Teshima *et al.*, 1997) y por consiguiente dicha hormona en cantidad adecuadas conduciría a la ecdisis normal. En *C. caementarius* se ha reportado que alrededor del 20 % de los camarones adultos alimentados con dieta comercial, probablemente sin lecitina, realizan ecdisis con autotomía del quelípodo más grande (Reyes, 2016). La autotomía de quelípodos también se reportan en machos de *M. nobilii* (Mariappam & Balasundaram, 1999) y *Aegla manuinflata* (Palaoro, 2009), aunque no se mencionen proporciones.

Las diferentes proporciones de lecitina en la dieta no afectaron significativamente ( $p > 0,05$ ) el período entre mudas (25,6 días) ni la frecuencia de muda (3 veces) en machos de *C. caementarius* cultivado durante 90 días, lo que sugiere que dicho ingrediente en la dieta tendría un efecto en el proceso específico de la ecdisis. Similares resultados fueron reportados por Graciano & Vásquez (2014) en machos de la misma especie alimentados con 1,0 % de lecitina, que mudaron 3 veces y el período entre mudas fue de 27 días. De

igual manera, Reyes (2012) reportó que la duración del ciclo de muda en los machos de la especie fue de 24 días alimentados con 1,0 % de lecitina en la dieta. Los juveniles de *H. americanus* alimentados con 7,5 % de lecitina de soya en la dieta mudaron 6 veces, durante 90 días (Conklin *et al.*, 1980).

La supervivencia de los camarones machos de *C. caementarius* fue afectada por las bajas proporciones de lecitina ( $\leq 0,3$  %) en la dieta, más no por canibalismo porque los camarones estuvieron aislados en los recipientes de cultivo. Las bajas supervivencias (61 % y 77 %) de camarones alimentados sin lecitina y con 0,3 % de lecitina en la dieta, respectivamente, fue por muertes asociadas a la ecdisis, desde los 45 días de cultivo, lo cual indica que las bajas concentraciones de lecitina en la dieta afectaron el proceso de la ecdisis. Los resultados difieren a los reportados en postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* que no necesitan de lecitina en la dieta para mantener la supervivencia (Hilton *et al.*, 1984; Briggs *et al.*, 1988), probablemente por el estado de desarrollo ontogenético. En cambio, los juveniles de *H. americanus* requieren de 7,5 % de lecitina en la dieta para lograr alta supervivencia (89 %) (Conklin *et al.*, 1980) y los juveniles de *L. vannamei* requieren 1,0 % de lecitina en la dieta para obtener alta supervivencia ( $>80$  %) (Beiping *et al.*, 2011).

En cambio, todos los camarones alimentados con 0,6 % y 1,0 % de lecitina supervivieron durante 75 días y recién a los 90 días hubo muertes (6 %) asociadas a la ecdisis, lo cual indicaría la importancia de mantener dichas proporciones de lecitina en la dieta para evitar los problemas con la muerte por ecdisis. Estos resultados corroboran lo encontrado en machos de la misma especie, por Reyes (2016) quien reportó alta supervivencia ( $>87$  %) con 1,0 % de lecitina en la dieta y durante 120 días de cultivo, lo cual sugiere que estos niveles de lecitina son especie específica. En juveniles de *P. japonicus* se requieren 3,0 % de lecitina de soya para evitar mortalidades (Teshima *et al.*, 1986). En postlarvas de *P. monodon*, la dieta con 3,0 % de lecitina mantiene supervivencias de 43 % durante 50 días de cultivo (Briggs *et al.*, 1994), en cambio con 1,0 % de lecitina la supervivencia fue alta (60 %) (Paibulkichakul *et al.*, 1998). En postlarvas de *P. vannamei*, la dieta con 6,5 % de lecitina de soya ocasiona alta supervivencia ( $>84$  %) (Coutteau, 1996); en juveniles la alimentación con 0,5 % de lecitina de soya mantiene alta supervivencia ( $>60$ %) (Parra, 1997), y si se emplea 5,38 % de lecitina la supervivencia es más alta (98 %) (Gong *et al.*, (2000).

La producción de machos de *C. caementarius* fue significativamente ( $p < 0,05$ ) mayor en los alimentados con 0,6 % (0,304 Kg m<sup>-2</sup>) y 1,0 % (0,284 Kg m<sup>-2</sup>) de lecitina de soya en la dieta, lo cual sugiere la importancia de utilizar 0,6 % de lecitina de soya en la dieta para mejorar el peso de los camarones y por tanto la producción. Estos resultados son similares a los reportados previamente en machos de la misma especie al utilizar 1,0 % de lecitina en la dieta y que fue de 0,374 Kg m<sup>-2</sup> (Reyes, 2012) y 0,308 Kg m<sup>-2</sup> (Graciano & Vásquez, 2014).

Por otro lado, los parámetros ambientales del agua de los acuarios de los tratamientos estuvieron dentro de los reportados para el ambiente natural de *C. caementarius* (Zacarías & Yépez, 2008), y en condiciones de laboratorio en cultivo de machos de la especie (Cornejo *et al.*, 2014; Graciano & Vásquez, 2014; Reyes, 2016), por lo que los resultados se debieron a los tratamientos empleados.

En el presente trabajo se demuestra que 0,6 % de lecitina de soya es la concentración mínima que debe tener la dieta de machos adultos de *C. caementarius*, para evita los problemas con la ecdisis, mantener alta supervivencia y mejorar el crecimiento en peso.

## V. CONCLUSIONES

El mayor crecimiento tanto en peso y longitud en machos de *C. caementarius* se obtuvo con 0,6 % y 1,0 % de lecitina de soya en la dieta, significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) que las más bajas concentraciones de lecitina.

El período de muda y la frecuencia de muda de machos *C. caementarius* no fue afectado por las diferentes concentraciones (0 % a 1,0 %) de lecitina de soya en la dieta, cuyos promedios fueron de 25,6 días y de 3 veces, respectivamente.

La supervivencia de machos de *C. caementarius* fue de 94 % con 0,6 y 1,0 % de lecitina de soya, significativamente alta ( $p < 0,05$ ) en relación con 0,3 y 0,0 % de lecitina de soya que fueron de 77% y 61 %, respectivamente.

La producción estimada de machos de *C. caementarius* fue significativamente ( $p < 0,05$ ) mayor con 0,6 % (0,304 Kg m<sup>-2</sup>) y 1,0 % (0,284 Kg m<sup>-2</sup>) de lecitina de soya en la dieta, en relación con 0,3 % (0,206 Kg m<sup>-2</sup>) y sin lecitina (0,161 Kg m<sup>-2</sup>) en la dieta.

La concentración mínima de lecitina de soya para mejorar el crecimiento, muda y supervivencia de machos de *C. caementarius* es de 0,6 % en la dieta y como máximo 1,0 %.

## VI. RECOMENDACIONES

Es conveniente determinar el requerimiento de lecitina de soya en la dieta de postlarvas y juveniles del camarón *C. caementarius*.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araujo, A. & M. Acosta. 2003. Ensayo de diferentes lecitinas en la dieta de juveniles de *Penaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda). Rev. Biol. Trop. 51(3): 743-748.
- Ayvar, FK. 1982. Pruebas comparativas de raciones balanceadas de diferentes niveles de proteína en la crianza de camarones de río (*Cryphiops caementarius*) en ambientes cerrados. Tesis de Título. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Baum, N., D. Conklin & E. Chang. 1990. Effect of dietary lecithin in combination with casein or crab protein on cholesterol uptake and transport in the lobster *Homarus americanus*. Rev. Journal of the World Aquaculture Society, 21 (4): 277-287.
- Beiping, Y., T. Kangsen, A. Qinghui, A. Zhang & S. Zheng. 2011. Effects of dietary menhaden oil, soybean oil and soybean lecithin oil at different ratios on growth, body composition and blood chemistry of juvenile *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture, 19: 460-473.
- Briggs, M. & J. Brown. 1994. The cholesterol and lecithin requirements of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) fed semi-purified diets. Aquaculture, 70: 121-129.
- Briggs, M., J. Brown & J. Fox. 1994. The effect of dietary lipids and lecithin levels on the growth, survival, feed efficiency production and carcass composition of postlarval *Penaeus monodon* Fabricius. Aquaculture and Fisheries Management, 25: 279-294.
- Browner, P. & R. Rosemark. 1981. Mortalities of cultured lobster, *Homarus*, associated with a molt death syndrome. Aquaculture, 23: 11-18.
- Conklin, D., L. D'Abramo, C. Bordner & N. Baum. 1980. A successful purified diet for the culture of juvenile lobsters: the effect of lecithin. Aquaculture, 21: 243-249.
- Cornejo, J., L. Pérez & W. Reyes. 2015. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in the diet of male shrimp *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae) on total and differential hemocytes count. *Revista Bio Ciencias*3, (3): 173-186.
- Coulteau, P., M. Camara & P. Sorgeloos. 1996. The effect of different levels and sources of dietary phosphatidylcholine on the growth, survival, stress resistance, and fatty acid composition of postlarval *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 147: 261-273.
- Cruz, L., D. Ricque & V. Dominguez. 1996. Utilización de la lecitina de soya en la nutrición acuícola: crustáceos. p. 34.
- D'Abramo L., C. Bordner, D. Conklin & N. Baum. 1981. Essentiality of dietary phosphatidylcholine for the survival of juvenile lobster. J. Nutrit., 111: 425-431.
- El-Sherif, M. & A. Ali. 2009. Effect of rearing systems (mono-and Poly-culture) on the performance of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) juveniles. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 4(3): 117-128.
- FAO, 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Roma. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. 253 p.

- Graciano & Vásquez. 2014. Efecto de diferentes niveles de dureza del agua en la muda, crecimiento y supervivencia de adultos de *C. caementarius*, en condiciones de laboratorio. Tesis para Título. Universidad Nacional del Santa. Perú. 73 p.
- Gong, H., A. Lawrence, D. Jiang & D. Gatlin. 2000. Lipid nutrition of juvenile *Litopenaeus vannamei*. II. Active components of soybean lecithin. *Aquaculture*, 190: 325–342.
- Gong, H., D. Jiang, A. Lawrence, A. Gatlin III. & H. Zhang. 2001. Comparison of different types and levels of commercial soybean lecithin supplemented in semipurified diets for juvenile *Litopenaeus vannamei* Boone. *Aquacult. Nutr.* 7: 11-17.
- Guerra, A. 1974. Biología reproductiva de *Macrobrachium gallus* Holthuis, 1952 (Decapoda, Palaemonidae). Trabajo de Habilitación. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Guevara, W. 2003. Formulación y elaboración de dietas para peces y crustáceos. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú. 55p. Disponible en: <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040800303.pdf>
- Gurkin S. & F. Orthoefer. 1993. La lecitina en la Acuicultura. Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para la Acuicultura. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. p. 329-344.
- Hilton, J., K. Harrison. & S. Slinger. 1984. A semipurified test diet for *Macrobrachium rosenbergii* and lack of need supplemental lecithin. *Aquaculture*, 37: 209-215.
- Huberman, A. 2000. Shrimp endocrinology. A review. *Aquaculture*, 191: 191-208. Disponible en: [www.vliz.be/imisdocs/publications/33372.pdf](http://www.vliz.be/imisdocs/publications/33372.pdf)
- Jara, C. 1997. Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. *Invest. Mar., Valparaiso*, 25: 245-254.
- Kanazawa, A., S. Teshima, and M. Sakamoto. 1985. Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. *Aquaculture*, 50: 39–49.
- Kumaraguru, K., S. Ramesh & T. Balasubramanian. 2005. Dietary value of different vegetable oil in black tiger shrimp *Penaeus monodon* in the presence and absence of soy lecithin supplementation: Effect on growth, nutrient digestibility and body composition. *Aquaculture*, 250: 317– 327.
- Mariappan, P. & C. Balasundaram. 1999. Molt-related limb loss in *Macrobrachium nobilii*. *Current Science*, 77(5): 637-639.
- Méndez, M. 1981. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú*, 5: 1-170.

- Nichols, D., L. Nelssen, J. Hancock, D. Krpf & R. Hines 1991. Effect of fat source and level on finishing pig performance. KSU 78-80.
- Palaoro, A.V. 2009. Perda de quelípodo em anomuro de água doce do sul do Brasil (Crustacea, Aeglidae). Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de Setembro de 2009, São Lourenço – MG.
- Paibulkichakul, C., S. Piyatiratitivorakul, P. Kittakoop, V. Viyakarn, A. Fast & P. Menasveta. 1998. Optimal dietary levels of lecithin and cholesterol for black tiger prawn *Penaeus monodon* larvae and postlarvae. Aquaculture, 167: 273–281.
- Parra, E. 1997. Evaluación del efecto de dietas sobre el crecimiento de camarón blanco *Penaeus vannamei* bajo condiciones controladas de laboratorio. Tesis Maestría. Universidad de Colima. México. 102 p.
- Pascual, F. 1985. Lecithin requirement of *Penaeus monodon* juveniles: in Taki, I; Primavera, J. H.; Llobrera, J. A. (1985): Proc. 1st International Conf. on the Culture of Penaeid Prawns/Shrimps, 4-7 Dec. 1984. Ililo city/the Philippines, 181 p.
- Pascual, F. 1986. Effect of supplemental lecithin and lipid sources on the growth and survival of *Penaeus monodon* juveniles. En: First Asian Fisheries Forum. J.L. MacLean, L.B. Dizon y L.V. Hosillos (Eds.). Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. 615-618 p.
- PRODUCE, 2010. Anuario estadístico 2010. Ministerio de la Producción del Perú. p. 30. Disponible en: [http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/ANUARIO\\_ESTADISTICO/anuario-estadistico-2010.pdf](http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/1/jer/ANUARIO_ESTADISTICO/anuario-estadistico-2010.pdf)
- PRODUCE, 2014. Anuario estadístico pesquero y acuícola 2014. Ministerio de la Producción del Perú. p. 33. Disponible en: <http://www.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/estadistica/anuario/anuario-estadistico-pesca-2014.pdf>
- Reyes, W. & H. Lujan. 2003. Estados y subestados del ciclo de muda del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina, 1872) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). En: II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura: 808-817.
- Reyes, W.E. 2012. Crecimiento y supervivencia de adultos del camarón de río *Cryphiops caementarius* criados en sistema de recipientes individuales con recirculación de agua. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 105 p.
- Reyes, W. 2016. Effect of culture container on the survival and growth of male *Cryphiops caementarius* in individualized systems. Revista Bio Ciencias, 3(4): 311-325.
- Terrones, SH. 2016. Efectos de dietas con harina de ensilado biológico de residuos blandos de *Argopecten purpuratus* como sustituto parcial de la harina de pescado en el crecimiento de *Cryphiops caementarius* en cocultivo con *Oreochromis niloticus*. Tesis para título. Universidad Nacional del Santa. Perú. 38 p.
- Teshima, S. Kanazawa & Y. Kakuta 1986. Effects of dietary phospholipids on lipid transport in the juvenile prawn. Bull. Jap. Soc. Sc. Fish. 52: 159-163.

- Teshima, S.I. 1997. Phospholipids and sterols. En: D'Abramo, L.R., D.E. Conklin y D.M. Akiyama (Ed.). Crustacea nutrition. J. World Aquaculture Society, 6: 85-107.
- Zacías, S. & V. Yépez. 2008. Monitoreo poblacional del camarón de río. Estimación de abundancia de adultos en ríos de la costa centro sur. Informe anual 2007. IMARPE. Disponible en: [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe26\\_informe\\_2007\\_camaron\\_de\\_rio\\_web.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe26_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf).
- Zúñiga O, Ramos R. 1987. Balance energético en juveniles de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae). Biota, 3: 33-43.



## VII. ANEXOS

Anexo 1: A) Lugar de captura de *C. caementarius*. B) Transporte de camarones en vasos agujereados y en baldes. C) Aclimatación de camarones. D) Recipientes de cultivo individual. E) Sistema de cultivo en acuarios. F) Sistema de cultivo en acuarios.



Anexo 2: Análisis proteínas, grasa y cenizas de la dieta para *C. caementarius*



REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

**INFORME DE ENSAYO N° 0873-15**

**SOLICITADO POR:** AMY ACOSTA HURTADO.  
**DIRECCIÓN:** 10 de Setiembre Mz. J Lote 4 Chimbote.

**PRODUCTO DECLARADO:** ALIMENTO BALANCEADO PARA CAMARÓN.  
**CANTIDAD DE MUESTRA:** 04 muestras x 800g c/u

**PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA:** En Bolsa de polietileno transparente cerrada

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2015-03-24

**FECHA DE INICIO DEL ENSAYO:** 2015-03-24

**FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO:** 2015-03-25

**CONDICIÓN DE LA MUESTRA:** En buen estado

**ENSAYOS REALIZADOS EN:** Laboratorio Físico Químico.

**CODIGO COLECBI:** SS 000379-14

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS		
	Proteínas (%) Factor 6,25	Grasa (%)	Cenizas (%)
T1	26,02	14,39	10,67
T2	26,02	13,03	11,16
T3	26,45	13,43	10,94
T4	25,03	13,62	10,54

**METODOLOGIA EMPLEADA**  
**Proteínas:** UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006  
**Grasa:** UNE 64021 1970  
**Cenizas:** UNE 64019 1971

**NOTA:**  
 • Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.  
 • Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.  
 • Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
**Fecha de Emisión:** Nuevo Chimbote, Marzo 25 del 2015.

Denis M. Vargas Yepéz  
 Jefe de Laboratorio  
 Físico Químico  
**COLECBI S.A.C.**

L.C. MPH-RIE  
 Rev. 03  
 Fecha 2012-07-27

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - I Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

Anexo 3: Análisis de humedad de las dietas para *C. caementarius*.

**ANÁLISIS DE ALIMENTO BALANCEADO PARA CAMARON DE RIO**  
***Cryphiops caementarius* UTILIZANDO DIFERENTES**  
**CONCENTRACIONES DE LECITINA DE SOYA**

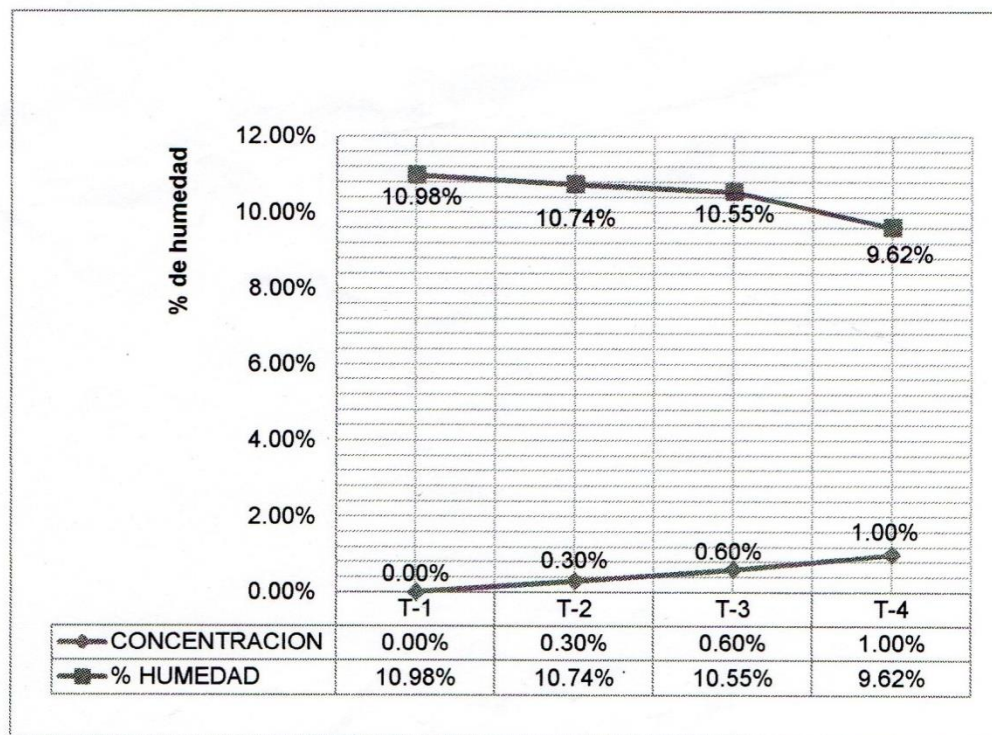
**Análisis de humedad**

**Fecha:** 24 de marzo del 2015 17:58 pm

**Realizado en la empresa:** SGS S.A.C.

**Realizado por:** ING. Gilmer Manuel Chauca Coc

RESULTADOS DE ANALISIS DE HUMEDAD EN LECITINA DE SOYA		
MUESTRA	CONCENTRACION	% HUMEDAD
T-1	0,00%	10,98%
T-2	0,30%	10,74%
T-3	0,60%	10,55%
T-4	1,00%	9,62%



Anexo 4: Pruebas estadísticas de los resultados obtenidos a los 90 días de cultivo según tratamientos (95 % de confiabilidad).

**PTinicial**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	1,0	3	6,6533	
	0,3	3	6,6733	
	0,6	3	6,7133	
	0,0	3	6,7367	
	Sig.		0,3	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**PT final**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,3	3	8,1833	
	0,0	3	8,21	
	1,0	3	9,3333	9,3333
	0,6	3		9,92
	Sig.		0,117	0,378

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**CApeso**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	1,4733	
	0,3	3	1,51	
	1,0	3	2,68	2,68
	0,6	3		3,2067
	Sig.		0,104	0,428

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**CRpeso**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	21,9533	
	0,3	3	22,62	
	1,0	3	40,32	40,32
	0,6	3		47,6933
	Sig.		0,099	0,457

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCApeso**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,01633	
	0,3	3	0,017	
	1,0	3	0,02967	0,02967
	0,6	3		0,03567
	Sig.		0,103	0,412

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCEpeso**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,21867	
	0,3	3	0,22033	
	1,0	3	0,37567	0,37567
	0,6	3		0,43067
	Sig.		0,094	0,508

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCRpeso**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	0,3	3		0,219
	0,0	3		0,305
	1,0	3		0,49467
	0,6	3		0,551
	Sig.			0,264

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**LTinicial**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	1,0	3		5,0667
	0,6	3		5,0933
	0,0	3		5,1667
	0,3	3		5,2633
	Sig.			0,227

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**LTfinal**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	5,8133	
	0,3	3		6,36
	1,0	3		6,4933
	0,6	3		6,79
	Sig.		1	0,063

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**CAlongitud**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,6467		
	0,3	3	1,0967	1,0967	
	1,0	3		1,4267	1,4267
	0,6	3			1,6967
	Sig.			0,06	0,147

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**CRlongitud**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	12,6267		
	0,3	3	20,8533	20,8533	
	1,0	3		28,15	28,15
	0,6	3			33,4667
	Sig.			0,093	0,13

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCAlongitud**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,007		
	0,3	3		0,01233	
	1,0	3		0,01567	0,01567
	0,6	3			0,019
	Sig.			1	0,179

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCElongitud**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,13167		
	0,3	3	0,209	0,209	
	1,0	3		0,27533	0,27533
	0,6	3			0,32
	Sig.			0,082	0,126

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**TCRlongitud**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	0,144	
	0,3	3		0,506
	0,6	3		0,591
	1,0	3		0,653
	Sig.			1

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.  
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**PERIODO DE MUDA**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	0,3	3		25,0333
	0,0	3		25,1467
	1,0	3		26,0567
	0,6	3		26,1
	Sig.			0,321

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**FRECUENCIA DE MUDA**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3		2,6667
	0,3	3		2,8333
	0,6	3		3,1667
	1,0	3		3,2233
	Sig.			0,093

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**SUPERVIVENCIA**

	Lecitina de soya (%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Duncan <sup>a</sup>	0,0	3	61,1133	
	0,3	3	77,7767	77,7767
	0,6	3		94,4433
	1,0	3		94,4433
	Sig.		0,067	0,076

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**PRODUCCIÓN**

Duncan<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0,0	3	,16100	
0,3	3	,20633	
1	3		,28367
0,6	3		,30400
Sig.		,187	,535

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.