



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y
ZOOLOGÍA

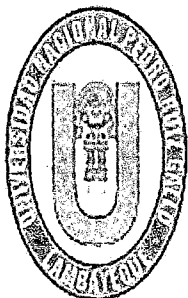
CRECIMIENTO DE Macrobrachium inca "CAMARÓN DE RÍO"
ALIMENTADO CON DOS DIETAS COMERCIALES PARA
LANGOSTINO (NICOVITA Y EXPALSA) EN UN SISTEMA DE
CULTIVO INTENSIVO CON RECIRCULACIÓN.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA - PESQUERA

AUTOR:
BACH. ACOSTA REQUEJO DEYSI LILIANA

LAMBAYEQUE - PERÚ
2015



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y
ZOOLOGÍA**

**CRECIMIENTO DE *Macrobrachium inca* "CAMARÓN DE
RÍO" ALIMENTADO CON DOS DIETAS COMERCIALES
PARA LANGOSTINO (NICOVITA Y EXPALSA) EN UN
SISTEMA DE CULTIVO INTENSIVO CON RECIRCULACIÓN.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

LICENCIADO EN

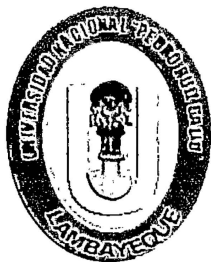
LICENCIADO EN BIOLOGIA – PESQUERÍA

AUTOR:

BACH. ACOSTA REQUEJO DEYSI LILIANA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

TESIS

CRECIMIENTO DE *Macrobrachium inca* "CAMARÓN DE RÍO"
ALIMENTADO CON DOS DIETAS COMERCIALES PARA
LANGOSTINO (NICOVITA Y EXPALSA) EN UN SISTEMA DE
CULTIVO INTENSIVO CON RECIRCULACIÓN.

Presentada por:

Br. ACOSTA REQUEJO DEYSI LILIANA

Dr. Segundo Juan López Cubas
Presidente.

.....

Dra. Elsa Angulo Plascencia
Secretaria.

.....

Dr. Wilmer Carbajal Villalta
Vocal.

.....

M.Sc. María Victoria Lora Vargas
Patrocinadora.

.....

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

Dedicatoria

A mi madre **María del Zocorro Requejo Quiroz**, por brindarme su amor y apoyo constante sin importar lo difícil de la situación, por ser, mi fortaleza y gran motivación para seguir adelante. Este logro es suyo.

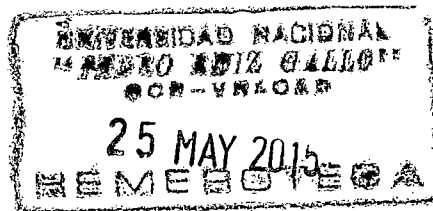
A mi profesora y amiga **María Victoria Lora Vargas** por creer en mí y brindarme su apoyo constante e incondicional, siendo un ejemplo a seguir, por contribuir en mi formación académica y profesional.

A mis hermanos **Sandra, Robert y David Acosta Requejo**, por estar siempre a mi lado, quien sin duda este es un logro también para ellos.

Agradecimiento

A mi madre **María del Zocorro Requejo Quiroz**, quien a lo largo de toda mi vida ha apoyado y motivado mi formación académica y estar conmigo en todo momento.

A mis profesores **María Victoria Lora Vargas y Segundo Juan López Cubas**, por sus enseñanzas y por contribuir en mi formación académica y sobre todo por su amistad.



CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MATERIAL Y METODOS	4
III. RESULTADOS	18
1. CRECIMIENTO DE <i>Macrobrachium inca</i>	18
2. RENDIMIENTO DE PRODUCCIÓN.....	25
3. ALIMENTACIÓN, FACTOR DE CONVERSIÓN Y EFICIENCIA ALIMENTICIA.	25
4. MORTALIDAD.	38
5. REPRODUCCIÓN.	30
6. RELACIÓN PESO - LONGITUD Y FACTOR DE CONDICIÓN.....	30
7. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DEL AGUA.....	33
7.1. Temperatura.....	33
7.2. pH.....	33
7.3. Oxígeno Disuelto.	33
7.4. Dureza Total.....	35
7.5. Alcalinidad total.....	35
7.6. Amonio total.	35
7.7. Nitritos.	35
7.8. Nitratos.	39
7.9. Caudal.	39
IV. DISCUSION.....	40
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	50.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la dieta comercial (Nicovita y Expalsa) sobre el crecimiento de *Macrobrachium inca*, en un sistema de cultivo intensivo con recirculación; aplicándose para ello el Diseño Experimental Factorial 3x2 (dos tratamientos y un testigo, con dos repeticiones cada uno): *Eisenia foetida*: Testigo, dieta comercial Nicovita y Expalsa. El cultivo se realizó en 6 tanques plásticos de 60 L de capacidad y un volumen útil de 30 L, cada uno provisto de un sistema de tratamiento de agua. El control biométrico se realizó mensualmente tomándose muestras homogéneas de 6 camarones de cada tanque; para determinar si existieron diferencias significativas entre tratamientos se aplicó el análisis de varianza, prueba de Tukey y análisis de covarianza. El crecimiento de *M. inca* no fue afectado por la dieta comercial; sin embargo, crecieron mejor con Expalsa: 49,33 mm y 2,12 g; en la cual se obtuvo la mayor producción total y mejor factor de conversión y eficiencia alimenticia. Se observó relación entre la temperatura, frecuencia de mudas y crecimiento de los camarones. Las características físico-químicas del agua se encontraron dentro de los niveles adecuados para el desarrollo de esta especie y fueron similares entre los tratamientos.

Palabras clave: Cultivo intensivo con recirculación, *M. inca*, dietas comerciales.

ABSTRACT

The present investigation was conducted to determine the effect of the commercial diet (Nicovita and Expalsa) on growth of *Macrobrachium inca* in intensive culture system with recirculation; apply for it Factorial Experimental Design 3x2 (two treatments and a control, with two replicates each): Eisenia foetida: Witness, commercial diet Nicovita and Expalsa. Culturing was carried out in 6 plastic tanks of 60 L capacity and a working volume of 30 L, each provided with a water treatment system. The biometric control is done monthly take homogeneous samples of 6 shrimp in each tank; to determine whether there were significant differences between treatments analysis of variance, Tukey test and analysis of covariance was applied. The growth of *M. Inca* was not affected by the commercial diet; however, grew better with Expalsa: 49.33 mm and 2.12 g; in which the greater and better overall production, conversion factor and feed efficiency was obtained. Relationship between temperature, moult frequency and shrimp growth was observed. The physico-chemical characteristics of water found within the proper development of this species levels and were similar between treatments.

Keywords: Intensive cultivation with recirculation, *M. inca*, commercial diets.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de pescado y otros productos acuícolas, han experimentado un incremento mundial particularmente pronunciado en Europa y otras áreas desarrolladas, sin embargo la productividad total del océano es limitada, considerándose un máximo sostenible estimado de 150 millones de toneladas métricas por año, que probablemente sólo representa un 10% de la proteína necesaria para el sostenimiento de la población mundial. Por su parte, en el suministro de productos acuáticos, la acuicultura ha tenido un crecimiento continuo durante los últimos 30 años, a una tasa superior al 10 % anual.

Dentro de las actividades acuícolas, la carcinicultura es una de las más rentables y de gran auge en muchos países, destacando el cultivo de camarones marinos de diversas especies, entre los que sobresale *Litopenaeus vannamei*, y en menor escala el camarón de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*. Para el caso de los ríos de la costa del Perú, los crustáceos denominados camarón de río, de la especie *Cryphiops caementarius* y otras del género *Macrobrachium*, como *M. inca*, *M. americanum*, *M. gallus* (*Caridea, Palaemonidae*), representan el grupo faunístico de mayor interés pesquero y con posibilidades de uso acuícola; de las cuales *M. inca* es una de las especies con mayor presencia en la zona norte y así como lo es *C. caementarius* para la zona sur del Perú. Específicamente, en lo que se refiere a la Región Lambayeque, la especie que predomina y que es objeto de una pesquería artesanal, es *M. inca*, recurso que actualmente es muy escaso en los ríos, debido a la sobreexplotación del mismo, que se realiza principalmente en la época de avenidas de agua (verano), coincidiendo con el

período de reproducción, a lo que se suma el irregular caudal de nuestros ríos cuyas aguas se utilizan totalmente para la agricultura así como a la contaminación de los mismos (IMARPE, 2008).

En cuanto al cultivo de *M. inca*, existen experiencias de cultivo realizadas por: López y Lora (1990), que determinaron que el crecimiento de *M. inca* es afectado por la densidad poblacional obteniendo mejores resultados en densidad de 4 camarones/m²: 66,12 mm y 4,31 g, partiendo de 28,50 mm y 0,21 g, suplementado con harina de sangre y un índice alimentario de 3% de la biomasa, durante seis meses de cultivo; López y Lora (1995), quienes establecieron que *M. inca* logró mayor crecimiento cuando se le alimentó con *Eisenia foetida* "Lombriz roja", a razón de 15 y 6 % de la biomasa los dos primeros meses y 5 % los 4 meses restantes, alcanzando: 88,59 mm, y 15,84 g, siendo su longitud y peso inicial de 24,70 mm y 0,13 g, durante seis meses de cultivo y a una densidad de 3 camarones/m²; Dávila *et al.* (2013), quienes demostraron que *M. inca* alimentado con 0 % (control), 25 %, 50 % y 100 % de harina de ensilado de *Argopecten purpuratus* creció mejor con la dieta de 50% de ensilado: 21,40 mm y 200,00 mg, siendo los resultados más bajos para la dieta con 25% de ensilado: 19,20 mm y 163,23 mg, no existiendo diferencias significativas y teniendo como longitud y peso inicial: 12,00 mm y 54,00 mg, con un índice alimentario de 10% de la biomasa, durante 42 días de cultivo en un sistema intensivo; y finalmente, Cerdán y Sánchez (2014), que en policultivo de *M. inca* con *Dormitator latifrons* y *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*, encontraron que esta especie creció mejor en la densidad de 5 cam/m², siendo la densidad total de 6,5 org/m²: 83,33 mm y 16,12 g, después de seis meses de cultivo y alimentándolo con balanceado para

langostino. Observándose, que mayormente los estudios realizados son en el sistema semi-intensivo, alimentándolo con productos naturales, en unos casos y balanceado en otro, siendo necesario profundizar las investigaciones orientadas a esclarecer aspectos aún desconocidos de su alimentación y dentro de esta el conocimiento de la dieta que le brinde el mejor crecimiento y rendimiento de cultivo; pero explorando un sistema de cultivo intensivo con recirculación que permita economizar un recurso muy valioso como lo es el agua que cada vez es más escasa, utilizando como alimento dos dietas comerciales empleadas en la alimentación del langostino.

Es por ello que frente a esta problemática, se decidió ejecutar el presente trabajo de investigación, que tuvo como objetivos: Determinar y comparar el crecimiento de *M. inca* alimentado con dietas diferentes, en un sistema de cultivo intensivo con recirculación y, seleccionar la dieta que brinde el mejor crecimiento y rendimiento; habiéndose formulado el problema: ¿Cómo afecta la dieta comercial (Nicovita y Expalsa) en el crecimiento de *M. inca* en un sistema de cultivo intensivo con recirculación?; al cual se planteó como hipótesis: El crecimiento de *M. inca* en un sistema de cultivo intensivo con recirculación será mayor con la dieta comercial de la marca Nicovita; desarrollándose el Diseño Experimental Factorial 3x2 (dos tratamientos y un testigo, con dos repeticiones cada uno).

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La fase experimental de la presente tesis, que abarco los meses de noviembre 2012 a mayo 2013, se desarrolló en un laboratorio particular ubicado en el distrito, provincia y departamento de Lambayeque, entre las coordenadas: 5°28'36" S y 79°41'30" O (Fig. 1); para lo cual se implementaron 6 sistemas aislados de recirculación cerrados, conformados por los siguientes componentes: 6 tanques de plástico de base rectangular de 60 L de capacidad, para el cultivo intensivo; 6 baldes plásticos de 12 L de capacidad (Fig. 1), acondicionados como sistemas de tratamiento de agua, ubicados en la parte superior de los tanques de cultivo, con la finalidad que el agua tratada descienda por gravedad a través de una manguera de 0,32 m de longitud y 9 mm de diámetro, conectada a un caño ubicado en la parte inferior del balde (salida del agua o desagüe), provista de una malla de 0,10 mm de abertura en su extremo final, para evitar la fuga de los camarones; 6 Bombas Sumergibles Boyu SP-500, para elevar el agua de los tanques de cultivo a los sistemas de tratamiento de agua, mediante una manguera de 1 m de longitud del mismo diámetro, que los conectaba; y un sistema de aireación constante, constituido por bombas de aire, marca Sera air 550R, conectadas a 6 mangueras plásticas de 4 mm de diámetro con sus respectivos difusores de piedra en el extremo, destinadas para cada tanque de cultivo. (Fig. 2, A y B).

Los tanques de cultivo, cuyo volumen de trabajo fue de 30 L, se ubicaron sobre mesas debidamente acondicionadas, de 1,28m x 0,80 m x 0,85m.

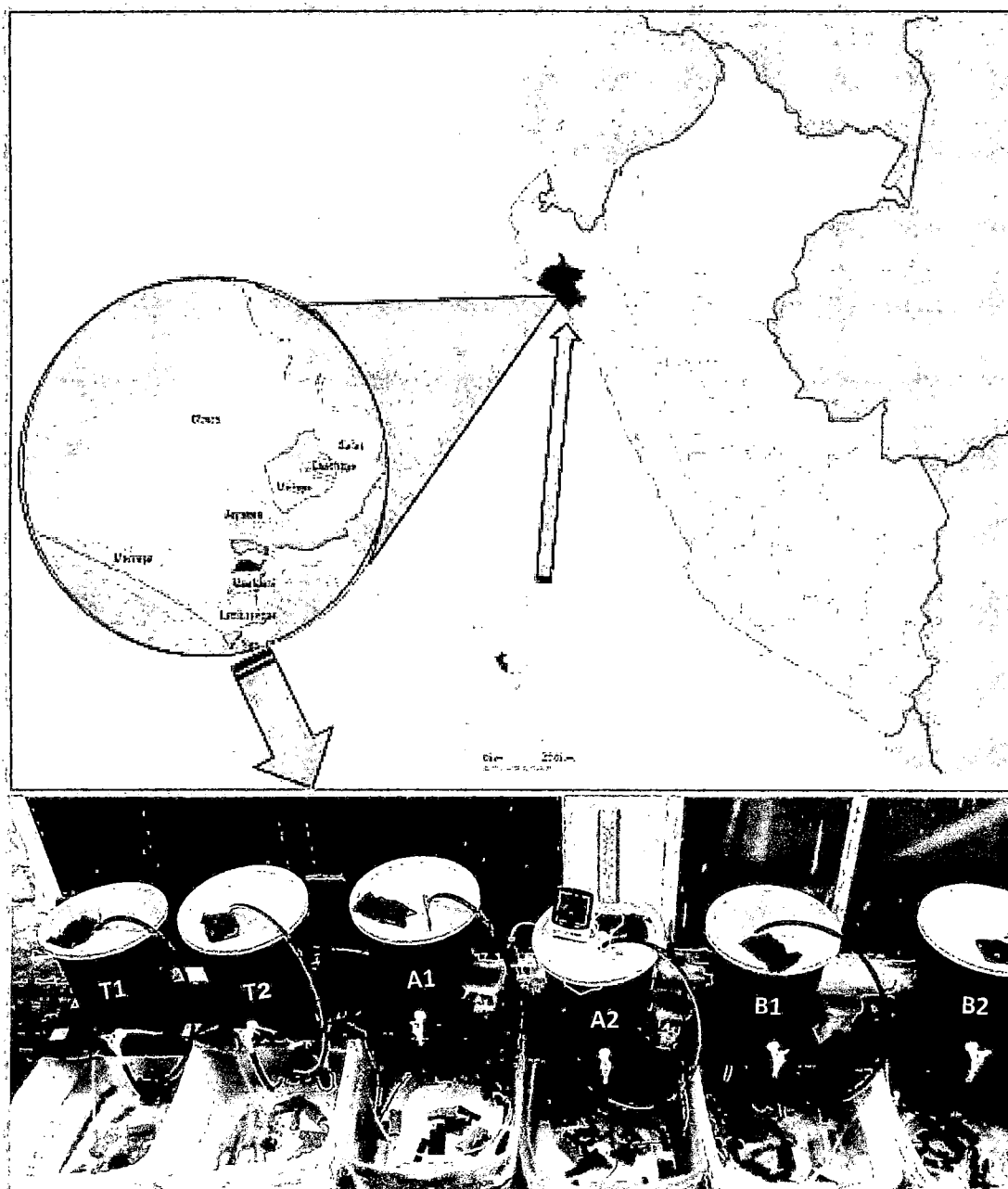


Figura 1. Ubicación del laboratorio y del sistema cerrado de recirculación para el cultivo de *M. inca*.

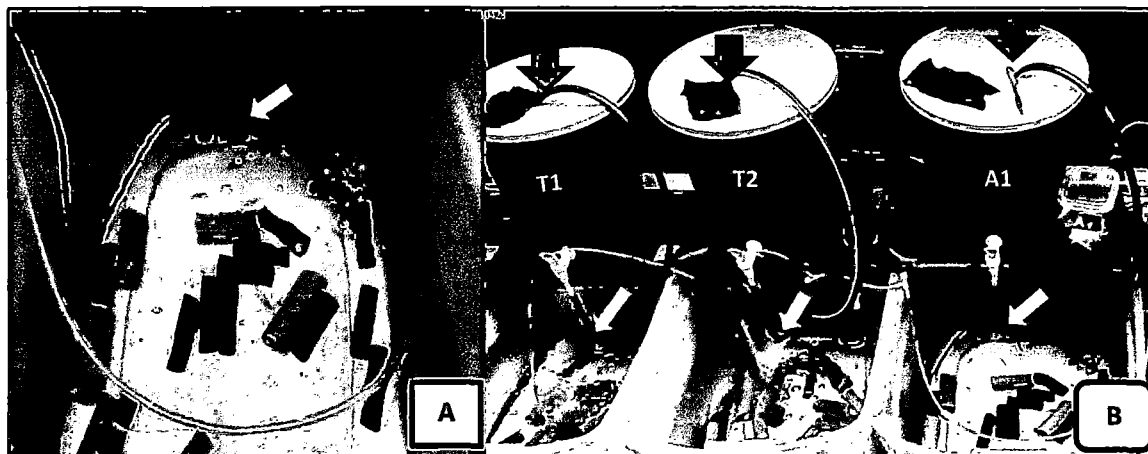


Figura 2. (A) Bomba sumergible, (B) Filtro: ingreso de agua (flechas rojas) y retorno del agua al tanque de cultivo (flechas amarillas).



Figura 3. Tubos utilizados como refugio, dentro de cada tanque de cultivo.

En el interior de cada tanque de cultivo, se colocaron 20 tubos de PVC de 0,5" de diámetro y 7 cm de longitud, para proveer de refugio a los camarones y evitar pérdidas por canibalismo durante la muda; tubos que posteriormente fueron sustituidos por otros de mayor diámetro y longitud, a medida que los camarones fueron creciendo (Fig. 3).

Los sistemas de tratamiento de agua, en su interior contenían: una esponja de dunlopillo dispuesta en una canastilla, ubicada en la parte superior o entrada del agua, la cual permitía retener los sólidos gruesos, y en la parte inferior se acondicionó una capa de rúleros plásticos, provistos internamente con perlón, para la retención de sólidos de menor tamaño y a su vez una capa de canutillos de cerámica que permitieron el desarrollo de bacterias, encargadas de eliminar el amonio y sus derivados (Fig. 4, A y B). Asimismo fue necesario realizar la limpieza mensual de la esponja ubicada en la canastilla, mas no de los rúleros ni de los canutillos de cerámica.

Las post-larvas de *M. inca* se obtuvieron mediante capturas realizadas a orillas del Río Reque, utilizando una malla nylon de 2 mm de abertura, las cuales fueron trasladadas en baldes de plástico con su respectiva aireación, hasta el lugar de trabajo y mantenidos en tinas durante 2 semanas para lograr su adaptación; posteriormente se seleccionaron ejemplares en un rango de 28,00 y 31,00 mm de longitud, para luego ser sembrados 30 camarones por cada tanque de cultivo (Fig. 5, A, B y C).

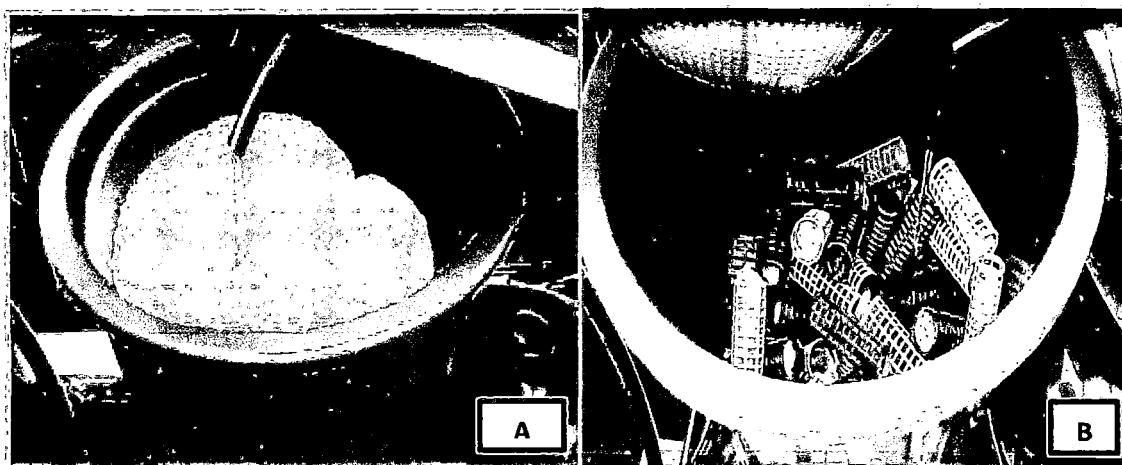


Figura 4. Ubicación de la esponja en la parte superior del filtro (A) y de los canutos en la parte inferior (B).



Figura 5. (A) Ubicación de donde se obtuvieron las post-larvas de *M. inca*, (B) Acondicionamiento en tinajas y (C) siembra en tanques para su cultivo.

Para contrastar la hipótesis planteada, se aplicó el Diseño Experimental Factorial 3x2 (dos tratamientos y un testigo, con dos repeticiones cada uno), siendo el factor la dieta: *E. foetida* Testigo: (Tratamiento T: T1 y T2), Nicovita: (Tratamiento A: A1 y A2) y Expalsa: (Tratamiento B: B1 y B2). El diseño experimental se muestra en la (Tabla 1), donde se indica además, la población total de cada tanque de cultivo así como las longitudes y pesos medios de siembra.

Para la alimentación con *E. foetida*, obtenidas de lechos de cultivo ubicados en el Distrito de Tumán-Chiclayo, estas fueron debidamente acondicionadas y extraídas diariamente para alimentar a los camarones; antes de ser entregado como alimento se realizó un lavado y pesado de las mismas, que a su vez fueron cortadas en pequeños fragmentos utilizando una tijera y finalmente nuevamente lavadas y entregadas a los camarones (Figs. 6, A y B y 7, A y B y C). Los tratamientos A y B fueron alimentados con pellets de las dietas comerciales Nicovita y Expalsa, su nivel proteico vario con el tiempo de cultivo: 38 % de proteína el primer mes, 35% el segundo, tercero, cuarto y quinto mes y 28% de proteína el sexto mes. Los índices alimentarios, en todos los casos, fueron de 5% de la biomasa desde el primer hasta el cuarto mes, 4% el quinto y 3% de la biomasa para el sexto mes. El suministro del alimento se hizo diariamente a las 06:00 y 18:00 horas (Fig. 8).

El control del crecimiento en longitud y peso de los camarones se realizó mensualmente, tomando una muestra de 6 camarones por cada tratamiento, para lo cual se empleó un calcal de mano (Fig. 9). Los dos primeros meses,

Tabla 1. Diseño experimental, denominación de los tanques, población total, longitudes y pesos medios de siembra de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 – mayo 2013.

Tanques	Tratamientos	Repeticiones	Lt (mm)	Pt (g)	Población Total
T	<i>Eisenia foetida</i>	T1	28,47	0,25	30
		T2	29,48	0,25	30
A	Nicovita	A1	28,55	0,25	30
		A2	31,45	0,25	30
B	Expalsa	B1	28,47	0,25	30
		B2	28,90	0,25	30

T: testigo, Lt : longitud total media, Pt : peso total medio.

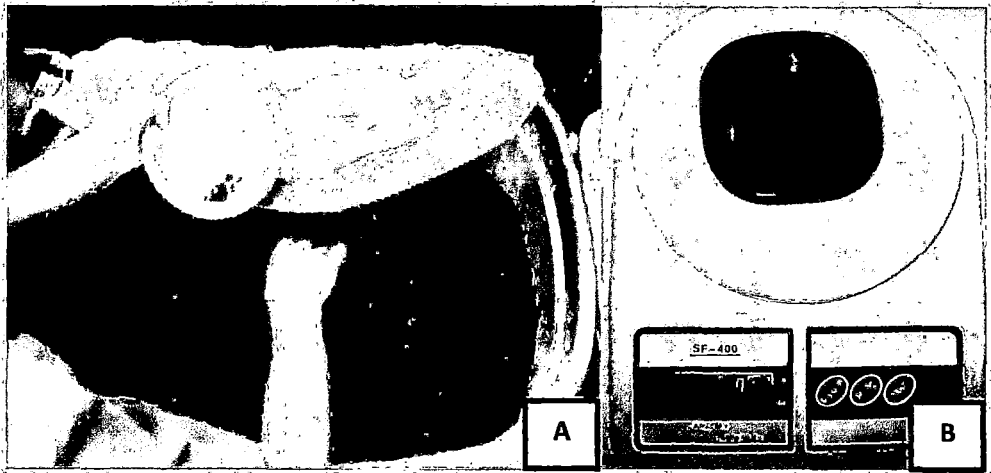


Figura 6. (A) Extracción y (B) Peso de *E. foetida*.

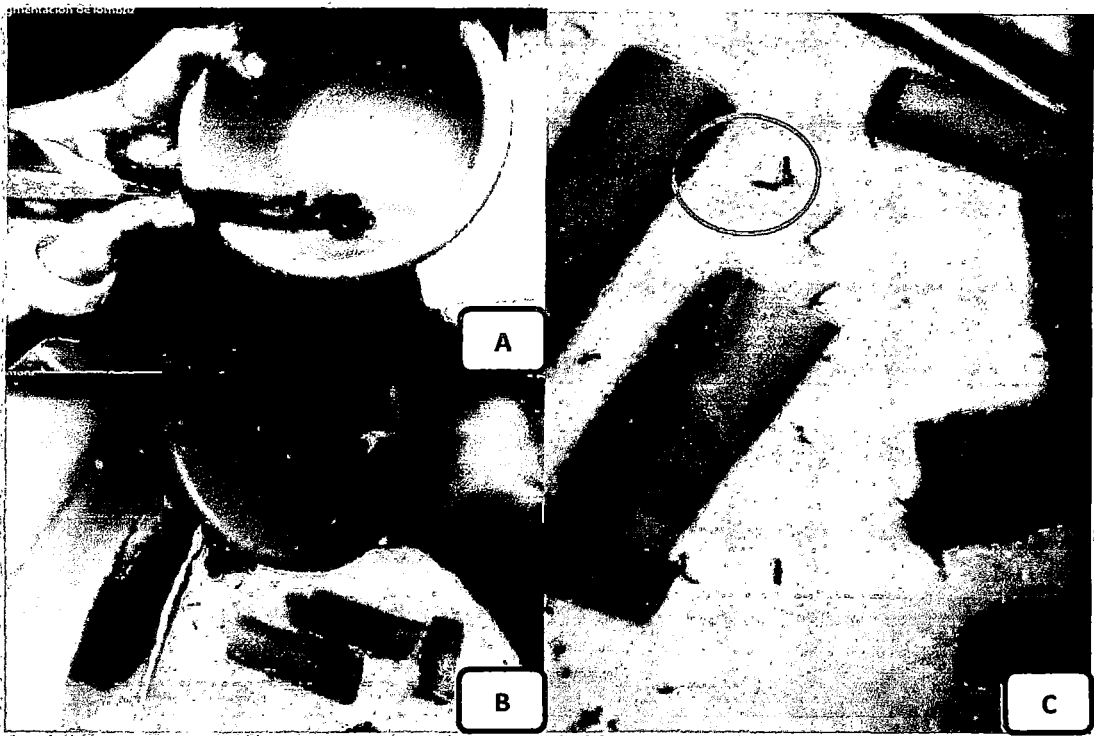


Figura 7. Alimentación con *E. foetida*: (A) corte en fragmentos, (B) entrega del alimento y (C) captura del alimento.

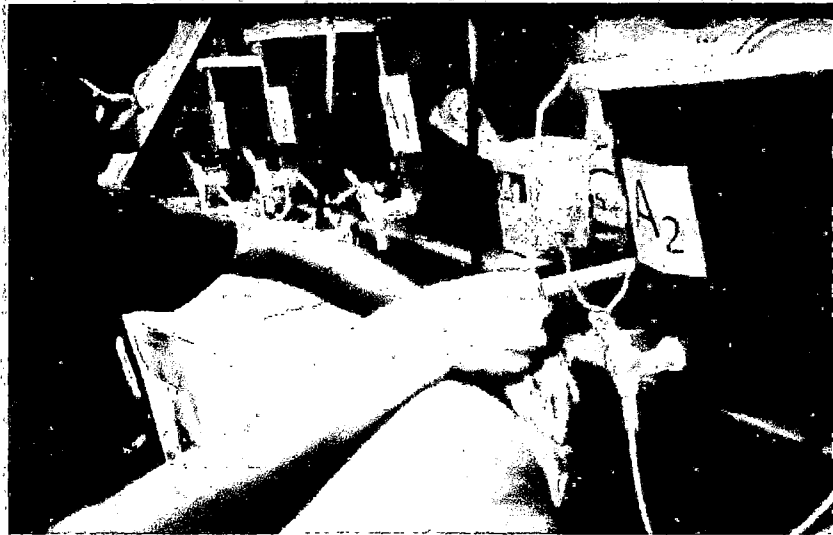


Figura 8. Entrega del alimento balanceado "Nicovita" y "Expalsa".



Figura 9. Captura de *M. inca*, para su respectivo control biométrico.

el peso se determinó mediante el método volumétrico empleando una probeta graduada de 10 ml, la misma que también sirvió para registrar la longitud; los meses restantes, la longitud total se registró con un ictiómetro graduado en milímetros y peso total en gramos con una balanza digital SF- 400 de 0,1 g de sensibilidad. (Fig. 10, A y B).

Los parámetros de calidad de agua registrados fueron: La temperatura ambiental y del agua, la que se registró diariamente a las 08:00 y 18:00 horas, mediante un termómetro digital marca "Boeco" SH-110 (-50 °C a 70 °C) (Fig. 11). Asimismo, mensualmente se registró el oxígeno disuelto a través del método de Winkler y mediante el método titulométrico se determinó anhídrido carbónico libre, alcalinidad total y dureza total; mientras que el amonio, nitritos y nitratos, se midieron mediante método colorimétrico a través de kits para análisis de agua marca "Sera" y el pH usando potenciómetro digital (Fig. 12). De la misma manera se midió el caudal utilizando el método volumétrico (volumen/tiempo).

Por otro lado, diariamente, antes de suministrar el alimento, se realizó un recambio del 10% de agua, para ello se efectuó un sifonado del fondo de cada tanque de cultivo con la ayuda de una manguera de 1 m de largo con un diámetro de 9 mm protegida con una malla celosía plástica, con la finalidad de recoger alimento no consumido, heces y restos de mudas. Además, semanalmente se realizó la limpieza del fondo y paredes de los tanques de cultivo.

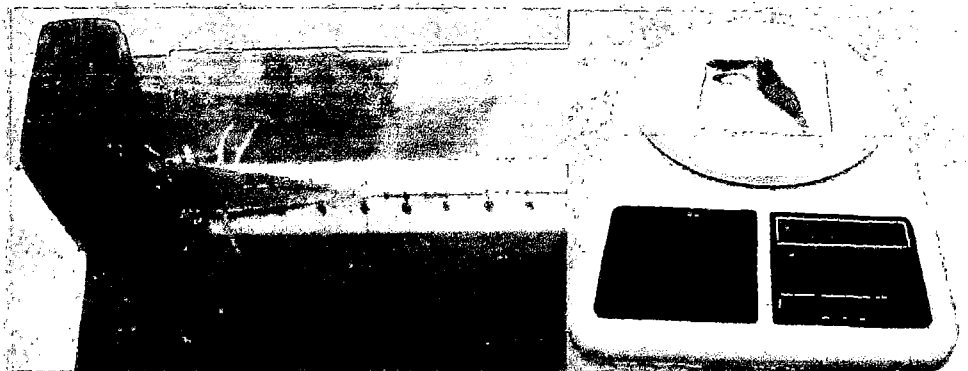


Figura 10. (A) Control biométrico del crecimiento en longitud y (B) peso de *M. inca*.

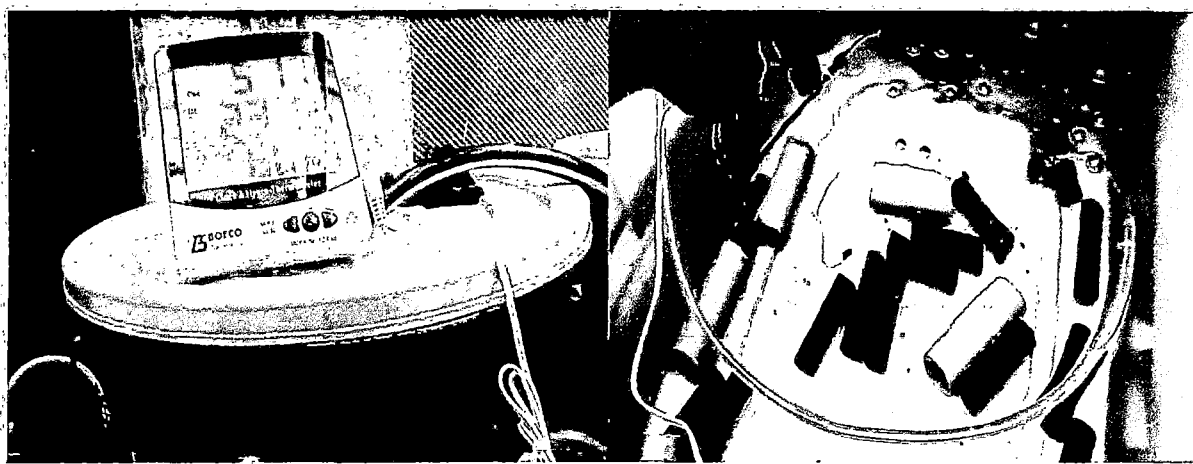


Figura 11. Registro de temperatura ambiental y del agua, mediante un termómetro digital.



Figura 12. Kits y Reactivos utilizados en el análisis del agua.

Finalizado el proceso de cultivo, para determinar el efecto de las repeticiones sobre el crecimiento de los camarones, se aplicó un análisis de varianza simple (Sokal y Rohlf, 1995), siendo el modelo:

$$Y_{ik} = U + A_i + E_{ik}$$

Y_{ik} : Una medición cualquiera

U : Longitud o peso medio verdadero

A_i : Efecto de las repeticiones sobre el crecimiento

E_{ijk} : Error experimental.

Luego se estimó el promedio en longitud y peso de cada tratamiento y se aplicó el análisis de varianza para un modelo factorial de dos factores fijos (Ostle, 1994):

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} : Una medición cualquiera

U : Longitud o peso medio verdadero

A_i : Efecto del factor dieta sobre el crecimiento

B_j : Efecto del factor tiempo sobre el crecimiento

$(AB)_{ij}$: Efecto de la interacción de los dos factores sobre el crecimiento

E_{ijk} : Error experimental.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : El factor repeticiones, para el primer modelo y el factor dieta, tiempo e interacción, para el segundo modelo, no afectan el crecimiento de *M. inca*.

H_a : El factor repeticiones, para el primer modelo y el factor dieta, tiempo e interacción, para el segundo modelo, si afectan el crecimiento de *M. inca*.

Las decisiones se tomaron de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar H_0 si P es menor que 0,05

Aceptar H_a si P es mayor que 0,05.

La comparación de las medias, se realizó a través de la prueba de rango múltiple de Tukey.

A fin de determinar la eficiencia alimenticia (EA) se utilizó la siguiente formulación:

$$EA = \text{Producción total de camarones} / \text{cantidad de alimento suministrado.}$$

Las ecuaciones peso – longitud fueron calculadas para cada tratamiento, siendo sus parámetros comparados mediante el análisis de covarianza. De igual modo, se aplicó la prueba de t (Snedecor and Cochran, 1989) para el exponente “b”, para determinar si difiere del valor de 3 y así tipificar el crecimiento.

Los análisis estadísticos fueron procesados con una Laptop Hp con procesador Intel CORE i5 – sistema operativo Windows 7, utilizando los programas: Excel 2007, SPSS 22 y Minitab 16, con un nivel de significancia al 0,05%.

III. RESULTADOS

1. Crecimiento de *Macrobrachium inca*.

Culminado el proceso de cultivo, se observó que el crecimiento de *M. inca* presentó ligeras diferencias entre repeticiones de cada tratamiento, siendo un poco más pronunciadas entre dietas; sin embargo, las mayores longitudes y pesos medios se obtuvieron en el tratamiento alimentado con la dieta Expalsa (Tabla 2 y Fig. 13, A y B).

A través del análisis de varianza (Tabla 3), se determinó que no existen diferencias significativas en el crecimiento ($p>0,05$), en longitud y peso, entre las repeticiones de cada tratamiento.

Frente a esta situación, se promediaron las repeticiones de cada tratamiento (Tabla 4), observándose que el crecimiento a favor de la dieta Expalsa se presentó a partir del tercer mes de cultivo (Fig. 14, A y B); en esta figura se observa también que la dispersión de los datos en longitudes y pesos de los camarones es menor para la dieta Expalsa. Luego se procedió a aplicar el análisis de varianza (Tabla 5), que evidenció que el crecimiento es afectado por el tiempo ($P<0,05$), pero no por las dietas ni la interacción de ambos factores ($P>0,05$).

La prueba de Tukey para comparar las longitudes y pesos en función al tiempo, en cada tratamiento (Tabla 6, A y B), determinó que el crecimiento no difirió significativamente, mes a mes, en el período de cultivo.

Tabla 2. Longitudes y pesos medios de siembra y mensuales, en cada tratamiento con sus repeticiones, de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

TIEMPO	(T) Testigo						(A) Nicovita						(B) Expalsa					
	T1			T2			A1			A2			B1			B2		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
SIEMBRA	30	28,47	0,25	30	29,48	0,25	30	28,55	0,25	30	31,45	0,25	30	28,47	0,25	30	28,90	0,25
MES 1	06	29,86	0,30	06	30,00	0,30	06	30,83	0,33	06	31,94	0,32	06	32,08	0,33	06	30,97	0,33
MES 2	06	33,17	0,50	06	33,50	0,50	06	36,17	0,55	06	35,83	0,52	06	37,00	0,63	06	35,83	0,50
MES 3	06	38,17	0,73	06	36,17	0,66	06	39,17	0,83	06	36,83	0,67	06	38,17	0,78	06	38,00	0,78
MES 4	06	42,67	1,22	06	40,00	1,05	06	43,33	1,28	06	40,17	1,05	06	43,17	1,30	06	43,67	1,33
MES 5	06	45,67	1,50	06	42,00	1,20	06	46,17	1,65	06	45,00	1,68	06	46,33	1,72	06	46,33	1,57
MES 6	06	47,83	1,75	06	44,17	1,65	06	49,00	1,80	06	48,17	1,98	06	51,33	2,33	06	47,33	1,90

n: número de camarones; Lt: longitud total en milímetros; Pt: peso total en gramos.

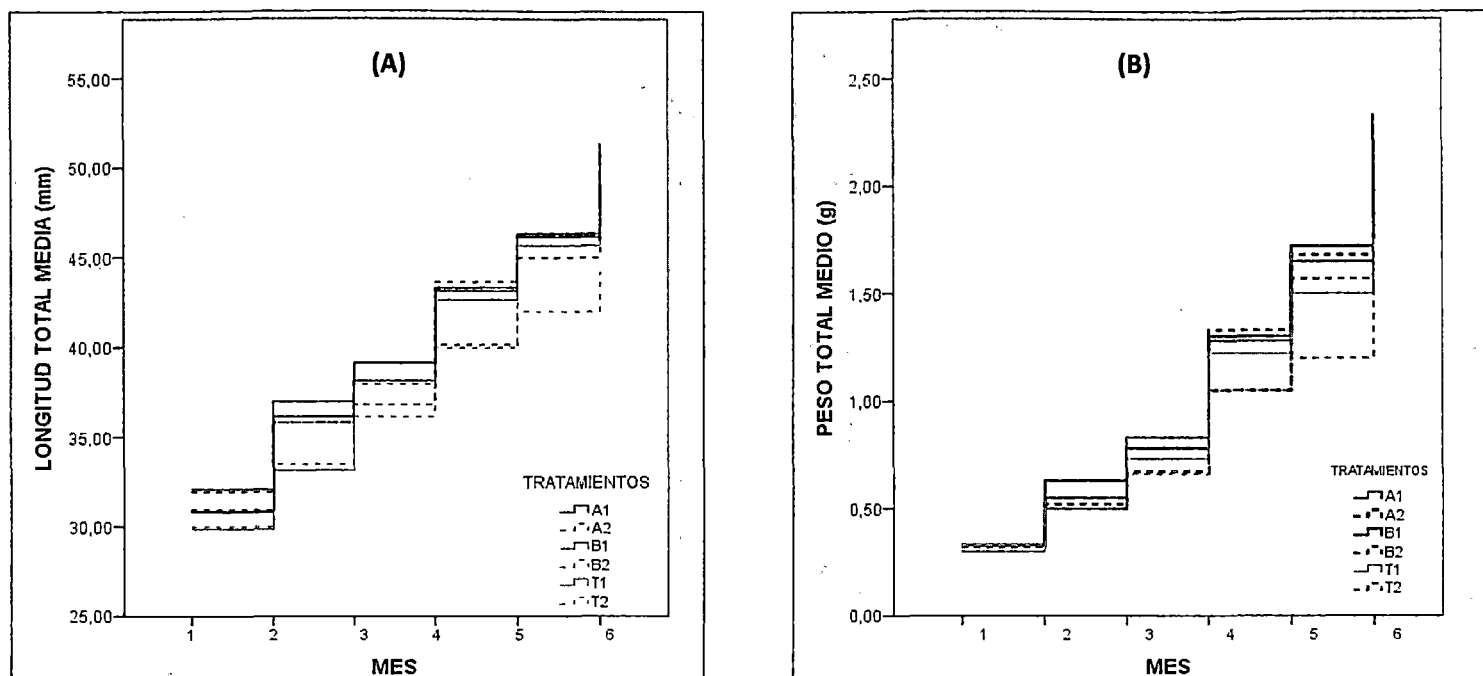


Figura 13. Variación de longitudes (A) y pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento con sus repeticiones, de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar el efecto de las repeticiones sobre el crecimiento en peso y longitud de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Fuente de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Repeticiones	0,44	0,57	0,32	0,57

F: Valor de prueba de F; P: Probabilidad.

Tabla 4. Longitudes y pesos medios de siembra y mensuales, en cada tratamiento de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

	Testigo			Nicovita			Expalsa		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
SIEMBRA	30	28,98	0,25	30	30,00	0,25	30	28,69	0,25
MES 1	06	29,93	0,30	06	31,39	0,33	06	31,53	0,33
MES 2	06	33,33	0,50	06	36,00	0,54	06	36,42	0,57
MES 3	06	37,17	0,70	06	38,00	0,76	06	38,09	0,78
MES 4	06	41,34	1,14	06	41,75	1,18	06	43,42	1,32
MES 5	06	43,84	1,36	06	45,58	1,68	06	46,34	1,65
MES 6	06	46,00	1,70	06	48,58	1,89	06	49,34	2,12

n : número de camarones; Lt : longitud total en milímetros; Pt : peso total en gramos.

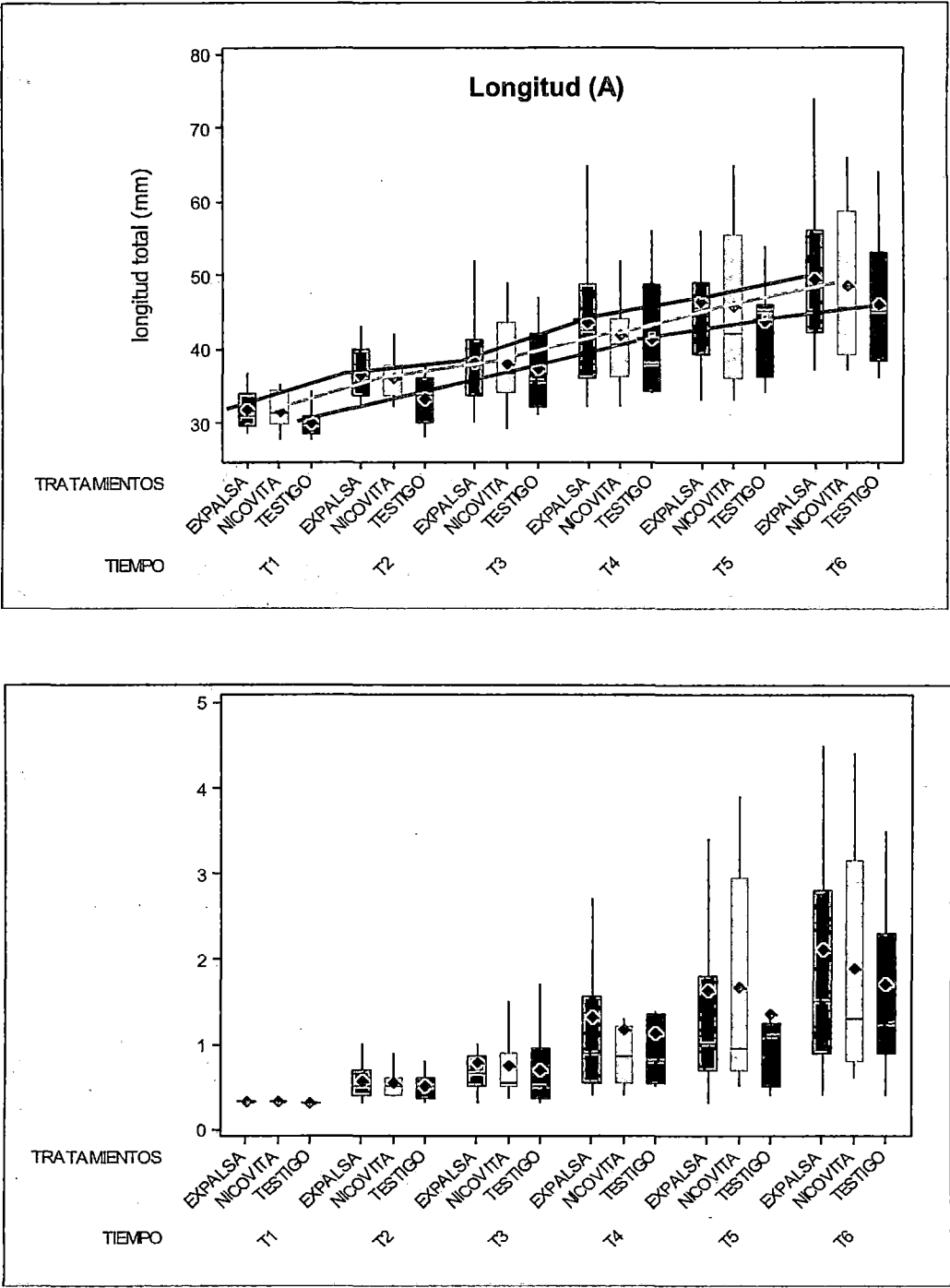


Figura 14. Longitudes (A) y pesos (B) medios mensuales, en cada tratamiento de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tabla 5. Análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos, tiempo y su interacción sobre el crecimiento en longitud y peso de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Fuente de variación	LONGITUD		PESO	
	F	P	F	P
Dietas	1,83	0,52	0,65	0,52
Tiempo	27,16	0,00*	14,87	0,00*
Interacción	0,08	1,00	0,92	1,00

F: Valor de prueba de F, * : P <0,05 (Valor significativo).

Tabla 6. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes entre Longitudes (A) y Pesos (B) medios de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

(A) LONGITUD						B) PESO					
Tiempo		Testigo		Diferencia	DMS	Tiempo		Testigo		Diferencia	DMS
MES 1-MES 2		29,93	33,33	3,40	7,92	MES 1-MES 2		0,30	0,50	0,20	1,05
MES 2-MES 3		33,33	37,16	3,83	7,92	MES 2-MES 3		0,50	0,69	0,19	1,05
MES 3-MES 4		37,17	41,34	4,17	7,92	MES 3-MES 4		0,70	1,14	0,44	1,05
MES 4-MES 5		41,34	43,84	2,50	7,92	MES 4-MES 5		1,14	1,36	0,22	0,95
MES 5-MES 6		43,84	46,01	2,17	7,22	MES 5-MES 6		1,36	1,70	0,35	0,95
Nicovita						Nicovita					
MES 1-MES 2		31,39	36,00	4,61	7,92	MES 1-MES 2		0,33	0,54	0,21	1,05
MES 2-MES 3		36,00	38,00	2,00	7,92	MES 2-MES 3		0,54	0,76	0,22	1,05
MES 3-MES 4		38,00	41,75	3,75	7,92	MES 3-MES 4		0,76	1,18	0,42	1,05
MES 4-MES 5		41,75	45,58	3,83	7,92	MES 4-MES 5		1,18	1,68	0,50	0,95
MES 5-MES 6		45,58	48,58	3,00	7,92	MES 5-MES 6		1,68	1,89	0,23	0,95
Expalsa						Expalsa					
MES 1-MES 2		31,53	36,42	4,89	7,92	MES 1-MES 2		0,33	0,57	0,24	0,95
MES 2-MES 3		36,42	38,09	1,67	7,92	MES 2-MES 3		0,57	0,78	0,22	0,95
MES 3-MES 4		38,09	43,42	5,33	7,92	MES 3-MES 4		0,78	1,32	0,53	1,05
MES 4-MES 5		43,42	46,34	2,92	8,42	MES 4-MES 5		1,32	1,65	0,33	1,05
MES 5-MES 6		46,34	49,34	3,00	7,92	MES 5-MES 6		1,65	2,12	0,48	0,95

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey

Las tasas de incremento, tanto en longitud como en peso, observaron una tendencia similar, con alternancia de picos de alto y bajo crecimiento, haciendo la salvedad que los mejores valores de incremento correspondieron a los camarones alimentados con la dieta de Expalsa (Fig. 15, A y B).

El análisis de las frecuencias de mudas, permitió establecer que sus valores se incrementaron hasta el cuarto mes de cultivo, descendieron hacia el quinto, para luego elevarse al final del cultivo. Estas mayores frecuencias de mudas coinciden con los mayores picos de crecimiento en longitud y peso (Fig. 16, A y B).

2. Rendimiento de Producción

Las mejores producciones, total y por metro cúbico, correspondieron a los camarones suplementados con la dieta comercial Expalsa (tratamiento B) 63,45 g y 2 115 g/m³ (Fig. 17).

3. Alimentación, Factor de Conversión y Eficiencia alimenticia

La cantidad de alimento suministrado en el cultivo de *M. inca* se incrementó sostenidamente para la dieta Nicovita, mientras que para el Testigo y Expalsa su incremento se dio durante los cinco primeros meses disminuyendo levemente en el último mes de cultivo (Tabla 7).

Los valores del factor de conversión alimenticia fueron muy similares entre los tratamientos, obteniéndose un menor factor de conversión en el tratamiento de la dieta Expalsa (0,34). (Fig. 18).

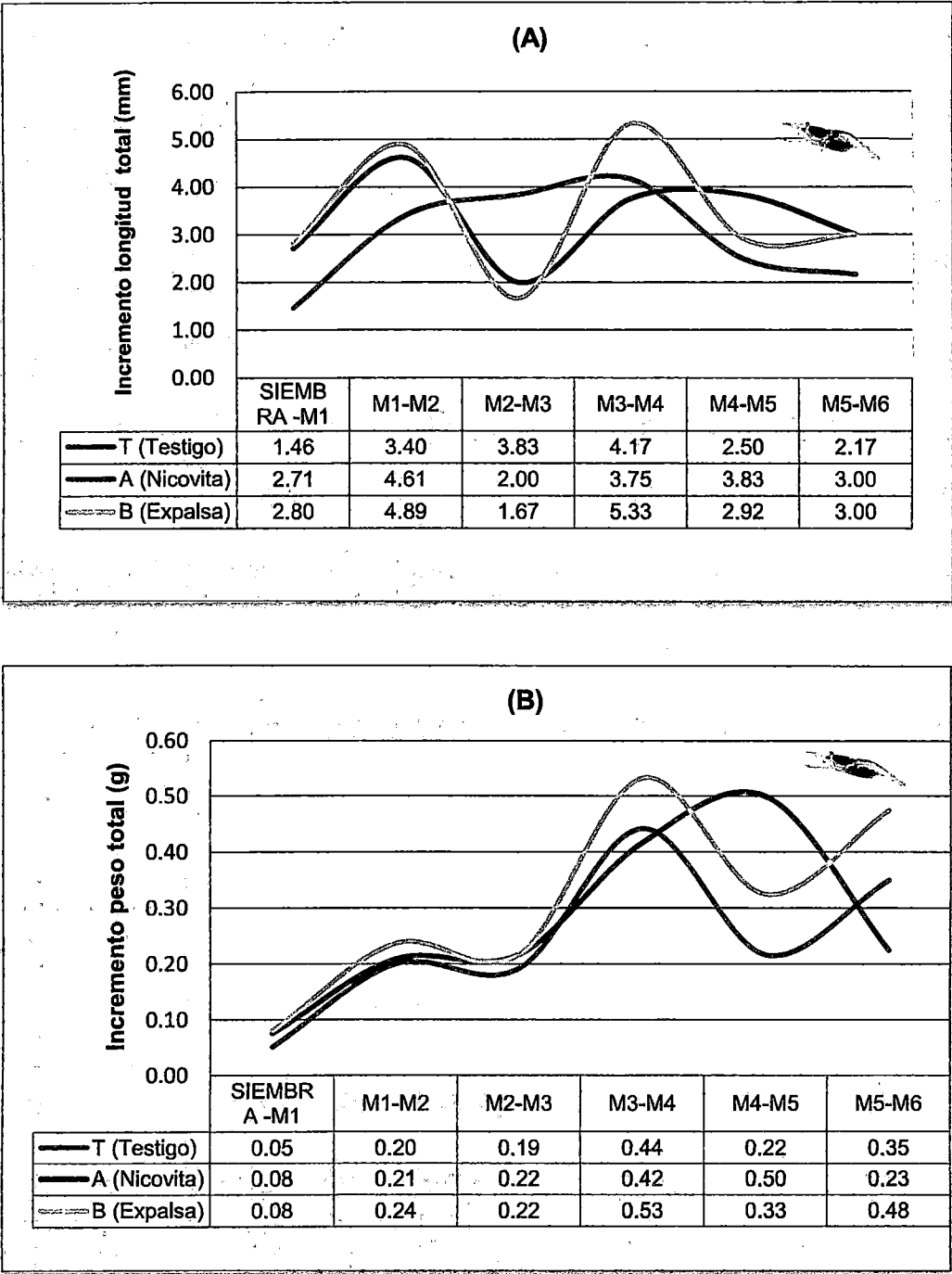


Figura 15. Incrementos de longitudes (A) y pesos (B) de siembra y mensuales de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

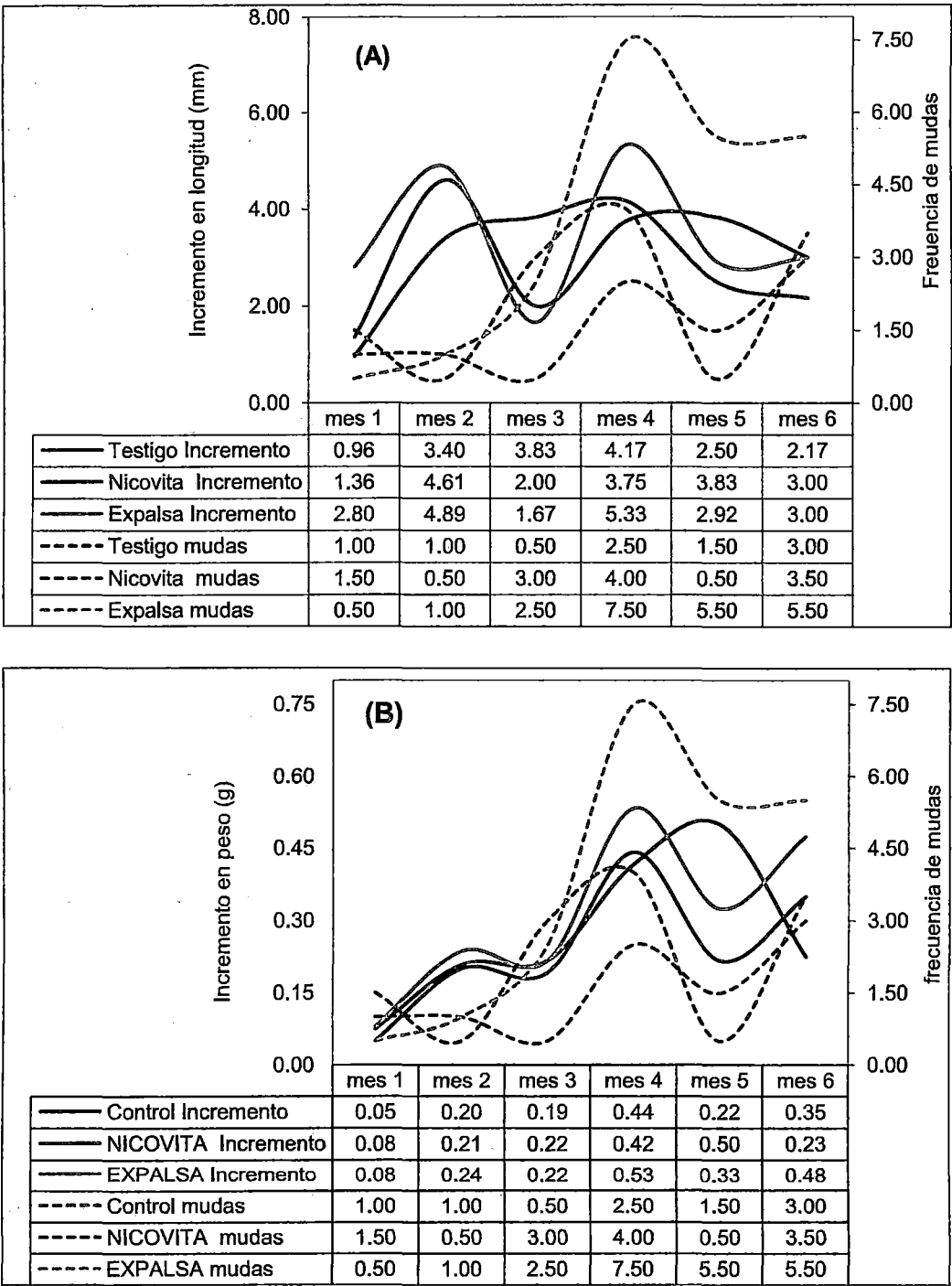


Figura 16. Relación de Incrementos de longitudes (A) y pesos (B) mensuales con frecuencia de mudas de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

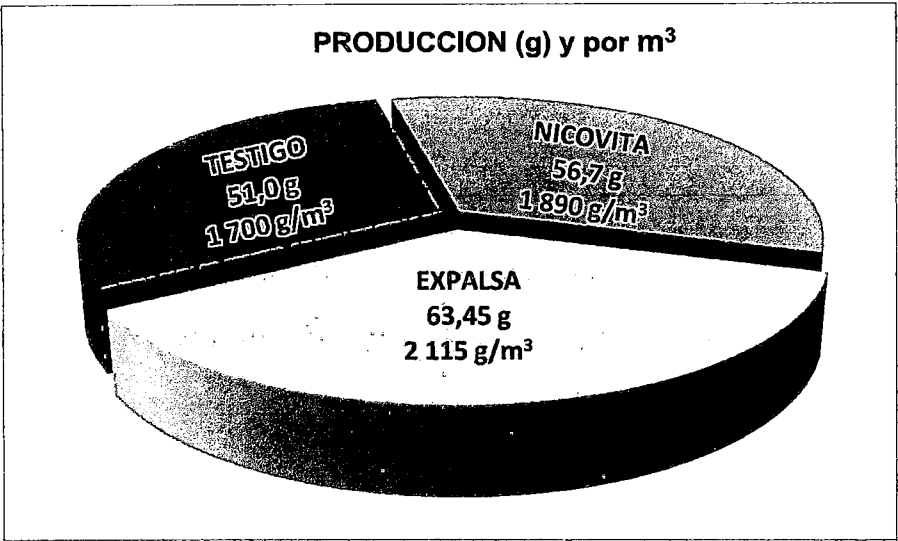


Figura 17. Producción total (g) y por metro cúbico (g/m³) de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tabla 7. Cantidad de alimento mensual suministrado a *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tiempo	TESTIGO	NICOVITA	EXPALSA
	(g)	(g)	(g)
Inicio – Mes1	1,24	1,24	1,24
Mes1 - Mes2	1,44	1,56	1,58
Mes2 - Mes3	2,17	2,33	2,46
Mes3 - Mes4	3,34	3,60	3,74
Mes4 - Mes5	4,36	4,47	5,05
Mes5 - Mes6	3,89	4,79	4,74
Total	16,43	17,99	18,81

g: gramos

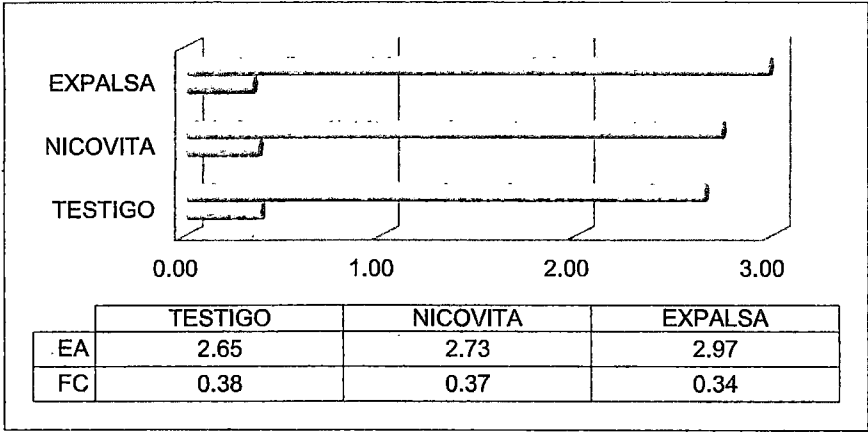


Figura 18. Factor de conversi3n alimenticia y Eficiencia alimenticia por tratamiento de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculaci3n. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

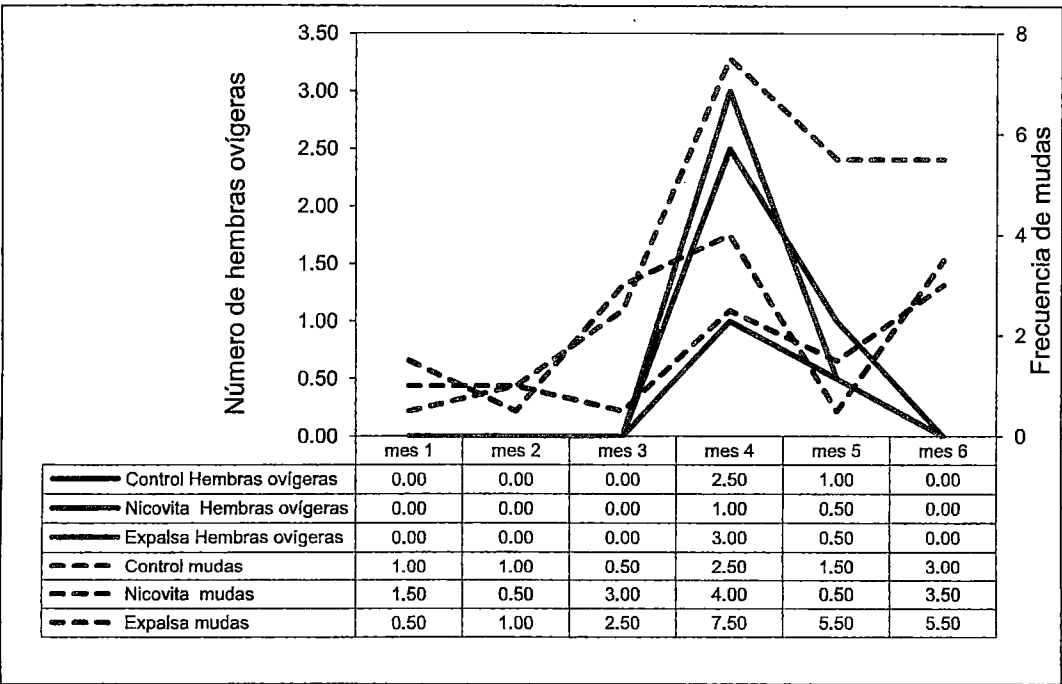


Figura 19. Variaci3n de hembras ovigeras y frecuencia de mudas de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculaci3n. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

El alimento mejor aprovechado por los camarones fue la dieta expalsa cuya eficiencia alimenticia fue de 2,97 (Fig. 18).

4. Mortalidad

Las mortalidades totales considerando las repeticiones de cada tratamiento fueron de: 5 camarones en el Testigo (Tanques T1 y T2), 8 camarones en la dieta Nicovita (Tanques A1 y A2) y 7 camarones en la dieta Expalsa (Tanques B1 y B2), que porcentualmente representaron 8,40 %, 13,40 % y 11,70 %, respectivamente.

5. Reproducción

En el proceso de cultivo, se observó la presencia de hembras ovígeras entre el tercer y cuarto mes, indicando el inicio de la primera madurez sexual de *M. inca*. La mayor frecuencia de hembras ovígeras se presentó en el cuarto mes de cultivo y en menor cuantía en el quinto mes (Fig. 19), lo cual coincidió con las mayores frecuencias de mudas.

6. Relación peso - longitud y Factor de condición

La ecuación de peso – longitud fue calculada para cada uno de los tratamientos (Tabla 8) y luego fueron comparados a través del análisis de covarianza (Tabla 9), permitiendo establecer que no existen diferencias significativas entre regresiones, pendientes y orígenes. Al construir las respectivas curvas (Fig. 20), se aprecia que el crecimiento de los camarones fue similar para los tres tratamientos.

Tabla 8. Parámetros de la relación peso-longitud, factor de condición alométrico comparativo y prueba de t para el exponente b de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tratamientos	n	Lt (mm)	Pt (g)	r	a(1)	a(2)	b	t _c	t _t
Testigo	30	38,60	0,95	0,975	2,00E-06	1,84E-06	3,553	3,98*	1,65
Nicovita	30	40,22	1,06	0,978	1,00E-06	1,77E-06	3,621	4,74*	1,65
Expalsa	30	40,85	1,13	0,979	1,00E-06	1,78E-06	3,672	5,09*	1,65

n = Número de ejemplares, Lt = Longitud total (mm), Pt = Peso total (g), a (1) = Factor de condición Alométrico, a (2) = Factor de Condición Alométrico Comparativo, b = Coeficiente exponencial de regresión de potencia, t_c = valor de prueba de t calculado, t_t = valor de la tabla de t al 95%, r = coeficiente de correlación.

Tabla 9. Análisis de covariancia para la relación peso-longitud de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo alimentado, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Prueba de F	Fc	Ft
FR	0,90	2,46
Fb	0,19	3,08
Fa	1,62	3,08

FR, Fb, y Fa: prueba de F para las regresiones, pendientes y orígenes.
Fc: Valor de prueba de F calculado, Ft : valor de la tabla de F al 0,05.

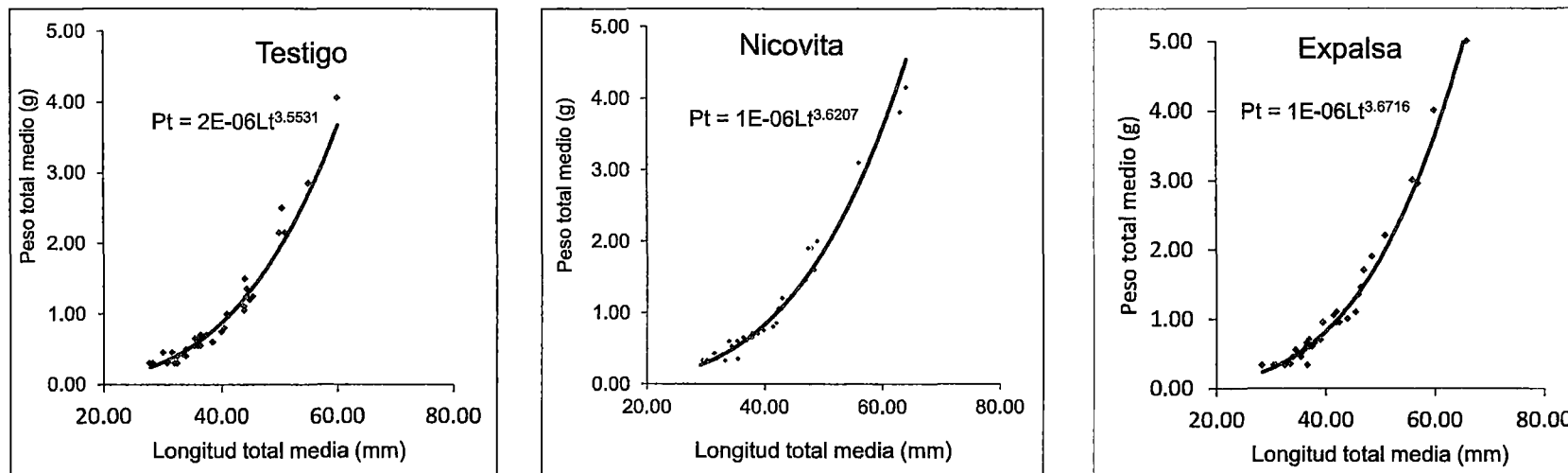


Figura 20. Curvas de la ecuación peso – longitud, en cada tratamiento de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

La prueba de t para el exponente b determinó que difiere de 3 en los tres tratamientos (Tabla 8), tipificando crecimiento alométrico positivo en todos los casos.

El mejor factor de condición alométrico comparativo correspondió a los camarones alimentados con lombriz roja (testigo). (Tabla 8).

7. Características Físico – Químicas del Agua

7.1 Temperatura

La temperatura superficial del agua (Fig. 21) fue similar en todos los tratamientos, incrementando sus valores durante los cuatro primeros meses (noviembre-marzo), para luego disminuir en los dos meses finales (abril - mayo). Los valores de la temperatura del agua fluctuaron entre 22,60°C y 26,81°C. Mientras que la temperatura ambiental registrada, fue ligeramente mayor y con la misma tendencia; los valores de la temperatura ambiental fluctuaron entre 22,60°C y 27,15 °C. (Fig. 21).

7.2 pH

El pH del agua mostró valores ligeramente superiores a 7 en todos los tanques de cultivo y a lo largo del proceso de cultivo, variando desde 7,11 hasta 7,45 (Fig. 22).

7.3 Oxígeno Disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, presentaron valores muy cercanos entre sí y con valores que mayormente estuvieron por encima de 7

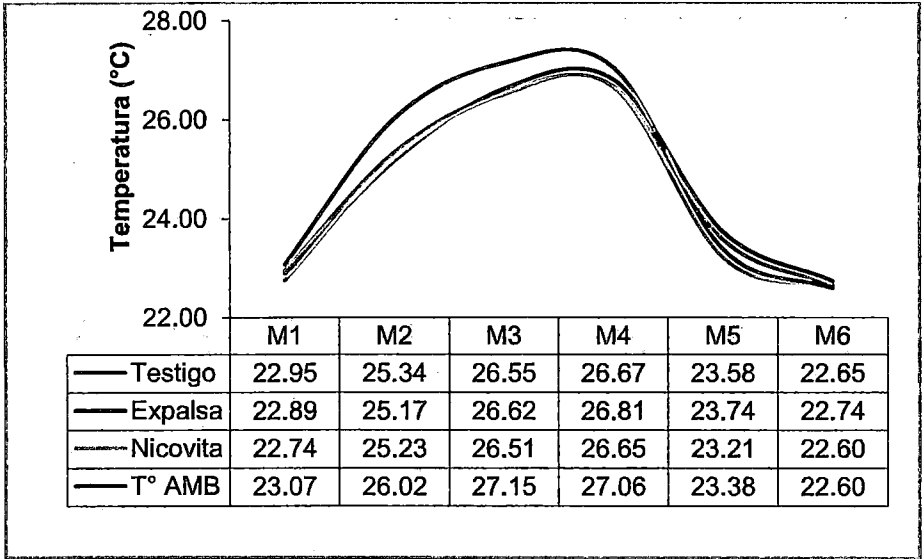


Figura 21. Variación de la Temperatura ambiental y superficial del agua (°C) de los tanques de cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

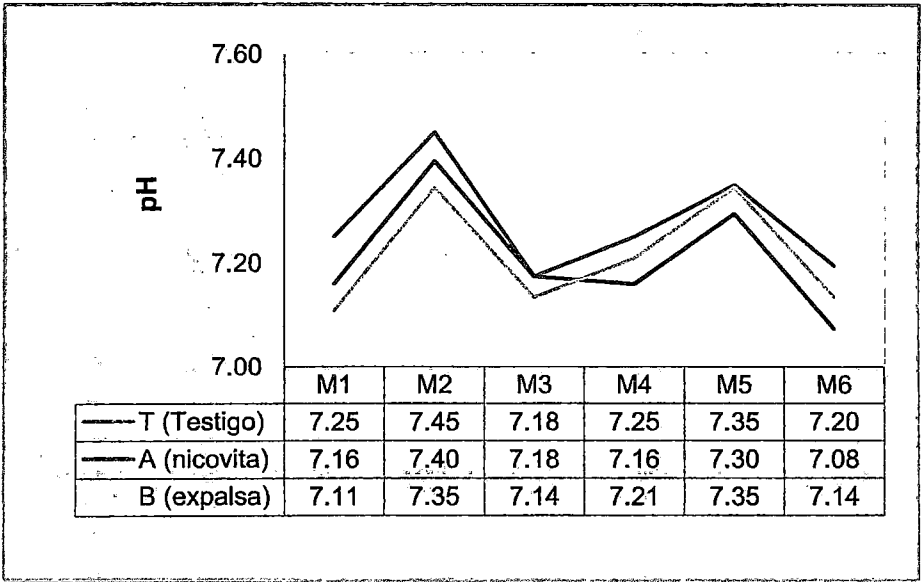


Figura 22. Variación pH del agua de los tanques de *M. inca*, cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

mg/L; su oscilación general fue de 6,60 mg/L a 8,10 mg/L (Tabla 10).

7.4 Dureza Total

La dureza total del agua también observó similitud de sus valores entre tratamientos y con la misma tendencia: disminuyó del primer al quinto mes de cultivo y luego presentó un repunte el sexto mes (Fig. 23). Su rango de variación fue desde 137,50 mg/L a 225,00 mg/L de CaCO_3 .

7.5 Alcalinidad total

Los valores de alcalinidad total estuvieron muy cercanos entre tratamientos y disminuyeron desde el primer al cuarto mes de cultivo, para de ahí incrementarse en los dos últimos meses (Fig. 24). Sus valores fluctuaron de 97,50 mg/L a 145,00 mg/L de Ca CO_3 .

7.6 Amonio total

El amonio total presentó diferencias mínimas entre tratamientos y en general disminuyó su valor desde el inicio al final del cultivo. El menor valor fue de 0,25 mg/L y el mayor de 0,45 mg/L (Fig. 25).

7.7 Nitritos

Los nitritos observaron diferencias un poco más pronunciadas que el amonio, pero con la misma tendencia, es decir, disminuyeron desde el inicio al término del proceso de cultivo (Fig. 26). Sus valores se encontraron entre 0,10 mg/L y 1,20 mg/L.

Tabla 10. Oxígeno disuelto (mg/L) del agua de los tanques de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

Tiempo	Oxígeno disuelto (mg/L)		
	T (Testigo)	A (Nicovita)	B (Expalsa)
Mes 1	7,10	7,10	8,10
Mes 2	7,10	7,60	6,60
Mes 3	7,10	7,60	7,10
Mes 4	8,10	7,10	6,60
Mes 5	7,10	6,60	7,10
Mes 6	8,10	7,10	7,10

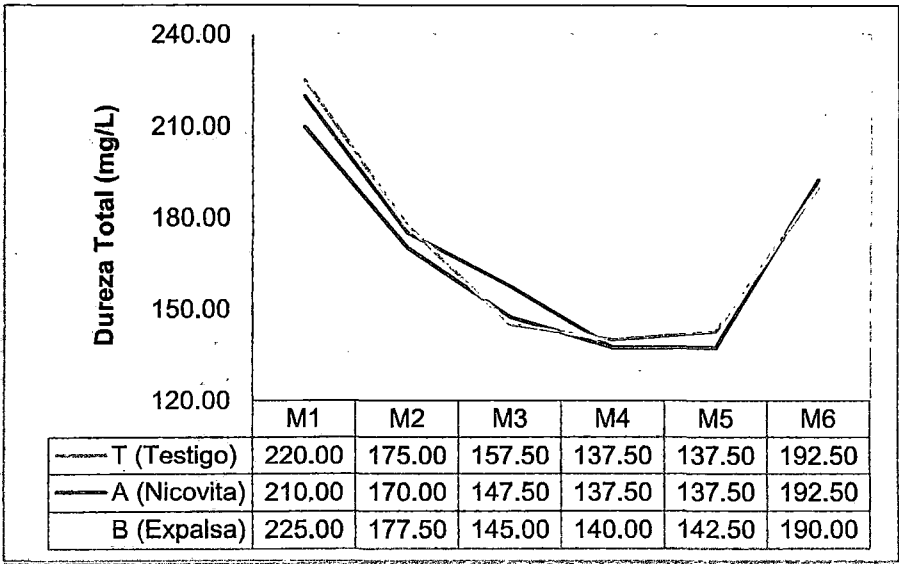


Figura 23. Variaciones de dureza total (mg/L) del agua de los tanques de cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

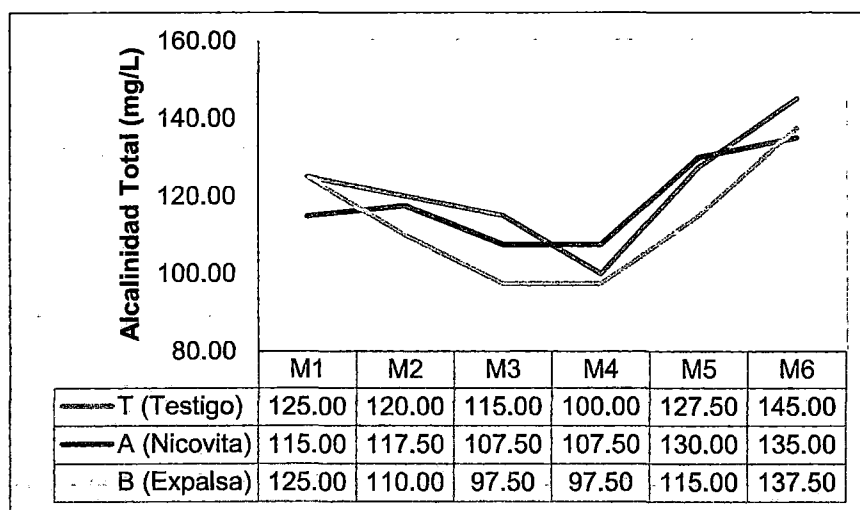


Figura 24. Variaciones de alcalinidad total (mg/L) del agua de los tanques de cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

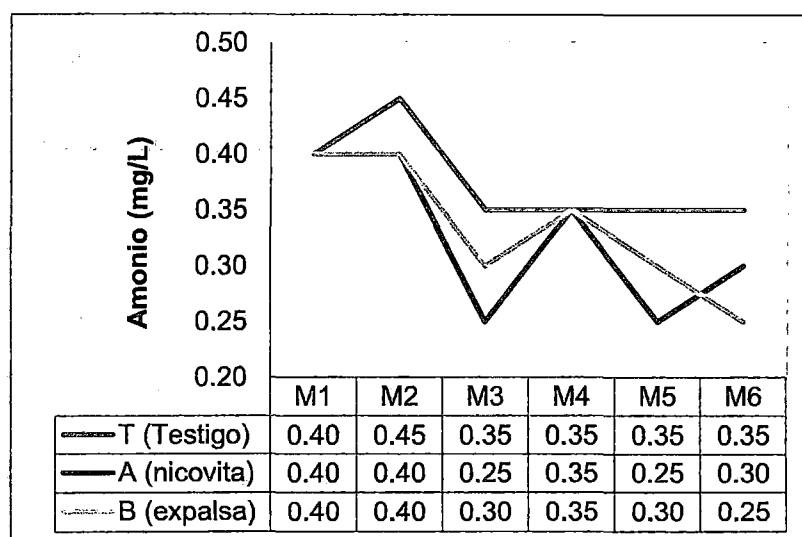


Figura 25. Variación Amonio (mg/L) del agua de los tanques cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

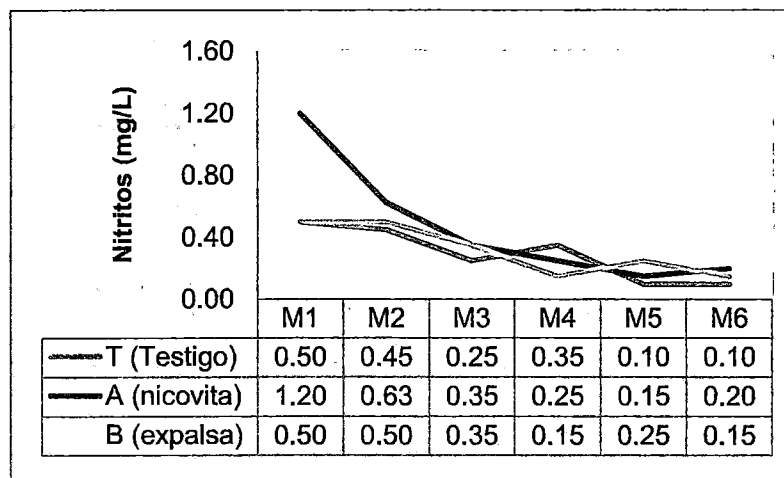


Figura 26. Variación de los nitrito (mg/L) del agua de los tanques de cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

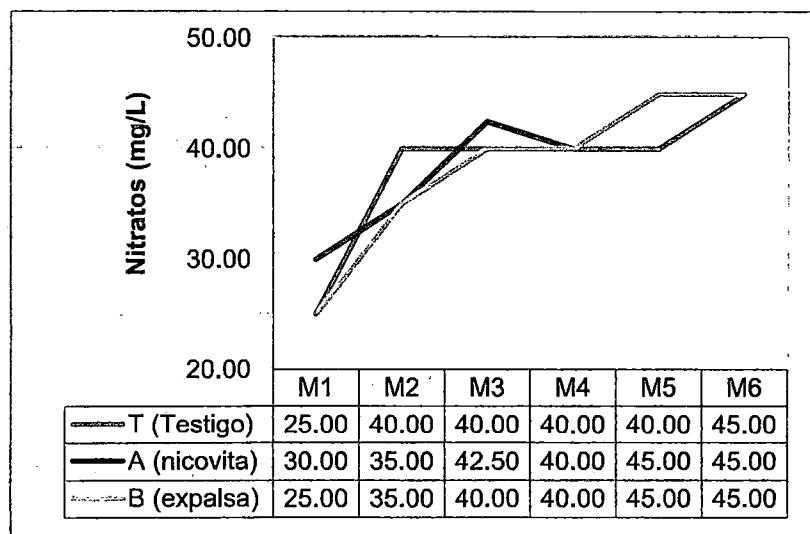


Figura 27. Variación de los nitratos (mg/L) del agua de los tanques de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación noviembre 2012 - mayo 2013.

7.8 Nitratos

Los nitratos presentaron pequeñas diferencias en algunos meses de cultivo entre tratamientos, pero sus valores se incrementaron a medida que transcurriendo la experiencia de cultivo (Fig. 27). La variación general fue de 25,00 mg/L a 45,00 mg/L.

7.9 Caudal

Los caudales de agua fueron bastante uniformes entre los tratamientos y se mantuvieron más o menos constantes hasta el cuarto mes de cultivo, experimentando un salto en el quinto y para luego disminuir en el último mes (Fig. 28). En general, los recambios de agua oscilaron entre 3 y 3,5 veces por hora.

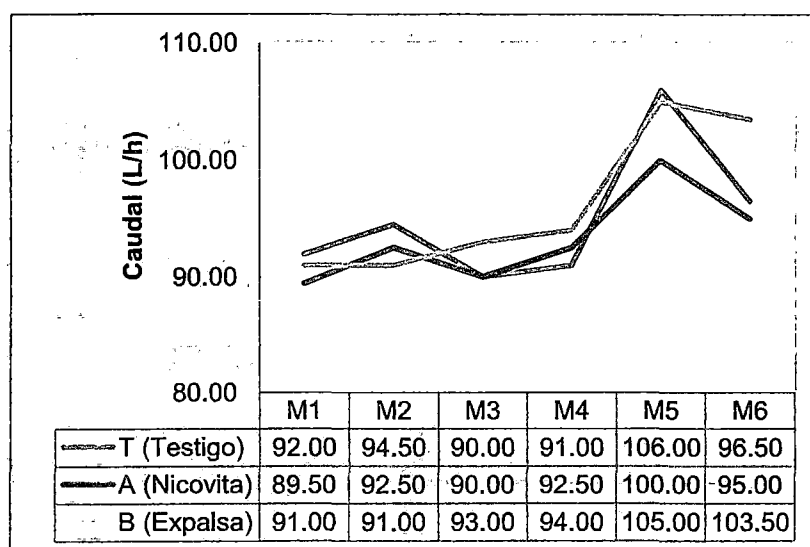


Figura 28. Variación del caudal (L/h) del agua de los tanques de cultivo de *M. inca* cultivado con dos dietas comerciales para langostino y un testigo, en un sistema intensivo con recirculación. Lambayeque, noviembre 2012 - mayo 2013.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio del uso de las dietas comerciales nicovita y expalsa en el cultivo intensivo con recirculación de *M. inca*, demostraron que durante los seis meses de crianza no existieron diferencias significativas en el crecimiento, ni con respecto al testigo, tanto en peso como en longitud de los camarones; rechazándose de esta manera la hipótesis planteada en el sentido de un mejor crecimiento de *M. inca* con la dieta nicovita, hecho que estaría indicando que el crecimiento de los camarones es indiferente a las dietas utilizadas en su alimentación, señalando la posibilidad de emplear cualquiera de ellas en su cultivo; coincidiendo con: Dávila *et al.* (2013), quienes, en un sistema de cultivo intensivo durante 42 días, encontraron que el crecimiento de *M. inca*, alimentado con dietas de diferente nivel porcentual de reemplazo de la harina de pescado por harina de ensilado de residuos de *Argopecten purpuratus* (0%: Control, 25%, 50% y 100% de reemplazo), no difirió entre tratamientos; Casas *et al.*, (1995) quienes determinaron que el crecimiento de *M. carcinus* alimentado con una dieta de residuos vegetales, no se diferenció estadísticamente de aquel logrado con una dieta de residuos de mariscos, en un sistema de cultivo intensivo con recirculación, durante tres meses; Collins (1997), que en cultivo intensivo, durante dos meses, de *M. borellii*, alimentado con dietas con diferentes porcentajes de la relación harina de camarón – harina de pescado: 15 – 5%, 5 – 15%, y 0 – 20%, no evidenció diferencias significativas en el crecimiento; Luna *et al.*, (2007), quien en cultivo intensivo, durante un mes, de *M. rosenbergii* alimentado con tres dietas de diferente nivel proteico: 25%, 28% y 35% de

proteína, no encontraron diferencias significativas en el crecimiento. Considerando resultados de dietas con otras especies, tenemos que no coincide con: Gallo *et al.* (2006), quienes en cultivo intensivo con recirculación de juveniles de *Cherax quadricarinatus*, durante 42 días, observaron diferencias significativas en el crecimiento por efecto de 5 porcentajes de quistes decapsulados de *Artemia salina*, incorporados a un alimento comercial (AC): 0% (Testigo), 25%, 50%, 75% y 100% de incorporación; Galindo *et al.* (2002), que en cultivo intensivo con recirculación de juveniles de *Litopenaeus schmitti*, durante 59 días, encontraron diferencias significativas en el crecimiento al alimentarlos con dietas de 23%, 28% y 33% de proteínas, a favor de las dos primeras; Fraga y Ceballos (2011), quienes evaluaron el efecto de dietas con ensilados de pescado (EP) e hígado de tiburón (EHT) en el crecimiento de juveniles de *L. schmitti*, en un sistema de cultivo intensivo con recirculación durante seis semanas; Blanco *et al.* (2002), quienes en un sistema de cultivo intensivo con recirculación, durante 40 días, de post-larvas de langosta espinosa *Panulirus argus*, alimentada con artemia viva y artemia congelada, observaron que el mejor crecimiento se presentó con la primera dieta antes mencionada; Lista y Velásquez (2003), en cultivo intensivo, durante dos meses, de post-larvas de *L. vannamei* con tres dietas experimentales: OL (Oligoquetos *Pontodrilus litoralis*), ISO (isópodo *Tylos wegeneri*), OLI (OL + ISO) y una Dieta comercial "control", evidenciaron diferencias significativas en el crecimiento a favor de la dieta comercial; finalmente, Galindo *et al.*, (2001), en un sistema de cultivo con recirculación, durante dos meses, de *Penaeus notialis* alimentado con dietas de 30%, 35%, 40% y 45% de proteína, determinaron que el crecimiento difiere significativamente a favor de la dieta de 45% de proteína.

Las longitudes y pesos medios alcanzados en el presente estudio, superan a Dávila *et al.* (2013), quienes lograron 21,40 mm y 200 mg en 42 días de cultivo, suplementado con dietas que contenían 50 % de ensilado de residuos de *Argopecten purpuratus*, siendo que en este trabajo, a los dos meses de cultivo, se obtuvo 36,42 mm y 0,57 g; lo que se explicaría por la mejor calidad del alimento balanceado así como por el mayor tiempo de cultivo; igualmente, supera a Collins (1997), que en dos meses de cultivo intensivo de *M. borellii* logró un peso final de 0,39 g, alimentándolo con una dieta que contenía el porcentaje de la relación harina de camarón- harina de pescado en 5% - 15%, lo que se explica también por la mejor calidad del alimento balanceado y probablemente la mejor calidad del agua de recirculación; sin embargo, son superados por Casas *et al.* (1995), que en un sistema de cultivo intensivo con recirculación, durante tres meses, logró una longitud de 41,55 mm para *M. carcinus*, alimentándolo con una dieta de residuos vegetales, lo tendría su explicación en que se trata de otra especie que probablemente tiene mejor crecimiento.

Si se compara el crecimiento de *M. inca* en el presente estudio con los cultivos de esta especie en el sistema semi-intensivo, se observa que son superados por López y Lora (1990), que lograron 4,31 g en seis meses de cultivo, suplementado con sangre de camal y en la densidad de 4 cam/m²; López y Lora (1995): 15,84 g en seis meses, suplementado con lombriz de tierra y densidad de 3 cam/m²; y Cerdán y Sánchez (2014): 16,12 g en seis meses, alimentándolo con balanceado para langostino, en la densidad de 5 cam/m², en policultivo con *Dormitator latifrons* y *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* . Hecho que se explica por la menor

densidad que utilizaron estos autores así como a la mayor disponibilidad de alimento natural en el estanque de cultivo, adicional a alimento otorgado.

La alternancia de picos de rápido y lento crecimiento, sería un fiel reflejo del tipo de crecimiento por saltos que presentan los crustáceos en general y que obedece a los procesos de muda que realizan estos organismos, lo cual se ha corroborado con la superposición de las gráficas de frecuencias de mudas y de las tasas de incrementos en longitud y peso.

El hecho que la prueba de Tukey no evidencie diferencias significativas en el crecimiento mes a mes, en cada tratamiento, no significa contradicción con el análisis de varianza que determinó efecto del tiempo sobre el crecimiento de los camarones, sino que estas diferencias no se manifestaron en periodos cortos mensuales.

Las mayores producciones total y por metro cúbico que se observaron con la dieta de Expalsa, obedecieron al mayor crecimiento observado en este tratamiento; lo cual también repercutió en el mejor factor de conversión que presentó, así como con la mayor eficiencia alimenticia.

Las mortalidades se presentaron en mayor porcentaje en las dietas de Nicovita y Expalsa con respecto al Testigo, lo cual se explica por la mayor disparidad de tallas que presentaron los camarones en estos tratamientos, lo que probablemente haya favorecido el canibalismo, sobre todo durante las mudas. Sin embargo, son menores a la mortalidad de 24,5% que obtuvo Dávila *et al.* (2013) para la dieta control y superiores a 8,89% de mortalidad que este mismo autor

logró para *M. inca* alimentado con una dieta con 25% de adición de ensilado de residuos de *A. purpuratus*; Igualmente, son menores a la mortalidad de 24% lograda para *M. carcinus* por Casas *et al.* (1995), En un sistema intensivo con recirculación, lo cual podría explicarse por el uso de refugios en el presente estudio, que habrían incidido en la baja mortalidad, tal como lo sostiene Corkum y Cronin 2004 citado en García y Pinzón (2012), quien manifiesta que los refugios proporcionan una estructura de hábitat que puede mediar el resultado de la competencia con posibles predadores o inclusive, entre ellos mismos. Por otro lado, estas mortalidades superan a aquella obtenida por Collins (1997), que para *M. borellii* logró 6% de mortalidad, lo cual estaría relacionado con la especie y las dietas utilizadas.

Habiéndose encontrado la presencia de hembras ovígeras entre el tercer y cuarto mes de cultivo y considerando que de acuerdo a los estudios de la fase larval de esta especie, tiene una duración aproximada de dos meses (Guerra, 1976), la probable edad de primera madurez se estaría dando a la edad de seis meses.

El análisis de covarianza estableció que las ecuaciones peso-longitud, no presentaron diferencias significativas entre los parámetros de los tres tratamientos, señalando también que no hay efecto del factor dieta sobre el crecimiento de los camarones, dando así consistencia al análisis de varianza.

La prueba de t para el exponente b determinó que su valor difiere estadísticamente de 3 en los tres tratamientos, lo que permitió tipificar el mismo tipo de crecimiento: Alométrico positivo, para las tres dietas, corroborando también los resultados de los análisis anteriores.

En lo que respecta al valor del factor de condición alométrico comparativo, se observan ligeras diferencias entre tratamientos a favor del testigo, lo que estaría contradiciendo los análisis anteriores y que se explicaría porque existe una relación inversa entre el valor del exponente b y del factor de condición.

Las características físico-químicas del agua de los tanques de cultivo fueron muy semejantes de un tratamiento a otro y ello implicó que no hubo interferencia con respecto al factor motivo del presente experimento.

La temperatura del agua observó variaciones que obedecieron a los cambios de estación que abarco el cultivo: Primavera – Verano – Otoño, habiéndose observado que guarda relación con el crecimiento de los camarones y con las frecuencias de mudas, pues en la medida que se fue alcanzando la mayor temperatura hacia el cuarto mes del cultivo, el crecimiento aumentó y el número de mudas alcanzó su máximo valor. Asimismo, guardo relación con el proceso reproductivo, que alcanzó su pico más alto en el cuarto mes de cultivo y en menor magnitud en el quinto mes. Sus valores se encontraron en el rango de 20°C – 28°C, que de acuerdo a Boyd (2000), es el adecuado para piscicultura tropical.

Los valores de pH del agua de los tanques estuvieron por encima de 7, señalando que se trata de aguas alcalinas y de acuerdo a Huet (1998), son las mejores aguas piscícolas, cuyo rango oscila entre 7 y 8; rango que también es considerado por Kubitza (2006) como adecuado para estos sistemas de cultivo.

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua de los tanques estuvieron por encima del valor de 4 mg/L que Kubitza (Op. cit), recomienda para los sistemas de cultivo con recirculación e igualmente por encima del valor de 5 mg/L que Boyd (2000), señala como el nivel adecuado para acuicultura tropical.

Los niveles de dureza observados tipifican sus como moderadamente duras (20 - 200 mg/L de Ca CO_3) de acuerdo a Vásquez *et.al.* (en Stickney, 1994) y como duras (150 a 300 mg/L de CaCO_3) de acuerdo a Rodríguez y Rodríguez (2010).

Los valores de alcalinidad permiten caracterizar sus aguas como muy ricas en reservas alcalinas y de alta productividad, según Huet (1999), encontrándose dentro del rango óptimo de 30 a 200 mg/L (Stickney, 1994).

Las concentraciones de amonio del agua de los tanques de cultivo estuvieron por encima de 0,2 mg/L, que es límite superior adecuado para estos sistemas de cultivo, de acuerdo a Kubitza (2006); pero se encontraron por debajo de 0,6 mg/L, que este mismo autor lo considera como nivel de atención; sin embargo, esta especie los ha tolerado muy bien, no habiéndose producido mortalidades importantes, aunque podría haber afectado su crecimiento.

Los nitritos, estuvieron por encima del nivel adecuado de 0,3 mg/L hasta el tercer mes de cultivo; sin embargo, no alcanzaron el nivel de atención de 1 mg/L, considerado por Kubitza (Op. cit.) para cultivos en sistemas de recirculación.

Los nitratos, se encontraron por debajo del nivel adecuado de 50 mg/L, considerado por a Kubitza (Op. cit.).

En cuanto al caudal, es posible afirmar que los valores encontrados en el presente estudio, superan los caudales utilizados por Valdebenito (2004), quien hizo recambios de 1,9 veces por hora, trabajando con recipientes de 20 L de capacidad para el cultivo intensivo de *Samastacus spinifrons* camarón de río del sur. Por otro lado, el caudal empleado, se encuentra dentro del rango de circuito de 2 a 4 veces/hora, establecido por Timmons *et al.* (2002), para sistemas de cultivo con recirculación.

V. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de *M. inca* no fue afectado por las dietas comerciales (Nicovita y Expalsa).
2. Existe una relación directa entre el crecimiento, las frecuencias de mudas y la temperatura del agua de los tanques.
3. La mejor producción total y por metro cúbico así como el mejor factor de conversión y eficiencia alimenticia se presentó con la dieta Expalsa.
4. Las características físico-químicas del agua de los tanques fueron homogéneas y se encontraron dentro del rango de buen crecimiento para la especie.
5. La relación peso longitud y exponente b , también evidenciaron que no hubo efecto del factor dieta sobre el crecimiento de *M. inca*.
6. La edad probable de primera madurez sexual de *M. inca*, es de seis meses.

VI. RECOMENDACIONES

Realizar experiencias de cultivo de *M. inca*, haciendo variar las frecuencias de alimentación, densidades de siembra y los niveles de recambio de agua, en el sistema de cultivo intensivo con recirculación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGUELLO, W., y L. MASSAUT.(2006). Evaluación de tres regímenes de alimentación y del uso de geomembrana sobre el cultivo intensivo de camarón, bajo invernadero, IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, CIVA 2006. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=200> 25-11-12, 1240-1250 pp.
- BAUTISTA, C. (1994). Crustáceos: tecnología de cultivo, alimentación y nutrición. Ed. Mundi-prensa. 2da. edición, 68-69 pp.
- BOYD, C. (2002). Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University, Alabama. 5, 21-27 pp.
- CASAS, D. (2008). Sistema de recirculación de agua para la cría intensiva de cachama blanca (*Piaractus brachipomus*). Tesis presentada para optar por el grado de Ing. Agrónomo, Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. Disponible en: http://bibagr.ucla.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Acceso=T070500052143/0&Nombrebd=bvetucla 20-2-13, 43-76 pp.
- COLLINS, P. (1997). Cultivo del camarón *Macrobrachium borellii* (Crustacea: Decápoda: Palaemonidae), con dietas artificiales, Natura Neotropialis 28(1): Disponible en: http://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8180/publicaciones/bitstream/1/4062/1/NN_28_1_1997_pag_39_45.pdf. 14-02-13, 39-45 pp.
- CERDÁN, M. Y L. SÁNCHEZ. (2014). Crecimiento de *Macrobrachium inca* "Camarón de Río" en cuatro densidades de siembra en policultivo con *Dormitator latifrons* "Pocoche" y *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* "Tilapia

Hibrida” en estanques seminaturales. Tesis para optar por el título profesional de Lic. en Biología- Pesquera, Lambayeque – Perú. 15pp..

DAVILA, J., J. MEDINA Y W. REYES (2013). Crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Macrobrachium Inca* (Holthuis, 1950) (Crustacea, Palaemonidae) alimentadas con ensilado biológico Rev. Intropica 2013 Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4866021.pdf>. 15-11-14

FRAGA, I., J. GALINDO, E. PELEGRIN y E. REQUEIRA. (2004). Manejo del alimento en el engorde del Camarón blanco *Litopenaeus schmitti*: I Evaluación de diferentes tasas de alimentación, niveles de proteína y densidades de siembra, III Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2004. Disponible en: <http://www.revistaaquatic.com/civa2004/coms/completo.asp?cod=93>. 24-11-12, 533-539 pp.

FRAGA, I., y J. CEBALLOS. (2011). Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y el aceite de pescado. REDVET - Revista electrónica de Veterinaria 12(11). Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. 24-11-12, 1-15 pp.

GALINDO, J., L. FRAGA, M. ARAZOZA, E. FAJER, R. GONZÁLEZ y A. FORELLAT. (2001). Evaluación de diferentes niveles de proteína en el crecimiento de juveniles de camarón rosado *Penaeus notialis*. Rev. Invest. Mar. 22(1). Disponible en: www.cim.uh.cu/rim/OldSite/pdf/2001/1/2001-39.pdf. 26-11-12, 39-44pp.

GALINDO, J., L. FRAGA, M. ARAZOZA, S. ÁLVAREZ, D. RAMOS Y R. GONZÁLEZ (2002). Requerimientos nutricionales de juveniles de Camarón Blanco (*Litopenaeus schmitti*): Evaluación de dietas Prácticas. I Congreso Iberoamericano Virtual de

- Acuicultura. CIVA 2002. Disponible en:
<http://www.revistaaquatic.com/civa2002/coms/completo.asp?cod=17>. 28-06-12, 84-94 pp.
- GALLO, M., D. ACEVES, M. GARCÍA y J. ZAVALA. (2006). Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Cherax quadricarinatus* alimentados con dietas mixtas y cultivados en un sistema de recirculación. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2006. Disponible en:
<http://www.revistaaquatic.com/civa2006/coms/completo.asp?cod=188> 25-06-12, 151-159 pp.
- GALLO, M. y G. GARCÍA. (2007). Crecimiento de crías de *Oreochromis niloticus* y *Oreochromis mossambicus* cultivadas en un Sistema de Recirculación y alimentadas con un suplemento de quistes de artemia en la dieta comercial, Avances en Investigación Agropecuaria, 11(2). Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/837/83711207.pdf> 10-07-12, 71-82 pp.
- GARCÍA, M. y L. PINZÓN. (2012). Efecto de diversos sustratos artificiales en el crecimiento y supervivencia de estadios tempranos de la langosta azul (*Cherax quadricarinatus*) cultivados en un sistema de recirculación REDVET- Revista electrónica de Veterinaria 13(3). Disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020212.html> 10-01-13, 1-16 pp.
- GUERRA, A. (1976). Desarrollo larvario de *Macrobrachium inca* Holthuls (1952) en condiciones de laboratorio. Tesis Doct. Univ. Nac. Trujillo. Perú. 36 p.
- HUET, M., (1998). Tratado de Piscicultura, 4ta, Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, 735 pp.

- IMARPE. (2008). Consideraciones acerca de la distribución y extracción del recurso “camarón” en ríos de la costa peruana. Disponible en: <http://revistapesca.blogspot.com/2009/12/consideraciones-acerca-dela.html> 05-11-2014
- JULCA, M. (2003). Crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii* (Camarón gigante) con tres frecuencias de alimentación cultivado en estanques semi-naturales. UNPRG, Lambayeque-Perú. 43 pp.
- KUBITZA, F. (2006). Sistemas de recirculación cerrada, Disponible en: http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/pesca/acuicultura/01=Cultivos/03Otros_Sistemas/_archivos/000004_Sistemas%20de%20recirculaci%C3%B3n%20cerrada.pdf 4-08-14
- LISTA, M., y C. VELÁSQUEZ. (2003). Influencia de tres dietas experimentales en el Crecimiento de postlarvas de *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) Revista Científica, FCV-LUZ 8(3). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/27930/2/art1.pdf>. 19-02-13, 167-172 pp.
- LÓPEZ, J., y V. LORA. (1990). Crecimiento de *Macrobrachium inca* (camarón de río) cultivado en cuatro tasas de siembra y suplementado con harina de sangre de camal. UNPRG, Lambayeque-Perú. 35 pp.
- LÓPEZ, J., y V. LORA. (1995). Cultivo de *Macrobrachium Rosenbergii* (camarón gigante) en cinco densidades poblacionales y suplementado con langostina”. UNPRG, Lambayeque-Perú, 32 pp.

- LÓPEZ, J., y V. LORA (1996). Cultivo de *Macrobrachium Inca* "camarón de río" suplementado con tres índices alimentarios de "lombriz de tierra". UNPRG, Lambayeque-Perú, 41 pp.
- LUNA, M., C. GRAZIANI, E. VILLARROEL, M. LEMUS, C. LODEIROS y G. SALAZAR (2007). Evaluación de tres dietas con diferente contenido proteico en el cultivo de post larvas del langostino de río *Macrobrachium rosenbergii*. Rev. Zootecnia Trop., 25(2). Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2502/arti/luna.htm 13-06-12, 112-115 pp.
- OSTLE, B. (1994). Estadística aplicada: Técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarlas. Limusa, México D.F., México, 629 pp.
- RODRÍGUEZ, S., Y R. RODRÍGUEZ. (2010). La Dureza del Agua, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, Argentina, Disponible en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf
- STICKNEY, R. (1994). Principles of Aquaculture. John Wiley, New York: 502 pp.
- SOKAL Y ROHLF. (1995). Biometría. Editorial Reverte S.A. Barcelona, segunda edición 880 pp.
- TIMMONS, M., J.EBELING, F. WHEATON, S. SUMMERFELT, Y B. VINCI. (2002). Sistemas de recirculación para la Acuicultura. Edición en español de la Fundación Chile, santago, 748 pp.
- VALDEBENITO, H. (2004). Evaluación del crecimiento y sobrevivencia de juveniles de Camarón de río del sur *Samastacus spinifrons*, philippi 1882, alimentados con distintos valores de proteínas y carbohidratos. Tesis

presentada para optar al grado de Lic. En ciencias de la Acuicultura.

Universidad Católica de Temuco. Disponible en:

<http://www.biomasaxy.com/Acuacultura/Docs/Alimento/Formulas%20de%20conversion%20de%20alimento.pdf>02-12-12, 46- 56 pp.