

# Evaluación del crecimiento y supervivencia de post-larvas en raceway

Growth and survival evaluation of post-larvae in  
raceway

**Lita Sorroza**

Universidad Técnica de Machala  
Machala - Ecuador  
slita@utmachala.edu.ec

**Miltón Socola**

Universidad Técnica de Machala  
Machala - Ecuador  
msocola@costadelsolperu.com

**Galo Solano**

Universidad Técnica de Machala  
Machala - Ecuador

**Edison Echeverría**

Universidad Técnica de Machala  
Machala - Ecuador

**Revista Cumbres Vol.5 N°1**

Versión impresa ISSN 1390-9541

Versión electrónica ISSN 1390-3365

<http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

## RESUMEN

El cultivo de post-larvas *Litopenaeus vannamei*, en raceway, mejora la supervivencia y logra aumentar la resistencia a enfermedades recurrentes en estanques de engorde. La eficiencia de este sistema de cultivo depende de la densidad de siembra, alimentación natural, balanceada y factores de calidad agua. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei* en tres ciclos de producción de 10 días cada uno. La población estudiada fue de 7 560 000 post-larvas, en el estadio PL-12, con un peso promedio de  $3,13 \text{ mg} \pm 0,16 \text{ mg}$ , distribuidos en tres tanques por cada ciclo de producción. Las post-larvas fueron sembradas a 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L. El control de crecimiento se realizó por el método gravimétrico y el conteo poblacional, por el método volumétrico, para el porcentaje de supervivencia. Se utilizó alimento balanceado con 45 % de proteína, con una tasa de alimentación inicial de 25 % de la biomasa, la cual disminuyó a razón de 1 % por día, distribuido en 12 frecuencias. El peso promedio final de las post-larvas a las densidades de 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L fue de  $27,00 \text{ mg} \pm 2,08 \text{ mg}$ ,  $21,33 \text{ mg} \pm 2,09 \text{ mg}$  y  $17,67 \text{ mg} \pm 1,53 \text{ mg}$ , respectivamente, obteniendo diferencias significativas entre estos pesos ( $p < 0,05$ ). La supervivencia no mostro diferencia significativa en las dos densidades de siembra  $96,98 \% \pm 0,74 \%$  y  $96,15 \% \pm 1,07 \%$ , pero si en la última  $92,63 \% \pm 1,15 \%$ , respectivamente. Finalmente, el crecimiento y la supervivencia disminuyen con el aumento de la densidad de siembra.

**Palabras clave:** raceway, *Litopenaeus vannamei*, post- larva

## ABSTRACT

The nursery rearing crop of *Litopenaeus vannamei*, in raceway improves survival and achieves an increasing resistance to recurrent disease in fattening ponds. The efficiency of this system depends on the crop density, balanced natural food, and water quality factors. For this reason, the aim was evaluate the effect of stocking density on the growth and survival of *L. vannamei* in three periods of 10 days culture cycles. The study population was 7,56 million of post-larvae in the PL-12 stage, with an average weight of  $3,13 \text{ mg} \pm 0,16 \text{ mg}$ , distributed in three tanks per production cycle. The post-larvae were stocked at 20 PL/L, 30 PL/L and 40 PL/L. The daily growth control was conducted by the gravimetric method and the population count by the volumetric method and the survival rate was calculated. The shrimp feed used had 45% protein the initial feed rate was 25% of the biomass, which then decreased at a rate of 1% per day, divided into 12 feedings per day. The final average weight of the post-larval at density of 20 PL/L, 30 PL/L and 40 PL/L was  $27,00 \text{ mg} \pm 2,08 \text{ mg}$ ,  $21,33 \pm 2,09 \text{ mg}$  and  $17,67 \pm 1,53 \text{ mg}$ , respectively, obtaining significant differences between these weights ( $p < 0,05$ ). The sur-

vival of the post-larval at density was  $96,98 \pm 0,74\%$  and  $96,1 \pm 1,07\%$ , respectively without significant differences ( $p > 0,05$ ). Finally, the growth and survival rate decreased when increasing the stocking density.

**Keywords:** raceway, *Litopenaeus vannamei*, post-larvae

## INTRODUCCIÓN

El uso de la pre-criaderos en tanques artificiales (raceway) se está volviendo una práctica muy común en el cultivo de camarón en Sudamérica, ya que mejora la supervivencia y se logra que el animal se adapte mucho mejor a los estanques de engorde, asimismo este paso previo hace que el camarón adquiera cierta resistencia frente a enfermedades recurrentes, además ayuda a terminar el proceso de metamorfosis del camarón para lograr una mejor adaptación a las nuevas condiciones de vida.(Ching. 2014).

Por otra parte, los sistemas de pre-cría contribuyen a calcular acertadamente la población a sembrar en los estanques, además permiten transferir juveniles y aumentar la probabilidad de supervivencia en el engorde, tanto en sistemas de cultivo semi-intensivo como en sistemas de cultivo intensivo, y disminuir los días de cultivo para un mejor aprovechamiento de los estanques ( Vanoni, 2014; Arias, 2010).

Entre otras ventajas que tiene la pre-cría de post-larvas en raceway, también se encuentra que adquieren un potencial crecimiento compensatorio después de la transferencia, pues las post-larvas alcanzan un peso promedio de 10 PL/g (0,10 g) que con apropiado manejo en los estanques de engorde alcanzan entre 3,0 g a 5,0 g en un mes; además en los raceway, se pueden controlar enfermedades como mancha blanca (WSSV), Síndrome de Mortalidad Temprana (EMS) y vibriosis por la exclusión y temperatura controlada por encima de 32°C (Ching. 2014).

Según Gervais & Zeigler, (2014), los cultivos de pre-cría resultan en la producción de juveniles fuertes, sanos y uniformes con un gran potencial de crecimiento compensatorio cuando se siembran en estanques de tierra lo que implica reducir los costos de producción, acortando el tiempo de crecimiento y aumentando la eficiencia del estanque a través de ciclos adicionales por año.

Los sistemas de pre-cría en raceway se basan en la densidad de siembra que depende del número de animales por volumen y estos varían desde 20 PL/L a 40 PL/L y el peso promedio final por individuo de 0,8 g a 1,0 g, para luego ser transferidos a los estanques de engorde. (Saldarriaga. 1995)

Pardo, (2012), reportó que a 12 días de crianza de *L. vannamei* a la densidad de siembra de 30 PL/L (PL 12) en dos raceway de cemento utilizando 70 m<sup>3</sup> de agua, bajo un sistema invernadero y recambio de agua al 20 %, con una tasa de alimentación balanceada de 25 % a 15 %, las post-larvas alcanzaron un peso promedio de 30,0 mg y 35,0 mg, y una supervivencia de 90,0 % y 87,7 %, respectivamente.

Asimismo, Cañizares, (2010), refiere que en el manejo de post-larvas *Penaeus vannamei*, con un peso promedio inicial de 600 PL/g, la densidad de siembra en raceway varía entre 20 PL/L a 30 PL/L. Al final de un periodo de 18 a 22 días, el peso promedio es de 2 PL/g a 4 PL/g (200 mg a 250 mg), con la supervivencia de 90 % a 95 %. Pero existen otros estudios sobre la relación entre la densidad de siembra y el crecimiento de *L. vannamei* en una granja camaronera de agua salobre, donde indican que la densidad de población afecta el crecimiento (Balakrishnan et al., 2011)

Por todos estos motivos, el objetivo del presente trabajo consiste en evaluar el efecto de la densidad de siembra en el crecimiento y supervivencia de *L. vannamei* en raceway mediante tres ciclos de producción de 10 días cada uno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de caso se realizó en la camaronera La Bocana S.A. que se encuentra ubicada en el Estero Hondo y La Bocana, Tumbes.

Para este ensayo se mantuvo la metodología descrita por Tresierra, (2000). La población estuvo constituida por un total de 7 560 000 post-larvas ( post-larva 12), cuyo peso promedio fue de 3,13 mg  $\pm$  0,16 mg, procedentes de un laboratorio comercial, y se probaron tres densidades de siembra 20PL/L, 30PL/L y 40PL/L, los mismos que fueron distribuidos en tres tanques y cultivadas en el sistema raceway en tres ciclos de producción de la siguiente manera (Tabla1)

El agua para el cultivo fue tomada del reservorio (200 m<sup>3</sup>) la misma que fue previamente filtrada a través de mallas de nyltex de 100  $\mu$  y desinfectada con una solución de hipoclorito de calcio a 10 ppm con la finalidad de eliminar o inhibir algunos microorganismos patógenos.

Los tanques raceway fueron construidos con madera de tripley cubiertos con geo membrana negra de alta densidad (940 kg/m<sup>3</sup> y 0,75 mm de espesor), de forma circular de 1,30 m de altura y 2,71 m de radio con capacidad total de 30 m<sup>3</sup>, pero se utilizaron 28 m<sup>3</sup> de agua. En el centro del tanque se instaló un tubo de 2" de diámetro para el drenaje y evacuación del material orgánico de desecho durante el recambio de agua.

Estos estuvieron cubierto con plástico (polietileno) flexible transparente (70 % a 80 %) de baja densidad (menor a 930 kg/m<sup>3</sup> y 0,08 mm de espesor) que le dio las condiciones de invernadero para mantener estable la temperatura del agua durante el ciclo de producción. Se utilizó aireación continua por difusión desde el fondo del tanque a través de un blower de 2 hp y sistema de tuberías perforadas ( $\phi = 2$  mm).

Para el análisis del porcentaje de crecimiento se utilizó el método gravimétrico (Saldarriaga 1995). Previa a la siembra se evaluó el estado sanitario de la larva mediante pruebas microbiológica y moleculares, asimismo, se aclimató a la salinidad y temperatura del sitio para garantizar la supervivencia de los animales.

En la alimentación sólo se utilizó alimento balanceado comercial de 45 % de proteína y 0,5 mm a 0,8 mm de tamaño de pellet, que luego de humedecerlo fue aplicado por dispersión homogénea, la tasa de alimentación inicial fue de 25 % de la biomasa inicial sembrada con una frecuencia de 12 raciones por día. Luego de 5 días iniciados el cultivo la tasa de alimentación se disminuyó en 1 % de la biomasa diaria existente hasta llegar a la cosecha y transferencia.

Se registraron diariamente la temperatura y oxígeno disuelto a 3:00 horas, 6:00 horas, 12:00 horas, 18:00 horas y 24:00 horas. La salinidad se tomó una vez por semana a las 12:00 horas y para mantener una buena calidad de agua los tanques fueron sifonados diariamente.

Los datos de crecimiento y supervivencia fueron procesados con el programa estadístico informático Statistical Package for Social Sciences (SPSS 20) mediante el cual se realizaron los análisis de varianza y las pruebas de Duncan (Calzada, 1982) a un nivel de significancia de 5. Previo al análisis de varianza y prueba de Duncan, los datos de supervivencia final fueron transformados a  $\arcsen\sqrt{(\%Sup./100)}$ .

Tabla 1. Ciclo de producción, densidad de siembra y población en los tanques raceway.

Ciclo Producción	Tanque 1		Tanque 2		Tanque 3	
	Densidad (PL/L)	Población	Densidad (PL/L)	Población	Densidad (PL/L)	Población
1	20	560 000	30	840 000	40	1 120 000
2	20	560 000	30	840 000	40	1 120 000
3	20	560 000	30	840 000	40	1 120 000

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

El efecto de la densidad de siembra se observó a partir del séptimo día de cultivo. Los pesos promedios finales de post-larvas de *L. vannamei* a la densidad de siembra de 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L fueron de 27,00 mg  $\pm$  2,08 mg, 21,33 mg  $\pm$  2,09 mg y 17,67 mg  $\pm$  1,53 mg, respectivamente (Tabla 2), y mostraron diferencia significativamente entre ellos ( $p < 0,05$ ) (Tabla 3 y 4)

Asimismo, se observó que la supervivencia varió linealmente con respecto al tiempo y a densidades de siembra de 20 PL/L y 30 PL/L la misma se mantuvo durante la experiencia, deduciéndose que la tasa de mortalidad promedio por día fue de 0,30 % y 0,39 %, respectivamente. Mientras que a 40 PL/L, se estimó que la tasa de mortalidad promedio fue de 0,74 % por día, mostrando diferencia significativa respecto a las otras densidades de siembra. (Figura 1)

El factor de conversión alimenticio (F.C.R.) aumentó con la densidad de siembra, obteniéndose valores de 0,50 (20 PL/L), 0,69 (30 PL/L) y 0,80 (40 PL/L) y disminuyeron al aumentar el peso promedio de las post-larvas.

La temperatura se mantuvo dentro del rango promedio de 30,17 °C por la mañana y 33,23 °C en la tarde, sin variaciones importantes durante el

periodo de cultivo. Por otro lado, la concentración de oxígeno disuelto disminuyó al aumentar la densidad de siembra, siendo la concentración promedio de 5,13 ppm para la densidad de 20 PL/L; 4,71 ppm para 30 PL/L y 4,58 ppm en la densidad de 40 PL/L. y la salinidad fue un parámetro controlado en el momento de los recambios de agua y se mantuvo constante en 35 ppt.

Tabla 2. Peso y supervivencia promedio de post-larva *L. vannamei* en raceway a diferentes densidades de siembra.

Densidad (PL/L)	Peso promedio ± D.E. (mg)	Supervivencia ± D.E. (%)
20	27,00 ± 2,08a	96,98 ± 0,74a
30	21,43 ± 2,09b	96,15 ± 1,07a
40	17,67 ± 1,53c	92,63 ± 1,15b
•	D.E.: Desviación Estándar	
•	Superíndices diferentes (a, b y c) en la misma columna indican diferencias significativas (p < 0,05)	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. Análisis de Varianza para la supervivencia (%) de *Litopenaeus vannamei* en raceway a 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L

Fuentes de variación		Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	Fc	F0,05	Sig.
Crecimiento	Inter-grupos	0,017	2	0,008	14,25	5,14	0,005
	Intra-grupos	0,004	6	0,001	-	-	-
	Total	0,020	8	-	-	-	-

Fuente. Elaboración propia

Tabla 4. Prueba de Duncan para la supervivencia (%) de *Litopenaeus vannamei* en raceway a 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L

Densidad (PL/L)	Número de datos	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
Densidad 40	3	1,2964	-
Densidad 30	3	-	1,3746
Densidad 20	3	-	1,3969
Significación	-	1,00	0,302
Datos de supervivencia final transformados a arcoseno/(%Sup./100)			

Fuente. Elaboración propia

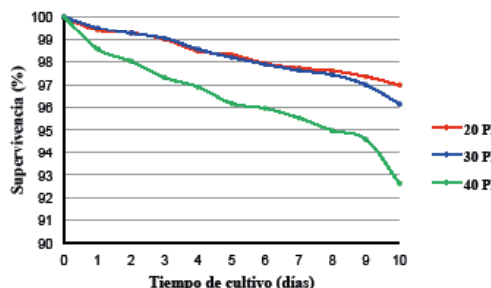


Fig. 1. Promedio de la supervivencia bajo tres densidades de siembra

## DISCUSIÓN

Los sistemas de cultivo de *L. vannamei* según las etapas del cultivo pueden clasificarse en pre-cría, pre-engorde y engorde. En la camaronera La Bocana S.A., se utilizan dos etapas del cultivo: pre-cría y engorde. La primera etapa, se realiza en el sistema de raceway, en el cual se asegura una mejor aclimatación y adaptación de las post-larvas al momento de ser sembradas o transferidas a los estanques de engorde (Ching, 2014; Vanoni, 2014, Arias, 2010; Treece y Yates, 1990), además al transferir juveniles, se aumenta la probabilidad de supervivencia (Saldarriaga, 1995), y ayuda a la reducción significativa de días de cultivo, además se logra aumentar la resistencia a enfermedades recurrentes (Ching, 2014; Vanoni, 2014; Arias, 2010).

En estas condiciones de cultivo, las post-larvas adquieren un potencial crecimiento compensatorio después de la transferencia (Ching, 2014), en la pre-cría se obtienen juveniles fuertes, sanos, uniformes y se pueden reducir los costos de producción, acortando el tiempo de cultivo en los estanques de crecimiento de modo que aumenta la eficiencia del estanque a través de ciclos de cultivo adicionales por año (Samocha y Lawrence, 1992; Gervais y Zeigler, 2014).

Como en todo sistema de cultivo acuático, la eficiencia de pre-cría de post-larvas en raceway está determinada por las variables independientes como, densidad de siembra, alimentación natural, balanceada y factores de calidad ambiental o parámetros de calidad de agua que influyen fundamentalmente sobre las variables dependientes como, crecimiento y supervivencia de la especie.

En cuanto a la densidad de siembra, este es un aspecto de gran importancia que afecta al crecimiento, supervivencia y biomasa de *L. vannamei* (Roque-Salinas et al., 2015; Balakrishnan et al., 2011; Sookying et al., 2011; Aragón-Noriega et al., 2000; Samocha, et al., 2000; Casillas e Ibarra, 1996). En los sistemas de cultivo en raceway, éstas densidades son muy variadas por lo que en la camaronera La Bocana S.A. de acuerdo a los planes de producción, infraestructura, condiciones logísticas y nivel de tecnología, se probaron tres densidades de siembra: 20 PL/L, 30 PL/L y 40 PL/L, para evaluar y determinar cuál es la mejor a fin de optimizar las producciones, en concordancia con las experiencias reportadas en otras investigaciones de Perú y Ecuador, como Guevara y Córdova (2015), Ching (2014), Vanoni (2014), Gervais y Zeigler (2014), Pardo (2012), Cañizares (2010), Arias (2010), Correa (2005), Samocha et al. (2000) y Saldarriaga (1995).

En este estudio de caso, se observó que el mayor peso promedio final de  $27,00 \text{ mg} \pm 2,08 \text{ mg}$  ( $p < 0,05$ ) se obtuvo a la menor densidad de siembra de 20 PL/L, siguiendo la misma tendencia reportada por Guevara y Córdova (2015) quienes experimentaron con iguales densidades de siembra, obteniendo el mayor peso promedio final de  $12,67 \text{ mg} \pm 0,76 \text{ mg}$  con la densidad de 20 PL/L. Del mismo modo, Arias (2010), a la densidad de 18 PL/L obtuvo el peso promedio final de 26,0 mg que fue mayor al peso promedio final de 24,0 mg alcanzado a 24 PL/L.

Aunque los resultados reportados por varios investigadores son diversos

(Guevara y Córdova, 2015; Ching, 2014; Gervais y Zeigler, 2014; Pardo, 2012; Cañizares, 2010; Arias, 2010; Correa, 2005), debido a que en cada lugar se tienen diferentes realidades de infraestructura, condiciones ambientales y tecnología; sin embargo, la tendencia en el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento es la misma, infiriéndose que a mayor densidad de siembra el crecimiento es menor como lo indicaron Fraga-Castro y Jaime-Ceballos (2011) y Sookying et al. (2011).

El efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de post-larvas *L. vannamei*, se expresó a partir de los siete días de cultivo, cuando la tasa de crecimiento fue diferenciada para las densidades probadas, hecho que también ha sido reportado por Samocha et al. (2000), cuando señalan que el crecimiento de las post-larvas es exponencial y que para las densidades de carga probadas (20 PL/L a 80 PL/L) las tasas de crecimiento se duplicaron aproximadamente cada tres a cuatro días.

En referencia a la supervivencia de post-larvas de *L. vannamei*, se observó que ésta disminuyó al aumentar la densidad de siembra, siendo que a 20 PL/L y 30 PL/L se obtuvieron valores consistentes en  $96,98 \% \pm 0,74 \%$  y  $96,15 \% \pm 1,07 \%$ , respectivamente, que no guardaron diferencias significativas entre sí ( $p > 0,05$ ) pero que fueron mayores ( $p < 0,05$ ) a la supervivencia de  $92,63 \% \pm 1,15 \%$  alcanzado con 40 PL/L. Estos resultados fueron mayores a los valores reportados por Guevara y Córdova (2015), Ching (2014), Pardo (2012), Cañizares (2010), Arias (2010) y Correa (2005).

En este sentido, el efecto de la densidad de siembra se manifestó al aumentar la biomasa de cultivo, debido a que al aumentar la biomasa las post-larvas están expuestas a mayores concentraciones de metabolitos tóxicos como el amonio, nitritos y dióxido de carbono, etc., producto del incremento en la oxidación de los desechos metabólicos orgánicos y la disminución de la concentración de oxígeno disuelto, hechos que influyen en su estado de estrés y por tanto en la disminución de la tasa de crecimiento, debido al gasto fisiológico en el confinamiento (Fraga-Castro & Jaime-Ceballos, 2011) especialmente a altas densidades de cultivo en los tanques.

No obstante, que los resultados de supervivencia de este estudio de caso, difieren en su tendencia con aquellos obtenidos por Guevara & Córdova (2015), Sookying et al. (2011) y Casillas e Ibarra (1996), quienes encontraron que la densidad de siembra no afectó a la supervivencia de *L. vannamei*, pero en cambio se coincide con Aragón-Noriega (2000) y Samocha et al. (2000), quienes reportaron que la densidad de la población afecta negativamente la supervivencia de la especie.

Es probable, que la tendencia a la disminución de la supervivencia de camarones al aumentar la densidad de siembra se debió a que las altas poblaciones de cautiverio crean condiciones de competencia por el oxígeno disuelto en la respiración, evacuación de desechos metabólicos y exposición a gases tóxicos que conllevan al estado de estrés, lo que según Mercier et al. (2006) aumenta la vulnerabilidad de las post-larvas de camarón a la hipoxia y a las bacterias normalmente presentes en el agua, mediante la reducción de la capacidad de la respuesta inmune.

La intensificación de un sistema de cultivo implica, entre otros requisitos,



también el uso de un alimento balanceado de alta calidad que sea capaz de satisfacer los requerimientos nutricionales de la especie que le permita afrontar los efectos tóxicos del hacinado ambiente de cultivo, y según Fraga et al. (2002) desarrollar sus potencialidades de crecimiento a mayor densidad de siembra sin afectar la calidad del medio.

En este estudio de caso, se utilizó un alimento balanceado con 45 % de proteína como sugieren Ching (2014) y Vanoni (2014), debido a que a altas densidades de siembra, los camarones requieren de mayor nivel de proteína en la dieta para compensar el gasto fisiológico en el confinamiento en los estanques (Fraga-Castro y Jaime-Ceballos, 2011).

Considerando que las post-larvas de camarones tienen hábitos omnívoros y se alimentan de manera frecuente, se realizaron 12 frecuencias de alimentación, coincidiendo con la recomendación de Jory (2001) quien indica que suministrar la ración diaria en varias frecuencias al día, mejoran el consumo de alimento balanceado, el crecimiento y el factor de conversión alimenticio.

No obstante, se determinó que el factor de conversión alimenticio (F.C.R.) aumentó con la densidad de siembra, obteniéndose valores de 0,50 a 20 PL/L, 0,69 a 30 PL/L y 0,80 a 40 PL/L, deduciéndose que al aumentar la densidad disminuye el aprovechamiento del alimento balanceado, coincidiendo con Fraga-Castro y Jaime-Ceballos (2011), al referir que en *L. schmitti*, cuando se emplean densidades de siembra diferentes, se observó que el aprovechamiento del alimento disminuyó a medida que aumentó la densidad de siembra, y como señaló Sookying et al. (2011), hay una correlación negativa entre la densidad de población y el factor de conversión alimenticio (F.C.R.).

Al aumentar la densidad de siembra de las post-larvas, en los sistemas de cultivo, también es necesario aumentar las cantidades de alimento balanceado, en consecuencia al aumentar el F.C.R. se evidencia que existe alimento balanceado no consumido, que acompañado a las heces y mudas de los camarones, contribuyen directamente en la contaminación del agua del tanque (Saldarriaga, 2013 y Balakrishnan et al., 2011), por lo que el recambio de agua diario (10 % a 20 %) es necesario para el mantenimiento de una buena calidad del agua, característica esencial para el crecimiento óptimo y supervivencia de las post-larvas.

Dentro del manejo del agua en los tanques raceway tiene gran importancia la temperatura, ya que este parámetro limita el desarrollo post-larvario, la ingestión, digestión, asimilación del alimento y por lo tanto el crecimiento de las pos-larvas, según Jory (2001), los camarones son animales poiquilotermostos, y la temperatura afecta las tasas de procesos fisiológicos, el metabolismo y la alimentación dependen de la temperatura ambiente.

Durante la experimentación la temperatura fue una variable controlada, se mantuvo en el rango de 30,17 °C por la mañana a 33,23 °C por la tarde valores que son coincidentes con la recomendación técnica de Ching (2014) y Vanoni (2014) quienes indican que entre 29 °C a 32 °C es el rango de temperatura más recomendable para este tipo de cultivo.

En cuanto al oxígeno disuelto, uno de los gases más importantes para

la vida acuática, fue un factor controlado e incorporado a través de la difusión de aire constante en todos los tanques de cultivo. Se observó que su concentración disminuyó cuando aumentó la densidad de siembra, siendo la concentración promedio de 5,13 ppm para la densidad de 20 PL/L, 4,71 ppm para 30 PL/L y 4,58 ppm en la densidad de 40 PL/L, niveles que permitieron un desarrollo normal de las actividades fisiológicas de las post-larvas de *L. vannamei*, ya que estas concentraciones fueron cercanas al mínimo nivel de 5,0 ppm sugerido por Ching (2014).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aragón, E., Córdova, J., Trías, H., & García-Juárez, A. (2000). Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera No. 14*, pp39-46.
- Arias, S. (2010). Experiencias de manejo de raceways en el cultivo de camarón marino *Litopenaeus vannamei* en Ecuador. *Boletín Nicovita*, pp 1-6.
- Balakrishnan, G., Peyail, S., Ramachandran, K., Theivasigamani, A., Savji, K., Chokkaiah, M. & Nataraj, P. (2011). Growth of cultured white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) in different stocking density. *Pelagia Research Library. Advances in Applied Science Research*, 2 (3), pp 107-113.
- Calzada, J. (1982). Capítulo V. Diseño completamente randomizado. En *Métodos estadísticos para la investigación* Lima: Jurídica S.A. 3ra Ed. pp. 10-125.
- Cañizares, R. (2010). *Manejo de post-larvas P. vannamei*. Primer Congreso Andino de Acuicultura 2010. Machala, Ecuador.
- Casillas, H. & Ibarra, G. (1996). Efecto de la densidad de cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei* en estanques comerciales (Costa Sur, Sonora, México). Dirección de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar. *Oceanología*, 2(10), pp 153-165.
- Correa, N. (2005). *Cultivo de post-larvas de Penaeus vannamei en sistema raceways en la Empresa Pesquera e Industrial Bravito, El Oro, Ecuador*. (Informe de práctica pre-profesional). Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.
- Ching, C. (2014). *Manejo de raceways y/o pre-crías en el cultivo del camarón marino*. Nicovita-VITAPRO. Tumbes, Perú.
- Ching, C. (1999). Evaluación y siembra de post-larvas de camarón marino. Un ejemplo práctico. *Boletín Nicovita camarón de mar* 4(10), pp 1-4.
- Fraga, I. & Jaime, B. (2011). Estrategias para optimizar el manejo del alimento en el engorde del camarón blanco del Caribe *Litopenaeus schmitti*. *Revista Aquatic*, 35, pp. 20-34.
- Gervais, N. & Zeigler, T. (2014). Sistemas hiper-intensivos de precría ofrecen ventajas para cultivo de camarones. *Global Aquaculture Advocate*, pp 26-29.
- Guevara, M. & Córdova, Z. (2015). *Efecto de la densidad de siembra de post larvas de Litopenaeus vannamei en el crecimiento y supervivencia de cultivo en raceways*. *Langostinera ATISA, 2014*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero). Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú.

- Huet, M. (1978). Tratado de piscicultura. Madrid, España: Edit. Mundi Prensa.
- Jory, D. (2001). *Manejo integral del alimento de camarón, de estanques de producción camaróneros, y principios de bioseguridad*. Curso Lance en Acuicultura. Monterrey, Nuevo León, México.
- Mercier, L., Palacios, E., Campa, A., Tovar, D., Hernández, R. & Racotta, I. (2006). Metabolic and immune responses in Pacific white leg shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to a repeated handling stress. *Aquaculture*, 258 (2006), pp 633–640.
- Pardo, W. (2012). *Aclimatación, alimentación, crecimiento y supervivencia de post-larvas de Litopenaeus vannamei en raceway de cemento*. (Informe de práctica pre-profesional). Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes, Perú.
- Rojas, A., Haws, M. & Cabanillas, J. (2005). II. Selección del laboratorio proveedor de postlarvas y verificación de la calidad de la postlarva. En *Buenas Prácticas de Manejo para el Cultivo de Camarón*. Proyecto: Prácticas de Desarrollo Sostenible en Ambientes Costeros de Prioridad de los Ecosistemas del Golfo de California Marinas Recreativas y Maricultura (pp. 13-18). The David and Lucile Packard Foundation. United States Agency for International Development (Cooperative Agreement No. PCE-A-00-95-0030-05).
- Roque, M., Urey, E., Sequeira, E., & Martínez, E. (2015). Evaluación del crecimiento de *Litopenaeus vannamei* cultivados a tres densidades de siembra: 40 ind./m<sup>2</sup>, 60 ind./m<sup>2</sup> y 80 ind./m<sup>2</sup>. Universitas (León). *Revista Científica de la UNAN-León*.
- Saldarriaga, D. (1995). *Acondicionamiento y manejo de estanques de langostino*. Tumbes, Perú. Departamento Académico de Acuicultura. Facultad de Ingeniería Pesquera. Universidad Nacional de Tumbes.
- Saldarriaga, D. (2013). *Tratamiento de efluentes del cultivo intensivo de Penaeus vannamei por sedimentación y biofiltración*. (Tesis de para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales). Universidad Nacional de Tumbes, Perú.
- Samocha, T., Córdova, J., Blacher, T. & De Wind, A. (2000). Raceway nursery production increases shrimp survival and yields in Ecuador. *Global Aquaculture, The Advocate*, pp 66-68.
- Samocha, M. & Lawrence, A. (1992). Sistemas de pre-crianza de langostino y su manejo. In: Wyban, J. (Eds.), *Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society. pp. 87-105. Baton Rouge, L. A.
- Steel, R. & Torrie, J. (1996). *Bioestadística: Principios y procedimientos*. México: McGraw-Hill, Segunda edición.
- Sookying, D., Silva, D., Davis, D., & Hanson, T. (2011). Effects of stocking density on the performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured under pond and outdoor tank conditions using a high soybean meal diet. *Aquaculture* 319 pp. 232–239.
- Treece, G. & Yates, M. (1990). Laboratory manual for the culture of penaeid shrimp larvae. *Marine Advisory Service. Sea Grant College Program. Texas A & M University*. pp. 95.
- Tresierra, A. (2000). *Metodología de la investigación científica*. Trujillo, Perú: Edi-

torial Biociencia, Primera Edición.

Vanoni, F. (2014). *Alternativas de sistemas de primeras fases en acuicultura 2014*.

Epicore Bio Networks Inc. Latin America Technical Sales Manager.