

Efecto de altas densidades de siembra en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) en agua salobre

Effect of high stocking densities on growth and survival of postlarvae *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) in brackish water

Fanny Cano Tinoco¹, Silvia Carrión Menacho¹, Walter Reyes Avalos²

Recibido 27 de Octubre de 2014;
Aceptado 2 de Agosto de 2014

Resumen

En el estudio evaluamos el efecto de la alta densidad de siembra en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *Cryphiops caementarius* precriadas en agua salobre. Las postlarvas fueron sembradas a las densidades de 166, 500, 1500 y 4500 PLs m⁻² con tres repeticiones por tratamiento, en acuario de 10 L de agua salobre (12‰). Se emplearon postlarvas de 10 mm de longitud total. La evaluación del crecimiento y supervivencia de las postlarvas se realizó cada quince días durante 60 días. El crecimiento en peso de las postlarvas fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en las densidades de 500 y 1500 PLs m⁻² en relación con las de 4500 PLs m⁻². El crecimiento en longitud no fue afectado por las densidades de siembra. La mayor supervivencia fue obtenida con la densidad de 500 PLs m⁻² (84%), siendo significativamente mayor ($p < 0,05$) que a 1500 PLs m⁻² (59%) y 4500 PLs m⁻² (45%).

Palabras clave: Crianza, camarón, *Cryphiops*, interacción, peso, longitud.

Abstract

The effect of high stocking densities on the growth and survival of postlarvae *Cryphiops caementarius* nursery in brackish water was evaluated. The postlarvae were stocked at densities of 166, 500, 1500 and 4500 PL m⁻² with three replicates per treatment, in 10 L aquarium brackish water (12‰). Postlarvae 10 mm in total length were used. Evaluation of growth and survival of postlarvae was performed every two weeks for 60 days. The increase in weight of postlarvae was significantly higher ($p < 0,05$) at densities of 500 and 1500 PLs m⁻², in relation of 4500 PLs m⁻². Growth in length was not affected by stocking densities. The higher survival was obtained with density of 500 PLs m⁻² (84%) and was significantly higher ($p < 0,05$) than 1500 PLs m⁻² (59%) and 4500 PLs m⁻² (45%).

Key words: Rearing, prawn, *Cryphiops*, interaction, weight, length.

¹ Biólogo Acuicultor de la Universidad Nacional del Santa (Perú). fannycati_2007@hotmail.com

² Docente del Departamento Académico de Biología, Microbiología y Biotecnología de la Universidad Nacional del Santa (Perú). wreyes_avalos@hotmail.com

Introducción

La precrianza es una fase inicial en la producción comercial de langostinos que tiene como beneficios sembrar animales más grandes y robustos, incrementar la predictibilidad de estimar la supervivencia, sembrar animales de mayor edad, proveer mejor utilización de espacio, minimizar las pérdidas, maximizar los beneficios y mejorar la producción durante el engorde (Smith *et al.*, 1983; Samocha & Lawrence, 1992). En precrianza de *Macrobrachium rosenbergii*, las postlarvas (PLs) crecen desde 0,01 g hasta 0,30 g en 60 días, dependiendo de la densidad y de la temperatura del agua, pero a este tamaño es menos probable que ocurra predación y son más resistentes a las condiciones ambientales fluctuantes (Tidwell *et al.*, 2005). Además, Phoung *et al.* (2003) determinaron que con 100 PLs m⁻² se logra alta supervivencia (>70%) y el retorno económico es dos veces más alto que a 50 PLs m⁻².

Un amplio rango de densidades (< 200 a > 6000 PLs m⁻²) han sido empleados en sistemas de precrianza de *M. rosenbergii*; sin embargo la densidad óptima no ha sido determinada para largos períodos (40 a 60 días) de precrianza requeridos en zonas templadas (Smith *et al.*, 1983; Marques *et al.*, 2000; Alston & Sampaio, 2000; Tidwell *et al.*, 2005), pues como en todos los crustáceos decápodos, la densidad afecta el crecimiento y la supervivencia en los estados del desarrollo ontogenético y es dependiente de las condiciones de manejo y del grado de agresividad de la especie.

En palaemónidos como *M. rosenbergii*, se han experimentado diferentes densidades de siembra, así de 10 a 500 PLs m⁻² (Sandifer & Smith, 1975), de 5 a 20 PLs m⁻² (Langer *et al.*, 2011), de 50 a 100 PLs m⁻² (Phuong *et al.*, 2003), de 50 a 200 Juveniles m⁻² (Ali, 2007; El-Sherif & Ali, 2009), de 215 a 860 PLs m⁻² (Coyle *et al.*, 2003) y de 226 a 1617 PLs m⁻² (Sandifer & Smith, 1977; Sandifer & Smith, 1979); en todos los casos resultan en una marcada reducción en el peso medio a través del tiempo. De igual manera sucede en *M. americanum*, cuando se incrementa la densidad de 98 a 196 PLs m⁻² (García-Guerrero & Apun-Molina, 2008) y en *M. amazonicum* entre 200 a 800 PLs m⁻² (Marques *et al.*, 2010) y entre 400 a 1200 PLs m⁻² (Marques *et al.*, 2012).

En parastácidos como *Cherax quadricarinatus*, el incremento de la densidad de 5 a 20 juveniles m⁻² (Naranjo-Páramo *et al.*, 2004) y en *Pacifastacus leniusculus*, el incremento de 25 a 200 individuos m⁻² (Ahvenharju, 2007), ocasionan disminución del crecimiento, debido a interacciones, así como a factores de comportamiento, donde incluso la interacción no agresiva involucra gasto significativo de energía e interrupción de la alimentación (Jones & Ruscoe, 2000).

La supervivencia de los crustáceos decápodos también es afectada por el incremento de la densidad, debido a la intensidad de competencia por alimento y espacio (Jones & Ruscoe, 2000) y a la naturaleza territorialistas y canibalística cuando son precriadadas en alta densidad (Tidwell *et al.*, 2005), así como a la pobre calidad del agua (Alston & Sampaio, 2000). En *M. rosenbergii*, Phuong *et al.*

(2003) emplearon 50 y 100 PLs m⁻² y obtuvieron 76 y 77% de supervivencia a los 45 días de crianza, respectivamente. Ali (2007) emplea 200 PLs m⁻² y a los 75 días de crianza obtiene 80% de supervivencia. El-Sherif & Ali (2009), emplean densidades de entre 50 y 200 juveniles m⁻² y obtienen 81 y 57% de supervivencia a los 60 días de crianza, respectivamente. Langer *et al.* (2011) determinan que con 20 PLs m⁻² la supervivencia se reduce a 53% a los 49 días de crianza. En *M. panamense*, Reyes *et al.* (1992) emplearon acuarios con agua dulce y 200 PLs m⁻², obteniendo entre 80 y 90% de supervivencia a los 30 días, pero al mes siguiente la supervivencia se redujo a 25%. Choudhury *et al.* (1993) y New (2002), recomiendan criar PLs de *M. rosenbergii* en tanques con agua dulce a la densidad de 5000 PLs m⁻² durante una semana y luego reducir a 2000 PLs m⁻² por un mes y si se mantiene por un mes más la densidad debe reducirse a 1000 PLs m⁻².

En PLs del peneidos como *Penaeus vannamei* la sobrevivencia es de 90% a los 35 días de precrianza en 7000 PLs m⁻² (Samocho & Lawrence, 1992). Aunque en juveniles de *P. vannamei* y *P. setiferus* (Williams *et al.*, 1996), el incremento de la densidad (28 a 284 juveniles m⁻²) afecta la supervivencia (95–72%, respectivamente).

Cryphiops caementarius (Molina, 1782) es una de las especies de camarones palaemónidos de los ríos del Perú que tiene importancia científica y comercial dada su la alta densidad poblacional existente en los ríos arequipeños (Viacava *et al.*, 1978; Yépez & Bandín, 1997) y porque tiene una amplia distribución latitudinal tanto al norte hasta el río Taymi en Lambayeque (Amaya & Guerra, 1978) como al sur peruano (Viacava *et al.*, 1978) e incluso llega hasta el río Maipo en el norte de Chile (Jara, 1997). Sin embargo, la crianza de la especie ha sido limitada debido al problema del canibalismo que se presenta en acuarios, tanques y en otros ambientes de crianza, por lo que no está prosperando la crianza comercial.

En cautiverio, la principal causa de mortalidad en la crianza de PLs de *C. caementarius* en agua dulce, es debido al canibalismo. Por ello, Venturi (1972) recomienda que los estanques deben ser sembrados a las densidades entre 55 y 60 PLs m⁻² para evitar el canibalismo. En acuarios, Aybar (1982) emplea 28 PLs m⁻² pero con el uso de refugios se obtiene supervivencias entre 76 y 84%, y cuya mortalidad fue ocasionada principalmente por canibalismo. Zúñiga & Ramos (1987) determinaron que el incremento de la densidad ocasiona alta tasa metabólica por la agresividad y el continuo movimiento de los organismos que afecta el crecimiento en peso, siendo limitante en la producción comercial.

En postlarvas de *C. caementarius* se ha determinado que el agua salobre de 12‰ inhibe el canibalismo por muda al obtener supervivencias sobre el 95% a los 49 días de crianza a la densidad de 166 PLs m⁻², y además en esta salinidad se logra mayor crecimiento en peso de los camarones, lo cual permite mejorar la condición fisiológica de las postlarvas para continuar con la crianza (Reyes *et al.*, 2006). Similares resultados en supervivencia y crecimiento en peso son

obtenidos en juveniles de *M. tenellum* precriados en 10‰ de salinidad durante 40 días (Vega-Villasante, 2011). Además, la precrianza en alta densidad ocasiona mayor interacción entre los animales por espacio y alimento, así como hay mayor desgaste de energía y, por lo mencionado, es probable que las PLs de *C. caementarius* al ser precriados en agua salobre soporten mayores densidades a las que usualmente son criadas, de manera similar a las reportadas en *M. rosenbergii* (1400 PLs m⁻²) (New, 2002; D’Abramo *et al.*, 1995). En este sentido, consideramos que el siguiente paso es determinar si la precrianza en altas densidades de siembra afecta el crecimiento y la supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* cuando son precriadas en agua salobre. Para ello, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la alta densidad en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre.

Materiales y métodos

Se empleó agua de mar procedente de la playa El Dorado (Nuevo Chimbote) y en el laboratorio se dejó decantar durante dos días siendo el sobrenadante almacenado en bidones de 50 L. El agua potable fue aireada por 48 h para eliminar cloro. El agua salobre deseada se obtuvo por mezcla de agua de mar (35‰) con agua potable (0‰).

Las postlarvas de *C. caementarius* procedieron del río Lacramarca (09°07’70” S y 78°34’20” W), Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Perú. La muestra consistió de 1230 PLs seleccionados al azar de un lote de 2354 PLs transportados en baldes plásticos (20 L) con agua del mismo río y vegetación acuática para proveer de refugio durante 20 min que duró el transporte hasta el Laboratorio de Acuicultura de la Facultad de Ciencias del Campus I de la Universidad Nacional del Santa. En el laboratorio, las PLs de la especie *C. caementarius* fueron identificadas según Méndez (1981) y posteriormente aclimatadas durante una semana en acuarios con agua potable y aireación continua e iniciándose la alimentación, a partir del tercer día de aclimatación, con balanceado de 35% de proteína total.

Las PLs seleccionadas midieron 10,3 ± 0,1 mm de longitud total (LT: Escotadura postorbital–Extremo posterior del telson). Las PLs fueron contadas por el método volumétrico comparativo de una población conocida (Aragón-Noriega *et al.*, 2000), para ello primero se realizó el conteo directo una por una depositándolas en un vaso de vidrio de 1000 ml hasta alcanzar la población de 500 PLs (Población patrón), luego en otros vasos se colocaron PLs tratando de igualar, en forma visual, a la población patrón y posteriormente se sembraron de acuerdo a la densidad de cada tratamiento. Se empleó el diseño de estímulo creciente con densidades de 166 (Control), 500, 1500 y 4500 PLs m⁻² precriadas en agua salobre (12‰) y también se incluyó otro control de 166 PLs m⁻² precriadas en agua dulce (0‰). Todos los tratamientos se realizaron por triplicado.

El sistema de precrianza estuvo constituido por 15 acuarios de vidrio (0,30 m de largo, 0,20 m de ancho y 0,18 m de alto, con área de 0,06 m² y volumen efectivo

de agua de 10 L), cada uno con aireación continua, con refugios (tubos PVC 1" Ø) y con agua salobre (12‰) de acuerdo a los recomendado por Reyes *et al.* (2006) para evitar el canibalismo. La evaporación del agua de los acuarios fue compensado con la adición de agua potable de clorada. La temperatura del laboratorio fue elevada por el uso de dos cocinas eléctricas de 500 W cada uno, para mantener la temperatura del agua alrededor de 24°C.

Las PLs fueron alimentadas con balanceado comercial para camarón de mar (35% de proteína total). La ración diaria fue del 10% del peso húmedo por camarón y la frecuencia de alimentación de dos veces por día (08:00 y 18:00 h) durante seis días a la semana, distribuyendo el alimento en iguales proporciones.

Se realizaron muestreos biométricos quincenales del 30% de la población de PLs sembradas. La longitud total (mm) de las PLs fue medido con una regla graduada y el peso total (mg) fue determinado por el método volumétrico el cual consistió en colocar 10 PLs sobre papel secante durante 5 s y luego fueron introducidos en una probeta de vidrio de 20 ml con un volumen conocido, el desplazamiento del volumen se multiplico por el factor 1,07. Con los datos obtenidos fue determinado el crecimiento absoluto (CA), la ganancia porcentual (GP), la tasa de crecimiento absoluto (TCA) y la tasa de crecimiento específica (TCE) (El-Sherif & Ali, 2009):

$$CA \text{ (mm o mg)} = X2 - X1$$

$$GP \text{ (\%)} = (CA/X1) \times 100$$

$$TCA \text{ (mm día}^{-1} \text{ o mg día}^{-1}) = CA/t_2 - t_1$$

$$TCE \text{ (\% día}^{-1}) = [\ln X2 - \ln X1] / t_2 - t_1 \times 100.$$

Donde: X1 y X2 fue la longitud total (mm) o el peso húmedo (mg), inicial y final; t₁ y t₂ fue la duración en días; ln X1 y ln X2 fue el logaritmo natural de la longitud o el peso, inicial y final.

La supervivencia (S) fue determinada por cada muestreo: $S \text{ (\%)} = Ni \times 100/No.$

Donde: No = Número inicial de camarones y Ni = Número final de camarones.

La limpieza de los acuarios se realizó diariamente por sifoneo de los desechos sólidos acumulados en el fondo del acuario. El 30% del agua de cada acuario fue renovada dos veces por semana, manteniendo la salinidad constante. La calidad del agua de precrianza fue monitoreada cada quince días, determinándose temperatura con termómetro digital ($\pm 0,01^\circ\text{C}$), Oxígeno disuelto con Oxímetro Hach Portátil LDO ($\pm 0,01 \text{ mg L}^{-1}$), dureza total, amonio total y nitritos con el Test Nutrafin ($\pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$). La salinidad del agua fue determinada diariamente con salinómetro óptico VeeGee Modelo A366ATC ($\pm 1\%$).

Los resultados fueron sometidos a la prueba de homogeneidad de varianza, luego se aplicó análisis de varianza y la prueba de Duncan, en ambos casos con un nivel de significancia del 5%. Los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el Software SPSS versión 18 para Windows.

Resultados

Crecimiento en longitud

El crecimiento en longitud de las PLs de *C. caementarius* en diferentes densidades fue exponencial hasta los 30 días; en cambio, en las del control en agua dulce, el crecimiento fue exponencial hasta los 45 días. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos hasta los 30 días. Entre los 45 y 60 días el crecimiento tiende a ser menor y no significativo ($p > 0,05$) entre 500 y 4500 PLs m^{-2} , pero estas difirieron de los controles (166 PLs m^{-2} , en agua salobre y agua dulce) que tuvieron mayor crecimiento (Fig. 1).

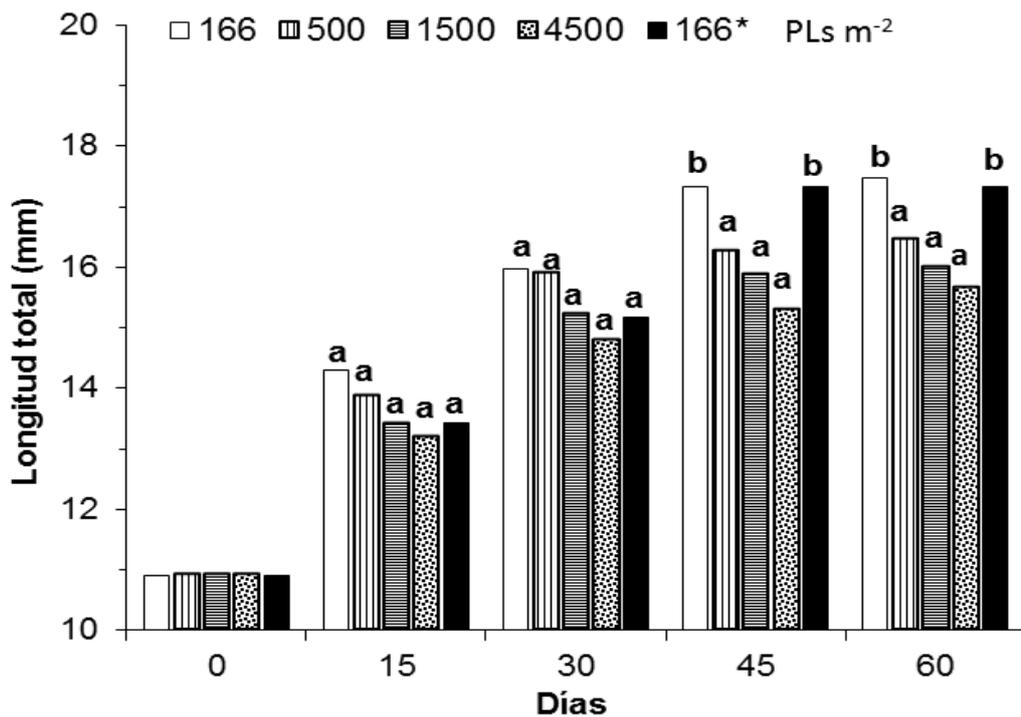


Figura 1: Crecimiento en longitud de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre a diferentes densidades de siembra. (El asterisco indica PLs precriadas en agua dulce). Letras iguales sobre las columnas indica que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

A los 60 días, los menores valores en los parámetros de crecimiento en longitud fueron obtenidos entre 500 y 1500 PLs m^{-2} , en cambio en los controles (en agua salobre y en agua dulce) fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) que los experimentales (Tabla 1). La longitud total de las PLs tiende a disminuir

potencialmente con el incremento de la densidad, cuya ecuación fue: $Y = 20,39 X^{-0,032}$ ($R^2 = 0,9426$) (Fig. 2).

Tabla 1: Parámetros de crecimiento en longitud de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre por 60 días a diferentes densidades de siembra (Media \pm desviación estándar).

Parámetros	Densidad de siembra (PLs m ⁻²)				
	166	500	1500	4500	166(*)
	10,90 \pm 0,05 ^a	10,90 \pm 0,09 ^a	10,90 \pm 0,08 ^a		
LT inicial (mm)	17,47 \pm 0,12 ^b	16,47 \pm 0,45 ^a	16,00 \pm 0,66 ^a	10,90 \pm 0,06 ^a	10,90 \pm 0,06 ^a
LT final (mm)	6,57 \pm 0,12 ^b	5,57 \pm 0,45 ^a	5,10 \pm 0,66 ^a	4,77 \pm 0,42 ^a	6,43 \pm 0,31 ^b
CA (mm)	60,24 \pm 1,06 ^b	51,07 \pm 4,14 ^a	46,79 \pm 6,02 ^a	0,079 \pm 0,007 ^a	0,107 \pm 0,005 ^b
GP (%)	0,109 \pm 0,002 ^b	0,093 \pm 0,008 ^a	0,085 \pm 0,011 ^a	0,604 \pm 0,045 ^a	0,773 \pm 0,029 ^b
TCA (mm día ⁻¹)	0,786 \pm 0,011 ^b	0,687 \pm 0,046 ^a	0,639 \pm 0,068 ^a		
TCE (% día ⁻¹)					

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

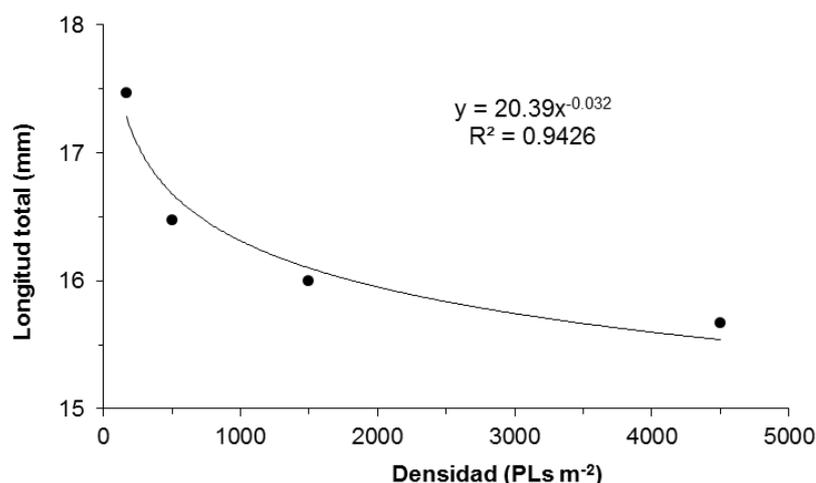


Figura 2: Relación densidad y longitud de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre.

Crecimiento en peso

El crecimiento en peso de las PLs de *C. caementarius* fueron exponenciales

hasta los 30 días en todos los tratamientos y sin diferencias significativas ($p > 0,05$). A los 45 días el peso ya difieren entre tratamientos, la que se mantiene hasta los 60 días, con la excepción del peso de las de 4500 PLs m^{-2} que fue significativamente menor ($p < 0,05$) (Fig. 3).

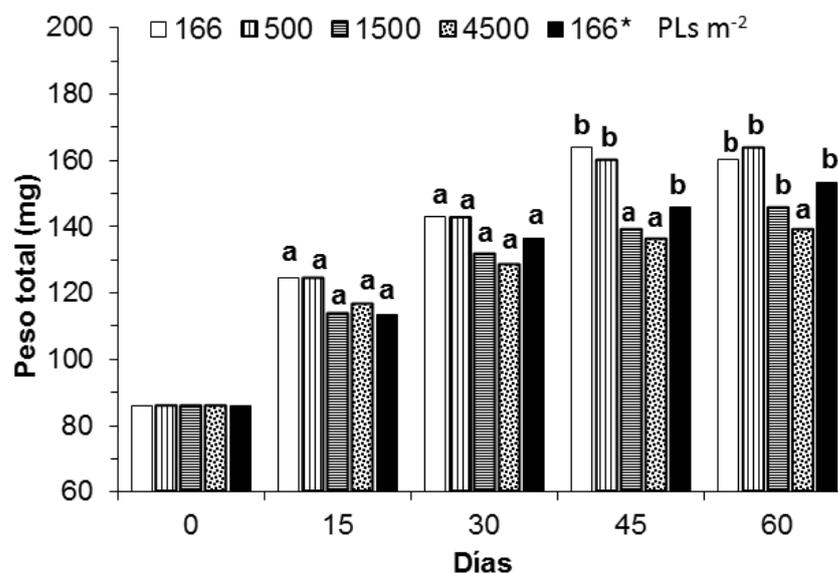


Figura 3: Crecimiento en peso de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre a diferentes densidades de siembra (El asterisco indica PLs precriadas en agua dulce). Letras iguales sobre las columnas indica que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

A los 60 días, el mayor peso de las PLs fue obtenido con 500 PLs m^{-2} , seguido por las de 1500 PLs m^{-2} , y ambas difieren significativamente ($p < 0,05$) con las de 4500 PLs m^{-2} . El peso de las PLs de los controles en agua salobre y agua dulce fueron significativamente ($p < 0,05$) mayores que con 4500 PLs m^{-2} . Similares resultados fueron obtenidos con los parámetros de crecimiento CA, GP, TCA y TCE de las PLs que fueron significativamente mayores en 500 PLs m^{-2} y 1500 PLs m^{-2} ; siendo significativamente menor ($p < 0,05$) en 4500 PLs m^{-2} que los demás tratamientos. De igual manera, los parámetros de crecimiento de los controles fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) que los de 4500 PLs m^{-2} (Tabla 2). El peso total de las PLs tiende a disminuir potencialmente con el incremento de la densidad cuya ecuación fue: $Y = 211,41 X^{-0,049}$ ($R^2 = 0,816$) (Fig. 4).

Tabla 2: Parámetros de crecimiento en peso de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre por 60 días a diferentes densidades de siembra (Media \pm desviación estándar).

Parámetros	Densidad de siembra (PLs m^{-2})				
	166	500	1500	4500	166(*)
PT inicial (mg)	86,00 \pm 0,01 ^a	86,00 \pm 0,01 ^a	86,00 \pm 0,01 ^a	86,00 \pm 0,01 ^a	86,00 \pm 0,01 ^a

PT final (mg)	160,33 ± 10,50 ^b	163,67 ± 6,35 ^b	145,67 ± 12,42 ^b	139,33 ± 10,07 ^a	153,33 ± 16,26 ^b
B (mg m⁻²)	25,83 ± 2,36 ^a	69,14 ± 9,08 ^b	129,13 ± 29,02 ^c	285,17 ± 29,20 ^d	15,99 ± 1,64 ^a
CA (mg)	74,33 ± 10,50 ^b	77,67 ± 6,35 ^b	59,67 ± 12,42 ^b	53,33 ± 10,07 ^a	67,33 ± 16,26 ^b
GP (%)	86,43 ± 12,21 ^b	90,31 ± 7,38 ^b	69,38 ± 14,45 ^b	62,02 ± 11,71 ^a	78,29 ± 18,91 ^b
TCA (mg día⁻¹)	1,239 ± 0,175 ^b	1,294 ± 0,106 ^b	0,994 ± 0,207 ^b	0,889 ± 0,168 ^a	1,122 ± 0,271 ^b
TCE (% día⁻¹)	1,036 ± 0,109 ^b	1,072 ± 0,064 ^b	0,874 ± 0,139 ^b	0,801 ± 0,120 ^a	0,958 ± 0,175 ^b

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

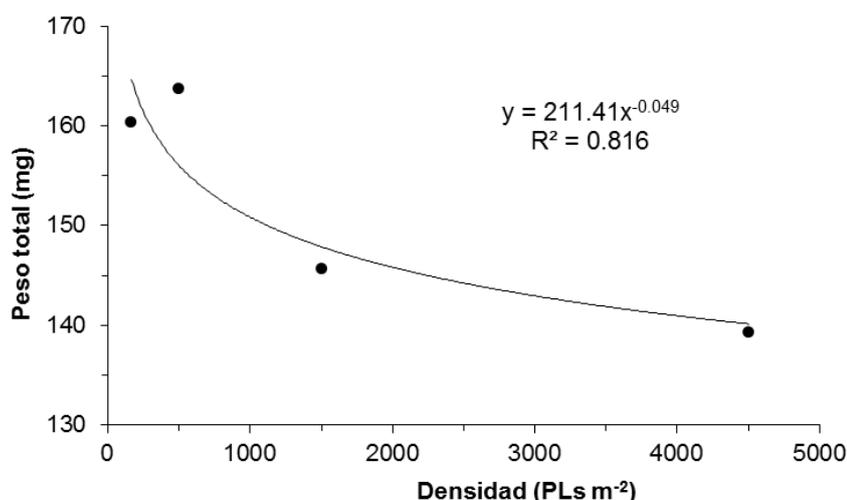


Figura 4: Relación densidad y peso de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre.

Supervivencia

Durante los primeros quince días la supervivencia de PLs en las diferentes densidades no fue significativa ($p > 0,05$), incluido las del control en agua dulce. De igual manera, tampoco fue significativo ($p > 0,05$) en el control en agua salobre pero ésta tuvo amplia variabilidad. A los 30 y 45 días, la supervivencia de las PLs tiende a disminuir significativamente en todos los tratamientos experimentales siendo más pronunciado en 1500 y 4500 PLs m⁻². A los 60 días, la supervivencia fue significativamente alta ($p < 0,05$) en 500 PLs m⁻² en relación con las de 1500 y 4500 PLs m⁻² y similares a las del control en agua dulce. Diferencias significativas ($p < 0,05$) fueron obtenidos entre controles en agua salobre y agua dulce (Fig. 5). La supervivencia de las PLs tiende a disminuir potencialmente con el incremento de la densidad, cuya ecuación fue: $Y = 316,92 X^{-0,228}$ ($R^2 = 0,9611$) (Fig. 6).

Una intensa interacción de las PLs fue observado durante el día y desde el inicio de la experiencia, principalmente al momento de las horas de alimentación, siendo más evidente en altas densidades de siembra (1500 y 4500 PLs m⁻²). Esta interacción fue cada vez más intensa conforme avanzó el tiempo de precrianza.

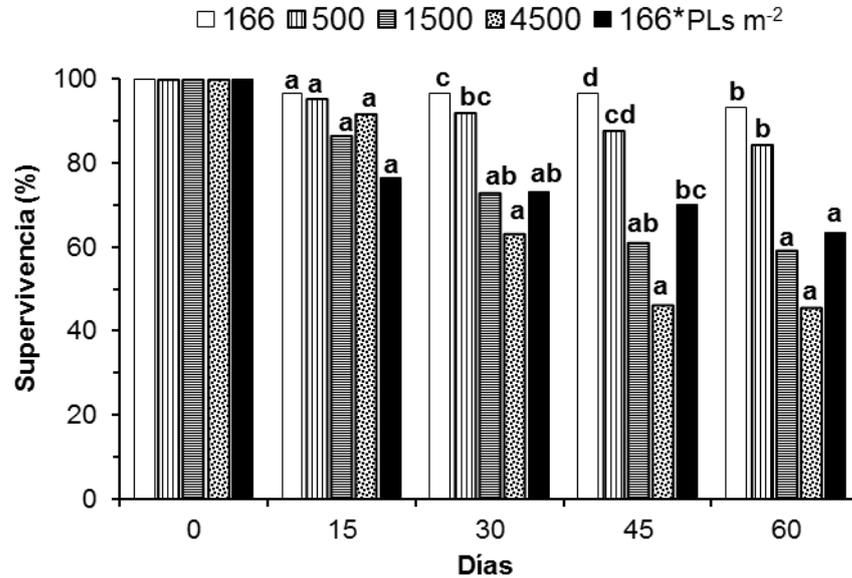


Figura 5: Supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre a diferentes densidades de siembra (El asterisco indica PLs precriadas en agua dulce). Letras iguales sobre las columnas indica que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

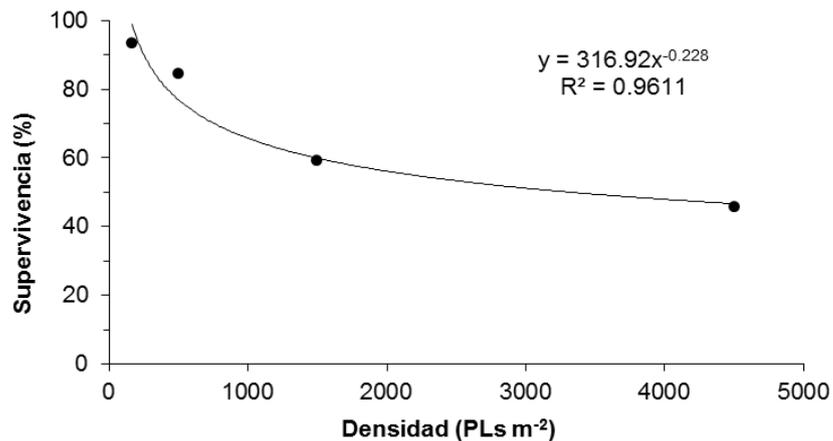


Figura 6: Relación densidad y supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* precriadas en agua salobre.

Calidad del agua

Los parámetros de calidad del agua se muestran en la Tabla 3. La temperatura fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en 1500 y 4500 PLs m⁻² y menor en los demás tratamientos. El oxígeno del agua fue significativamente alta en todos los

tratamientos con excepción en 4500 PLs m⁻². La dureza del agua fue similar en todos los tratamientos, excepto en el control en agua dulce que fue significativamente alta. La mayor concentración de amonio total fue obtenida en 4500 PL m⁻² la cual difiere significativamente (p<0,05) con los demás tratamientos. Las mayores concentraciones de nitritos fueron obtenidas en 500 y 4500 PLs m⁻², las cuales difieren significativamente (p<0,05) con las de los controles tanto en agua salobre como en agua dulce.

Tabla 3: Parámetros físico y químicos (Media ± desviación estándar) del agua salobre de los acuarios de precrianza de postlarvas de *C. caementarius* durante 60 días, según densidades de siembra.

Parámetros	Densidad de siembra (PLs m ⁻²)				
	166	500	1500	4500	166(*)
Temperatura (°C)	24,07 ± 0,12 ^a	24,07 ± 0,06 ^a	24,37 ± 0,15 ^a	24,47 ± 0,12 ^a	24,17 ± 0,06 ^a
Oxígeno (mg L ⁻¹)	7,44 ± 0,08 ^a	7,09 ± 0,11 ^a	6,92 ± 0,28 ^a	6,53 ± 0,06 ^b	7,50 ± 0,32 ^a
Dureza total (mg L ⁻¹)	83,33 ± 5,77 ^a	83,33 ± 5,77 ^a	90,00 ± 0,00 ^a	90,00 ± 0,00 ^a	190,00 ± 0,00 ^b
Amonio total (mg L ⁻¹)	0,17 ± 0,12 ^a	0,30 ± 0,00 ^a	0,50 ± 0,17 ^a	2,00 ± 0,69 ^b	0,17 ± 0,12 ^a
Nitritos (mg L ⁻¹)	0,90 ± 0,66 ^b	1,60 ± 0,00 ^a	2,17 ± 0,98 ^a	2,17 ± 0,97 ^a	0,23 ± 0,12 ^b

(*) Postlarvas criadas en agua dulce (0‰). Datos con letras iguales en superíndices en una misma fila indica que no hay diferencia significativa (p>0,05).

Discusión

En crustáceos decápodos, la densidad de siembra en la fase de precrianza influye significativamente en el crecimiento y supervivencia (Alston & Sanpaio, 2000; Naranjo-Páramo *et al.*, 2004). En nuestro estudio, el crecimiento absoluto en longitud y en peso de las PLs de *C. caementarius* no fueron afectados significativamente durante los primeros 30 días de precrianza en las altas densidades, aunque se observó una ligera tendencia a disminuir con el incremento de la densidad de siembra; en cambio la supervivencia fue afectada durante este período. Sin embargo, a mayor tiempo de precrianza (45 y 60 días) las altas densidades de siembra afectaron el crecimiento y la supervivencia de la especie, lo cual podría deberse a la intensificación en la interacción de las PLs que fue más evidente en altas densidades (1500 y 4500 PLs m⁻²). Zúñiga & Ramos (1987) determinaron en la especie que la interacción agresiva en moderada densidad (125 juveniles m⁻²) ocasiona alta tasa metabólica (87–91%) debido a la agresividad y al continuo movimiento de los organismos, perdiendo energía por causa de este comportamiento que afecta el crecimiento en peso.

A los 60 días de precrianza, los parámetros de crecimiento en longitud no fueron afectados (p>0,05) por las densidades entre 500 y 4500 PLs m⁻²; así la TCA fluctuó entre 0,093 y 0,079 mm día⁻¹, respectivamente. Reyes *et al.* (2006) reportan una TCA de 0,09 mm día⁻¹ para PLs de la misma especie precriadas en baja densidad (114 PLs m⁻²) y en agua salobre (12‰). Sin embargo, la tendencia de los mayores parámetros de crecimiento en longitud fue obtenida en baja densidad (500 PLs m⁻²), aunque fue significativamente menor (p<0,05) a los dos

controles, lo cual indicaría algún efecto de la densidad en el crecimiento en longitud.

En cambio, a los 60 días de precrianza los parámetros de crecimiento en peso fueron mayores ($p < 0,05$) en 500 y 1500 PLs m^{-2} que en 4500 PLs m^{-2} , siendo las TCA de 1,294 $mg\ día^{-1}$, de 0,994 $mg\ día^{-1}$ y de 0,889 $mg\ día^{-1}$, respectivamente. En el control en agua salobre la TCA fue de 1,239 $mg\ día^{-1}$, sin diferencias significativas ($p > 0,05$) con las dos primeras densidades. Los resultados de este trabajo son menores a lo reportado por Reyes *et al.* (2006) para la misma especie precriadas en agua salobre (12‰) y en baja densidad (114 PLs m^{-2}), cuya TCA fue de 2,35 $mg\ día^{-1}$, aunque con PLs de 40 mg. La diferencia de estos resultados con los de este trabajo podría ser debido al tamaño de las PLs empleadas (86 mg) pues se conoce que las tasas de crecimiento disminuye conforme crecen los camarones (New, 2002). Sin embargo, el mayor crecimiento en peso sería indicador de mejores condiciones fisiológica de las PLs de *C. caementarius*.

Además, en elevada densidad (4500 PLs m^{-2}) hubo mayor interacción que afectó el crecimiento en peso de las PLs de *C. caementarius*, pues este efecto es reportado en la misma especie (Zúñiga & Ramos, 1987) así como en *M. rosenbergii* (Sandifer & Smith, 1975; Sandifer & Smith, 1977; Sandifer & Smith, 1979; Coyle *et al.*, 2003; El-Sherif & Ali, 2009), *M. americanum* (García-Guerrero & Apun-Molina, 2008) y en *M. amazonicum* (Marques *et al.*, 2010; Marques & Lombardi, 2011; Marques *et al.*, 2012). Es conveniente investigar el uso de sustratos artificiales para disminuir la interacción de las PLs cuando son criadas a elevadas densidades.

La supervivencia fue inversamente proporcional a la densidad de siembra durante los 60 días de precrianza en agua salobre, pues con 500, 1500 y 4500 PLs m^{-2} supervivieron el 84, 59 y 45%, respectivamente, los cuales siguen las mismas tendencias reportadas en otras especies de crustáceos, como en *M. rosenbergii*, donde la supervivencia fue de 91, 90 y 85% en las densidades de 300, 1000 y 1500 PLs m^{-2} , respectivamente (Smith & Sandifer, 1979), y de 96 y 32% con 1194 y 6276 PLs m^{-2} (Smith *et al.*, 1983). Las bajas tasas de supervivencia obtenidos en nuestro estudio podrían ser consecuencia de la calidad del agua principalmente por el amonio en el agua, como será explicado más adelante, aunque también al canibalismo principalmente a las densidades ≥ 1500 PLs m^{-2} , dado la interacción observada. En especies territorialistas como *M. rosenbergii* (Alston & Sampaio, 2000; Tidwell *et al.*, 2005) y en *C. quadricarinatus* (Jones & Ruscoe, 2000), la alta densidad de siembra afecta la supervivencia debido a la competencia y al canibalismo.

Sin embargo, la más alta supervivencia (84%) fue obtenido en 500 PLs m^{-2} , aunque sin diferencia significativa ($p > 0,05$) con las del control en agua salobre (93%) pero al mismo tiempo ello indicaría la posibilidad de crianza en ésta densidad. En la misma especie, Reyes *et al.* (2006) emplearon 114 PLs m^{-2} precriadas en agua salobre (12‰) y a los 49 días obtuvieron 95% de supervivencia. En precrianza de *M. rosenbergii*, se obtiene 80% de supervivencia

con 200 PLs m⁻² (Alí, 2007). Los resultados de este trabajo sugieren que la especie no soportaría altas densidades aun en agua salobre, por ello es más seguro realizar la precrianza en agua salobre hasta con 500 PLs m⁻² en un período no mayor de 60 días.

En el caso de las PLs de los controles en agua salobre y agua dulce no hubo diferencia ($p > 0,05$) en los parámetros de crecimiento en longitud y en peso; sin embargo, en agua salobre el crecimiento tiende a ser ligeramente superior. En cambio, la supervivencia fue más alta en agua salobre (93%) que en agua dulce (63%). Estos resultados corroboran lo reportado por Reyes *et al.* (2006) en la misma especie, de que el agua salobre mejora el crecimiento en peso y la supervivencia de las PLs al disminuir el canibalismo.

Por otro lado, el incremento de la densidad ocasionó incremento de amonio y nitrito en el agua que habría afectado el desarrollo de las PLs. En 500 PLs m⁻² el amonio fue de 0,3 mg L⁻¹, en 1500 PLs m⁻² fue de 0,5 mg L⁻¹, y en 4500 PLs m⁻² hubo incremento significativo ($p < 0,05$) hasta 2,0 mg L⁻¹, pues en los controles solo se alcanzó 0,17 mg L⁻¹. En juveniles de *M. rosenbergii*, Naqvi *et al.* (2007) determinaron que con 0,5 mg L⁻¹ de amonio se produce baja ingestión de alimento debido a la toxicidad y con 1,5 mg L⁻¹ hay disminución de la supervivencia a 54% durante 60 días de exposición. En juveniles de *P. monodon* se recomienda una concentración segura de 3,7 mg L⁻¹ de amonio (Chen & Lei, 1990).

En el caso de los nitritos, la concentración fue similar en las densidades experimentales (1,6 y 2,17 mg L⁻¹), que fueron significativamente altos a los controles (0,9 y 0,23 mg L⁻¹ en agua salobre y agua dulce, respectivamente). En juveniles de *P. monodon* la concentración segura de nitrito es de 3,8 mg L⁻¹ (Chen & Lei, 1990) y si los organismos son expuestos a un ambiente con nitrito, este es incorporado en la hemolinfa rápidamente y reduce la hemocianina que es un pigmento respiratorio (Chen & Chen, 1992).

La temperatura del agua se mantuvo alrededor de 24°C durante la experiencia; en cambio el oxígeno del agua disminuyó (6,53 mg L⁻¹) significativamente en la más alta densidad de siembra; sin embargo, ambos parámetros ambientales no fueron limitantes para las PLs, pues estuvieron dentro de lo que se reporta para el ambiente natural (Zacarías & Yépez, 2008).

Conclusiones

- Las densidades de 500, 1500 y 4500 PLs m⁻² no afectaron significativamente ($p > 0,05$) el crecimiento en longitud de las postlarvas de *C. caementarius* precriadas durante 60 días en agua salobre (12‰).
- El crecimiento en peso de las postlarvas de *C. caementarius* precriadas durante 60 días en agua salobre (12‰) fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en las densidades de 500 y 1500 PLs m⁻² en relación con las de 4500 PLs m⁻².

- La mayor supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* precriadas durante 60 días en agua salobre (12‰) fue obtenida con la densidad de 500 PLs m⁻² (84%), siendo significativamente mayor (p<0,05) que a 1500 PLs m⁻² (59%) y 4500 PLs m⁻² (45%).
- Es conveniente realizar la precrianza de postlarvas de *C. caementarius* hasta con 500 PLs m⁻² en un período no mayor de 60 días y en agua salobre (12‰).

Bibliografía

Alí, F. (2007). Growth of Indonesian giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in a closed aquaculture system with artificial shelter. *Limnotek*, 14(1): 29-36.

Alston, D.E. y Sampaio C.M.S. (2000). Nursery systems and management. Pag. 112-125. In M.B. New & W.C. Valenti (Eds.). *Freshwater prawn culture: The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell Science, Oxford, United Kingdom.

Amaya, J. y Guerra A. (1976). Especies de camarones de los ríos norteños del Perú y su distribución. Ministerio de Pesquería-Perú. Dirección de Investigación Científica y Tecnológica, 24: 1-60.

Ahvenharju, T. (2007). Food intake, growth and social interactions of signal crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana). Academic Dissertation in Fishery Science. University of Helsinki.

Aragón-Noriega, E.A., J.H. Córdova-Murueta; H.L. Trías-Hernández y A.R. García-Juárez. 2000. Efecto de la densidad de siembra y la estacionalidad en la producción de camarón azul *Litopenaeus stylirostris*. INP. SAGARPA. México. *Ciencia Pesquera* 14: 39-46.

Aybar, F. (1982). Pruebas comparativas de raciones balanceadas de diferentes niveles de proteína en la crianza de camarones de río (*Cryphiops caementarius*) en ambientes cerrados. (Tesis de Título). Universidad Nacional Agraria La Molina. 110 p.

Chen, J.C., y Lei S.C. (1990). Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* juveniles. *J. World Aquaculture Society*, 21(4): 300-306.

Chen, J.C., y Chen S.F. (1992). Accumulation of nitrite in the haemolymph of *Penaeus monodon* exposed to ambient nitrite. *Comp. Biochem. Physiol.*, 103C(3): 477-481.

Choudhury, R., Bhattacharjee H. y Angell C. (1993). A manual for operating a small-scale recirculation freshwater prawn hatchery. FAO. Bays of Bengal Programme. Madras, India. 36 p.

Coyle, S., Dasgupta S., Tidwell J.H., Vanarnum A., y Bright L.A. (2003). Effects of stocking density on nursery production and economics of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of Applied Aquaculture*, 14(1/2): 137-148.

D'Abramo, L.R., Daniels W.H., Fondren M.W., y Brunson M.W. (1995). Management practices four culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in temperate climates. Bulletin 1030, Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. Mississippi State University. Mississippi, USA.

El-Sherif, M.S., y Ali A.M. (2009). Effect of rearing systems (mono-and poly-culture) on the performance of freshwater prawn (*M. rosenbergii*) juveniles. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 4(3): 117-128.

García-Guerrero, M., y Apun-Molina J.P. (2008). Density and shelter influence the adaptation of wild juvenile cauque prawns *Macrobrachium rosenbergii* to culture conditions. *North American Journal of Aquaculture*, 70: 343-346.

Jara, C.G. (1997). Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. *Invest. Mar.*, Valparaíso, 25: 245-254.

Jones, C.M., y Ruscoe I.M. (2000). Assessment of stocking size and density in the production of redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens) (Decapoda: Parastacidae), cultured under earthen pond condition. *Aquaculture*, 189: 63-71.

Langer, S., Karlopiya S.K., y Bakhtiyar Y. (2011). Effect of different stocking densities on the growth and survival of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* under laboratory conditions in Jammu. *International Journal of Fisheries and Aquaculture Sciences*, 1(1): 19-25.

Marques, H.L., Lombardi J.V., y Book M.V. (2000). Stocking densities for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in cages. *Aquaculture*, 187: 127–132.

Marqués, H.L.A., Lombardi J.V., Mallasen M., Barros H.P., y Boock M.B. (2010). Stocking densities in cage rearing of Amazon River prawn (*Macrobrachium amazonicum*) during nursery phases. *Aquaculture*, 307: 201–205.

Marques, H.L., y Lombardi J.V. (2011). Compensatory growth of Malaysian prawns reared at high densities during the nursery phase. *R. Bras. Zootec.*, 40(4): 701-707.

Marques, H.L.A., Barros H.P., Mallasen M., Boock M.B., y Moraes P.M.C. (2012). Influence of stocking densities in the nursery phase on the growth of *Macrobrachium amazonicum* reared in net pens. *Aquaculture*, 358-359: 240–245.

Méndez, M. (1981). Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. Boletín Instituto Del Mar Del Perú, 5: 1-169.

Naranjo-Páramo, J., Hernández-Llamas A., y Villarreal H. (2004). Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lines commercial nursery ponds. *Aquaculture*, 242: 197-206.

Naqvi, A.A., Adhikari S., Pillai B.R., y Sarangi N. (2007). Effect of ammonia-N on growth and feeding of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Aquaculture Research*, 38: 847-851.

New, M.B. (2002). Farming freshwater prawns. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fish. Tech. Rep. 428: 1-212.

Phuong, N.T., Khanh L.V., y Wilder M.N. (2003). Nursing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) postlarvae in ponds with different stocking densities. The 2003 Annual Workshop of Japan International Research Center of Agricultural Sciences. Technology Development for Aquaculture Production.

Reyes, W., Velásquez E., Gómez A., y Guerra A. (1992). Influencia de la temperatura del agua en la precrianza de *Macrobrachium panamense* Rathbun (1912) camarón de río, en acuarios. *Hidrobios XVI* (1-2): 1-8.

Reyes, W.E., Bacilio S., Villavicencio M., y Mendoza R. (2006). Efecto de la salinidad en el crecimiento y supervivencia de postlarvas del camarón de río *Cryphiops caementarius* Molina, 1872 (Crustacea, Palaemonidae), en laboratorio. En: IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura: 341-346. Disponible en URL: <http://www.civa2006.org>.

Samocha, T.M., y Lawrence A.L. (1992). Shrimp nursery systems and management. p. 85-105. In: Wyban, J (Ed.). Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. World Aquaculture Society, Baton Rouge. USA.

Sandifer, P.A., y Smith T.I.J. (1975). Effects of population density on growth and survival of *Macrobrachium rosenbergii* reared in recirculating water management systems. *J. World Maricul. Society*, 6(1-4): 43-53.

Sandifer, P.A., y Smith T.I.J. (1977). Intensive rearing of postlarval Malaysian prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) in a closed cycle nursery system. *J. World Maricul. Society*, 8(1-4): 225-235.

Sandifer, P.A., y Smith T.I.J. (1979). Development and potential of nursery systems in the farming of Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). *J. World Maricul. Society*, 10: 369-384.

Smith, T.I.J., y Sandifer P.A. (1979). Observations on the behavior of the Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man), to artificial habitats. Mar. Behav. Physiol., 6: 131-146.

Smith, T.I.J., Jenkins W.E., y Sandifer P.A. (1983). Enclosed prawn nursery systems and effects of stocking juvenile *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. J. World Maricul. Soc., 14: 111-125.

Tidwell, J.H., D'Abramo L.R., Coyle S.D., y Yasharian D. (2005). Overview of recent research and development in temperate culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in the South Central United States. Aquaculture Research, 36: 264-277.

Vega-Villasante, F., Galavíz-Parada J.D., Guzmán-Arroyo, M. Flores C.A., y Espinoza-Chaurand L.D. (2011). Efecto de diferentes salinidades sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles del langostino de río *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871). Zootecnia Trop., 29(4): 467-473.

Venturi, V. (1972). Cultivo de camarones en estanques. Bioecología, crianza y repoblación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 39 p.

Viacava, M., Aitken R., y Llanos J. (1978). Estudio del camarón de río en el Perú. 1975-1976. Bol. Inst. Mar Perú, 3 (35): 161-232.

Williams, A.S., Davis D.A., y Arnold C.R. (1996). Density-dependent growth and survival of *Penaeus setiferus* and *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculation system. J. World Aquaculture Society, 27(1): 107-112.

Yépez, V., y Bandín R. (1997). Evaluación del recurso camarón de río *Cryphiops caementarius* en los ríos Ocoña, Majes-Camaná y Tambo, Octubre 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú, 77: 3-25.

Zacarías, S., y Yépez V. (2008). Monitoreo poblacional del camarón de río. Estimación de abundancia de adultos en ríos de la costa centro sur. Informe anual 2007. IMARPE. [Disponible en http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_26_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf.]

Zúñiga, O., y Ramos R. (1987). Balance energético en juveniles de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae). Biota, 3: 33-43.