

Crecimiento, reproducción y supervivencia de hembras del camarón de río *Cryphiops caementarius* criados en recipientes individuales.

Growth, reproduction and survival of river prawn females *Cryphiops caementarius* in raised individual containers.

Walter E. Reyes-Avalos¹

RESUMEN

El objetivo fue determinar el crecimiento, reproducción y supervivencia de hembras del camarón de río *Cryphiops caementarius* criadas en tres tamaños de recipientes individuales, con recirculación de agua. La crianza individual se realizó en recipientes de 133 cm², 201 cm² y 284 cm²; instalándose por acuario seis recipientes de plástico del mismo tamaño dispuestos en dos grupos de tres niveles cada uno. La crianza comunal fue realizada en acuarios sin recipientes. El experimento se realizó por triplicado. Los acuarios fueron de 55 l con recirculación de agua y filtro biológico. La densidad de siembra fue de 32 camarones. m⁻². Se realizaron muestreos durante seis meses. El crecimiento no fue afectado ($p>0,01$) por el tamaño de los recipientes individuales; pero la tendencia fue mayor en los de 133 cm² con mayor ganancia en peso (136,08 %), mayor tasa de crecimiento específica en peso (0,468 % día⁻¹) y menor factor densidad específica k (18,02) que indica alta tolerancia al cautiverio de espacio físico reducido. La tasa y la frecuencia de desove no fueron afectadas por el tamaño de los recipientes individuales. La supervivencia en crianza individual fue de 77,8 % a 88,9 % y en crianza comunal de 38,9 %, sin diferencias significativas ($p>0,01$) entre tratamientos.

Palabras clave: Crianza individual, crecimiento, reproducción, camarón, *Cryphiops*.

ABSTRACT

The aim was to determine the growth, reproduction and survival of river prawn females *Cryphiops caementarius* raised in three size individual containers, with recirculation water. The individual rearing was in containers of 133 cm², 201 cm² and 284 cm², and installed for aquarium six plastic containers same size arranged in two groups of three levels each. The communal rearing was conducted in aquariums without containers. The experiment was performed in triplicate. The aquaria were 55 l with recirculation of water and biological filter. Stocking density was 32 prawn. m⁻². The sampled were taken for six months. Growth was not affected ($p>0.01$) by the size of individual containers, but the trend was higher in those of 133 cm² with higher gain weight (136,08 %), higher specific growth rate by weight (0,468 % day⁻¹) and specific density factor k (18,02), indicating tolerance to captivity the physical space reduced. The rate and frequency of spawning were not affected by the size of individual containers. The survival in individual rearing was 77,8 % and 88,9 % and rearing community of 38,9 %, without significant differences ($p>0,01$) between treatments.

Key words: Individual rearing, growth, reproduction, prawn, *Cryphiops*.

INTRODUCCIÓN

Cryphiops caementarius (Molina, 1872) es un crustáceo decápodo de la familia Palaemonidae que se distribuye latitudinal en la vertiente occidental de los andes, desde el río Taymí en el norte del Perú¹ hasta el río Maipo en el norte de Chile², pero abunda en los ríos de Arequipa donde se encuentra el 80 % del recurso existente³, cuyas poblaciones están sujetas a intenso esfuerzo pesquero (500 TM anuales) y a extracción ilegal y a contaminación⁴. Es la especie más estudiada en diversos aspectos como los requerimientos proteicos (30 a 40 %) con dietas secas para juveniles⁵ y de alimento natural como el uso de poliquetos (*Pseudonereis sp.*) y pota (*Dosidicus sp.*) para acelerar la maduración ovárica (16 a 18 días), incrementar la fecundidad (2627 huevos. g⁻¹) y la fertilidad (2566 larvas. g⁻¹) en las hembras⁶, así como para conocer las mejores condiciones de salinidad para el desarrollo embrionario⁷ y la crianza de larvas^{8,9}, entre otros, pero aún no se cultiva comercialmente.

La mayor dificultad de la crianza comunal de *C. caementarius* es la mortalidad por canibalismo y la interacción que afecta el bienestar y el crecimiento¹⁰. Sin embargo, la especie tiene potencialidades para el cultivo¹¹ y es prioritaria para el biocomercio en el Perú¹², por lo que es necesario solucionar los problemas de crianza.

En crianza comunal de diversos crustáceos decápodos, el incremento de la densidad de siembra acentúa la interacción y el canibalismo pero se emplean sustratos artificiales en *Macrobrachium rosenbergii*¹³ y refugios en *Cherax tenuimanus*¹⁴ para mejorar la supervivencia (70 a 80 %), pero no se evita el canibalismo. En cambio, en crianza individual el tamaño de los compartimentos o recipientes es factor limitante para el crecimiento que depende de la especie de crustáceo. En

compartimentos de 1200 cm² se logra mayor crecimiento y supervivencia con *C. tenuimanus*¹⁵, de igual manera en 540 cm² con *Homarus gammarus*¹⁶ y en recipientes de 314 y 490 cm² con *C. quadricarinatus*¹⁷.

El tamaño de los recipientes de crianza individual de *C. caementarius* no se conoce pero como en estas condiciones no habrá interacción física que conlleve a desgaste de energía¹⁰, es probable que se destine mayor energía para el crecimiento y la reproducción, aunque la limitación al desplazamiento de los animales en área reducida de los recipientes puede afectar el crecimiento y el bienestar de los organismos en un momento dado debido al estrés ocasionado por el cautiverio^{15, 17}. Por consiguiente, los objetivos fueron determinar el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de hembras del camarón de río *C. caementarius* en tres tamaños de recipientes individuales, con recirculación de agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron capturados 165 camarones hembras del río Lacramarca (09°07'70" S y 78°34'20" O) (provincia de El Santa, Ancash) en Marzo del 2010 y transportados en baldes plásticos con agua del mismo río hasta el Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Nacional del Santa en donde la especie *C. caementarius* fue identificada según Méndez¹. La aclimatación fue realizada durante una semana en acuarios de 55 l provistos de refugios de tubos PVC (10 cm x 4" Ø) para disminuir el canibalismo. Para la investigación con animales, se ha cumplido con las normas internacionales.

Doce acuarios de vidrio (60 x 31 x 35 cm; de 55 l y 0,186 m²) fueron implementados con un sistema de recirculación de agua tipo air-water-lift con filtro biológico percolador (0,6 l. min⁻¹) cuya agua atravesó los lechos filtrantes de espuma sintética, conchuela triturada y gravilla. Además hubo dos difusores de aire por acuario.

Los recipientes individuales de crianza

fueron de plástico de polipropileno transparente de 13, 16 y 19 cm de diámetro de base, que corresponden a recipientes pequeños (133 cm²), medianos (201 cm²) y grandes (284 cm²), respectivamente. Las paredes de los recipientes tuvieron aberturas y se colocó un tubo PVC de ½" de diámetro, para introducir alimento (Fig. 1A).

En el tratamiento 1 (T1) la crianza individual se realizó en recipientes de 133 cm²; en el T2 en 201 cm² y en el T3 en 284 cm²; para lo cual se emplearon tres acuarios por tratamiento e instalándose por acuario seis recipientes de plástico del mismo tamaño dispuestos en dos grupos de tres niveles cada uno (Fig. 1B). En el tratamiento control (TC) la crianza fue comunal y

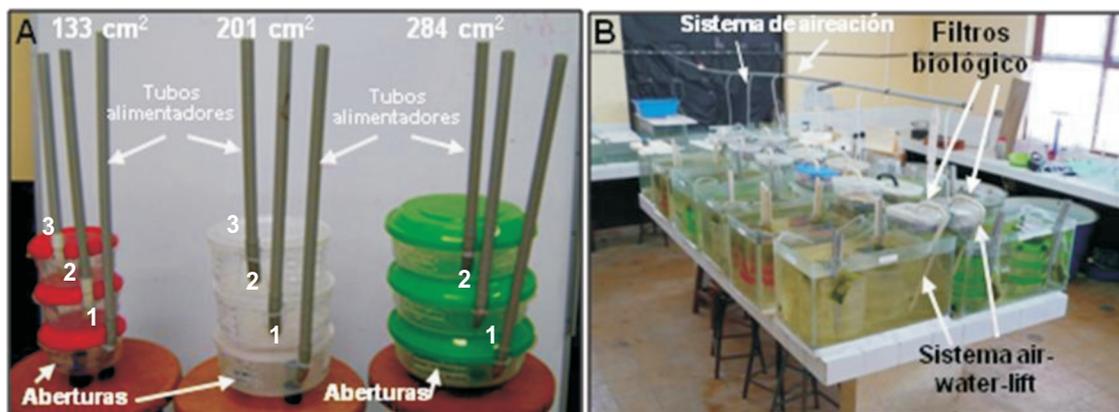


Fig. 1: Sistema de recipientes individuales de crianza de hembras de *C. caementarius*. A) Características de los tres tamaños de recipientes dispuestos en tres niveles. B) Recipientes instalados en acuarios con recirculación de agua y filtro biológico.

Fueron empleados 72 camarones hembras no ovíferas, asignándose al azar un camarón en cada recipiente, es decir seis camarones por acuario, que equivale a la densidad de 32 camarones. m⁻²; igual densidad se empleó en crianza comunal. Al inicio del experimento, tanto la longitud como el peso de los camarones no fueron diferentes estadísticamente ($p > 0,01$) entre tratamientos.

El alimento (28 % de proteína) proporcionado a los camarones fue preparado según Sosa¹⁸. El nivel de alimentación fue del 10 % del peso por día, distribuido a las 08:00 y 18:00 horas en las proporciones de 40 % y 60 %, respectivamente.

Los muestreos se realizaron mensualmente durante seis meses (Marzo a Setiembre 2010) de toda la población sembrada, determinándose longitud total (LT = escotadura post orbital al extremo posterior del telson) con una regla

graduada ($\pm 0,1$ cm) y el peso total en una balanza digital ($\pm 0,01$ g). El crecimiento absoluto (CA), el crecimiento relativo (CR), la tasa de crecimiento absoluto (TCA) y la tasa de crecimiento específica (TCE), fueron determinados según El-Sherif y Ali¹⁹:

$$CA = X_2 - X_1$$

$$TCA = CA / t_2 - t_1$$

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

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

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

También fue determinada:

$$\text{Supervivencia} = (N_f \text{ de organismos} / N_i \text{ de organismos}) \times 100.$$

$$\text{Factor densidad específica } k = A / LC^2 \text{ (Geddes et al}^{20}\text{)}.$$

Donde, N_i y N_f es el número inicial y final de organismos. A = Área de los recipientes (cm^2); LC = Longitud del cefalotórax (cm), que fue calculado por la ecuación²¹:
 $LC = -2,646853 - 0,427092 LT$

El estado de muda fue determinado según Reyes y Luján²² y también el período entre mudas, la frecuencia de desove y la tasa de desove:

Tasa de desove = (Número de hembras ovíferas/Número total de hembras).

El agua de todos los acuarios fue analizada mensualmente. Los parámetros oxígeno y temperatura fueron medidos con un Oxímetro Hatch LDO ($\pm 0,01 \text{ mg. l}^{-1}$; $\pm 0,01^\circ\text{C}$), el pH con un pH-metro digital 110 ($\pm 0,01$ unidades), el CO_2 , la dureza total y la alcalinidad total por métodos titrimétricos²³ y con el test colorimétrico Nutrafin ($\pm 0,05 \text{ mg. l}^{-1}$) se determinó amonio, nitritos y nitratos. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron al 99 % por análisis de varianza y la prueba de Duncan²⁴. Todos los análisis estadísticos se efectuaron utilizando el Software SPSS versión 17

para Windows.

RESULTADOS

En los recipientes de crianza individual el crecimiento absoluto de las hembras de *C. caementarius* hasta el tercer mes fue de 4,4 a 4,6 cm y de 2,5 a 2,9 g. Luego al sexto mes fue de 5,76 cm y 6,07 g en los recipientes de 133 cm^2 ; de 5,64 cm y 5,69 g en los de 201 cm^2 ; y de 5,50 cm y 5,43 g en los de 284 cm^2 , pero sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0,01$). El crecimiento de las hembras del control fue similar, excepto al tercer y cuarto mes que fue mayor estadísticamente ($p < 0,01$) (Fig. 2A y B).

Los parámetros de crecimiento en longitud (Tabla 1) y peso (Tabla 2) de las hembras criadas en los recipientes individuales fueron estadísticamente iguales ($p > 0,01$), pero las tendencias fueron mayores en los recipientes pequeños (133 cm^2). En cambio el factor k fue diferente estadísticamente ($p < 0,01$) entre tamaños de recipientes, siendo $k = 18,02$ en los recipientes de 133 cm^2 , $k = 28,13$ en los de 201 cm^2 y $k = 41,70$ en 284 cm^2 .

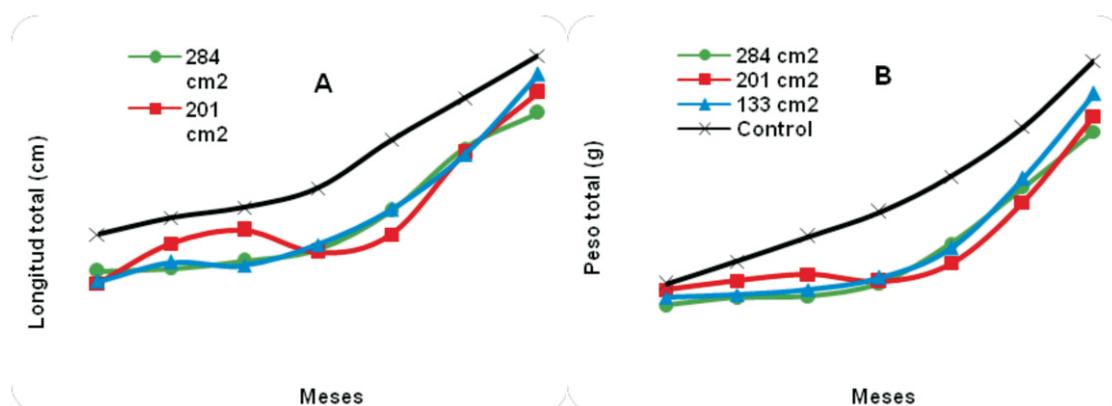


Fig. 2: Crecimiento en longitud (A) y en peso (B) de hembras de *C. caementarius* criadas en recipientes individuales de diferentes tamaños instalados en acuarios.

Tabla 1: Parámetros de crecimiento en longitud, supervivencia y factor densidad específica de hembras de *C. caementarius* después de seis meses de crianza en recipientes individuales de diferentes tamaños instalados en acuarios. (Media \pm desviación estándar).

Parámetros	Tamaño de recipientes de crianza individual			
	T1: 133 cm ²	T2: 201 cm ²	T3: 284 cm ²	TC: Control
LT inicial (cm)	4,36 \pm 0,05 ^a	4,35 \pm 0,19 ^a	4,43 \pm 0,18 ^a	4,68 \pm 0,26 ^a
LT final (cm)	5,76 \pm 0,38 ^a	5,64 \pm 0,09 ^a	5,50 \pm 0,24 ^a	5,89 \pm 0,11 ^a
CA (cm)	1,40 \pm 0,40 ^a	1,29 \pm 0,16 ^a	1,07 \pm 0,34 ^a	1,21 \pm 0,30 ^a
CR (%)	32,23 \pm 9,52 ^a	29,88 \pm 4,83 ^a	24,44 \pm 8,65 ^a	26,10 \pm 7,62 ^a
TCA (cm. día ⁻¹)	0,008 \pm 0,002 ^a	0,007 \pm 0,001 ^a	0,006 \pm 0,002 ^a	0,007 \pm 0,002 ^a
TCE (%. día ⁻¹)	0,154 \pm 0,039 ^a	0,145 \pm 0,021 ^a	0,121 \pm 0,039 ^a	0,128 \pm 0,034 ^a
<i>k</i>	18,02 \pm 2,03 ^a	28,13 \pm 0,77 ^b	41,70 \pm 3,32 ^c	---
Supervivencia (%)	77,78 \pm 38,49 ^a	88,89 \pm 19,25 ^a	77,78 \pm 19,25 ^a	38,89 \pm 25,46 ^a

LT: Longitud total. CA: Crecimiento absoluto. CR: Crecimiento relativo. TCA: Tasa de crecimiento absoluta. TCE: Tasa de crecimiento específica. *k*: Factor densidad específica. Datos con letras iguales en superíndices en una fila indica que no hay diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,01$).

Tabla 2: Parámetros de crecimiento en peso de hembras de *C. caementarius* después de seis meses de crianza en recipientes individuales de diferentes tamaños instalados en acuarios. (Media \pm desviación estándar).

Parámetros	Tamaño de recipientes de crianza individual			
	T1: 133 cm ²	T2: 201 cm ²	T3: 284 cm ²	TC: Control
PT inicial (g)	2,60 \pm 0,21 ^a	2,74 \pm 0,35 ^a	2,47 \pm 0,14 ^a	2,83 \pm 0,39 ^a
PT final (g)	6,07 \pm 0,95 ^a	5,69 \pm 0,30 ^a	5,43 \pm 0,77 ^a	6,63 \pm 0,49 ^a
CA (g)	3,47 \pm 1,13 ^a	2,95 \pm 0,48 ^a	2,97 \pm 0,91 ^a	3,80 \pm 0,79 ^a
CR (%)	136,08 \pm 55,73 ^a	110,18 \pm 29,22 ^a	121,88 \pm 42,42 ^a	138,12 \pm 44,08 ^a
TCA (g. día ⁻¹)	0,019 \pm 0,006 ^a	0,016 \pm 0,003 ^a	0,016 \pm 0,005 ^a	0,021 \pm 0,004 ^a
TCE (%. día ⁻¹)	0,468 \pm 0,124 ^a	0,409 \pm 0,080 ^a	0,435 \pm 0,113 ^a	0,476 \pm 0,104 ^a

PT: Peso total. CA: Crecimiento absoluto. CR: Crecimiento relativo. TCA: Tasa de crecimiento absoluta. TCE: Tasa de crecimiento específica. Datos con letras iguales en superíndices en una fila indica que no hay diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,01$).

Las TCE incrementaron hasta el quinto y sexto mes de crianza, pero las tasas de crecimiento negativo en longitud se presentaron en el segundo mes ($-0,015$ %.⁻¹ día) en los recipientes de 133 cm² y en el tercer mes ($-0,018$ %.⁻¹ día) en los de 201

cm² (Fig. 3A). La tasa de crecimiento negativo en peso ($-0,015$ %.⁻¹ día) se presentó en el tercer mes en los recipientes de 133 cm² (Fig. 3B).

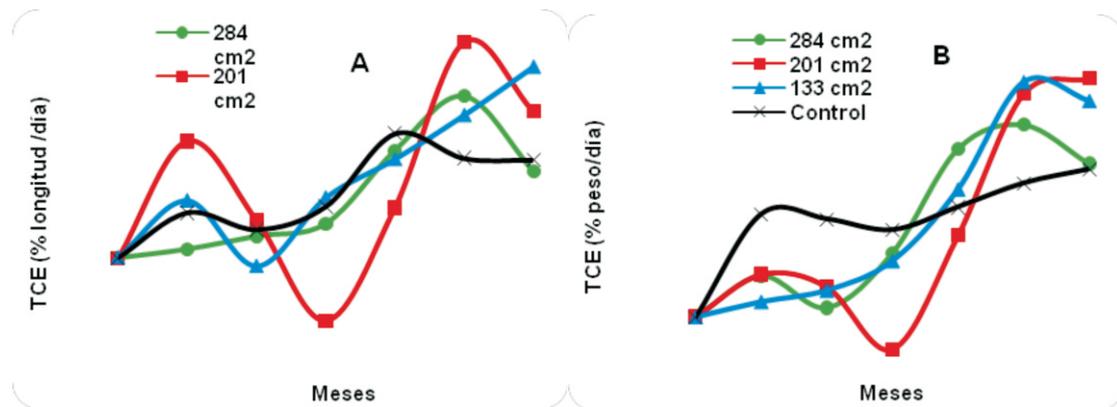


Fig. 3: Tasa de crecimiento específica en longitud (A) y peso (B) de hembras de *C. caementarius* criadas en recipientes de diferentes tamaños instalados en acuarios.

El período entre mudas fue de $33,10 \pm 7,88$ días en las hembras criadas en recipientes de 133 cm^2 , de $33,54 \pm 7,65$ días en 201 cm^2 y de $34,13 \pm 7,01$ días en 284 cm^2 , no existiendo diferencia estadística significativa ($p > 0,01$); siendo el promedio general de $33,57 \pm 7,50$ días.

En el primer mes de crianza, todas las hembras de los recipientes de 133 cm^2 desovaron, siendo la tasa de desove de 1,0; en los recipientes de 201 cm^2 los dos

tercios de las hembras desovaron cuya tasa de desove fue de 0,78; y en los de 284 cm^2 la mitad de las hembras desovaron cuya tasa de desove fue de 0,50; en todos los casos no hubo diferencias significativas ($p > 0,01$) entre tratamientos. En los otros meses la tasa de desove fue menor de 0,10. Pero en el sexto mes, la tasa de desove se incrementó a 0,39 en los de 133 cm^2 , a 0,28 en 284 cm^2 y a 0,22 en los de 201 cm^2 , sin diferencias significativas ($p > 0,01$) (Fig. 4A).

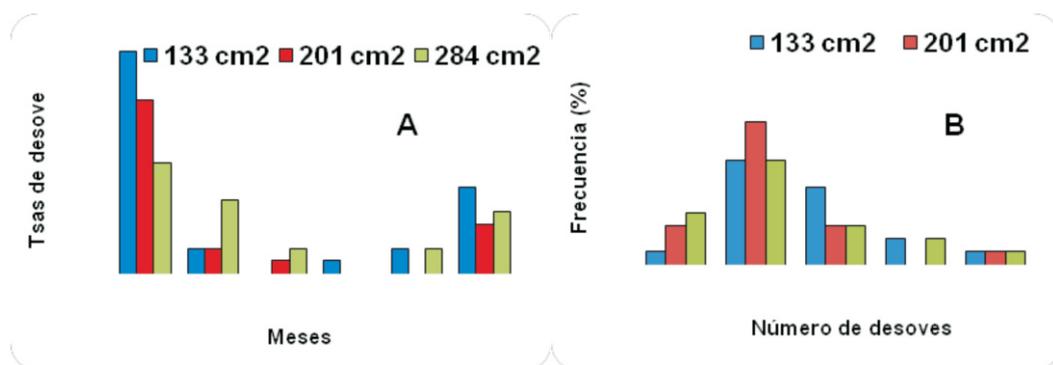


Fig. 4. Tasa (A) y frecuencia (B) de desove de *C. caementarius*

En relación a la frecuencia de desove (Fig. 4B), la mayoría de las hembras criadas en los tres tamaños de recipientes desovaron una vez (44 % a 61 %), otras dos veces (17 % y 33 %), tres veces (11 %) y hasta hubieron pocas hembras que desovaron cuatro veces (6 %); pero también algunas no maduraron ni desovaron (6 % y 22 %)

durante el tiempo de la experiencia. En todos los casos no existieron diferencias significativas ($p > 0,01$). Los huevos de las hembras ovíferas no fueron viables debido a que no se produjo fecundación dado a que se trabajó con hembras; estos huevos se eliminaron de la cámara incubatriz entre 5 a 7 días y la muda siguiente ocurrió entre 12 a 15 días.

En el primer mes de crianza, la supervivencia de las hembras fue del 100 % en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento control que fue de 77 %. A partir del segundo mes, la supervivencia mostró mayor velocidad en la disminución del porcentaje de ejemplares por mes en los tratamientos de 133 y 284 cm², estabilizándose en 77 % en los tres últimos meses. En el tratamiento de 201 cm² la disminución de la supervivencia fue suave y se mantuvo en 88 % en los últimos cuatro meses de crianza. En cambio en el control la supervivencia continuó disminuyendo hasta 38 % al sexto mes de crianza (Fig. 5). Al final de experimento no existió diferencia significativa ($p > 0,01$) entre la supervivencia de las criadas en los diferentes tamaños de recipientes con las del control (Tabla 1).

Las muertes de hembras en los recipientes individuales fueron por causas desconocidas porque murieron en los estados de muda C y D₁. En cambio, en crianza comunal hubo interacción agresiva durante el día, observándose peleas por alimento y espacio, ocasionándose lesiones en el cuerpo, apéndices y muchos perdieron los

quelípodos; además hubo canibalismo.

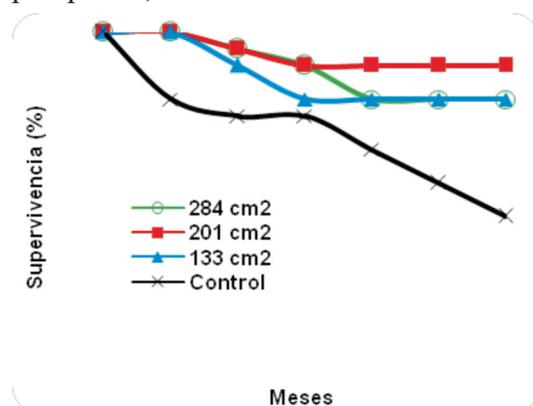


Fig. 5: Supervivencia de hembras de *C. caementarius* criadas en recipientes de crianza individual de diferentes tamaños instalados en acuarios.

Las hembras mostraron una continua pérdida de la pigmentación del exoesqueleto siendo más evidente a partir del cuarto mes de crianza (Fig. 6) y, en el último mes, aparecieron unas lesiones melanizadas en el exoesqueleto. La despigmentación de las hembras de crianza comunal fue menor.

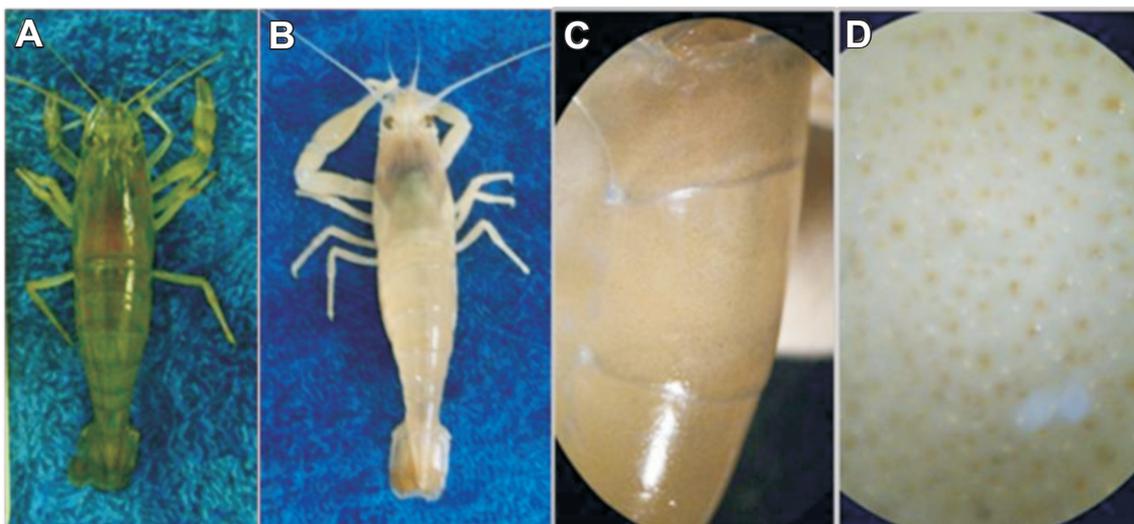


Fig. 6: Hembras de *C. caementarius*. A) Color al inicio del experimento. B) Color después de seis meses de crianza en recipientes individuales. C) Segundo segmento abdominal de hembra B, observado a 4x. D) Cromatóforos concentrados del segundo segmento abdominal de la misma hembra B, observado a 10x.

Durante el experimento se observó acumulación de alimento en los acuarios que salió por las aberturas de los recipientes, ocasionado por el movimiento de los camarones, no fue cuantificado pero al parecer fue mayor en los acuarios con

recipientes pequeños.

No hubo diferencias estadísticas significativas ($p > 0,01$) entre los parámetros físico y químicos del agua de los acuarios de los tratamientos (**Tabla 3**).

Tabla 3: Parámetros físico y químicos (Media \pm desviación estándar) del agua de los acuarios de crianza de hembras de *C. caementarius*, según tratamientos (T).

Parámetros	Tamaño de recipientes de crianza individual			
	T1: 133 cm ²	T2: 201 cm ²	T3: 284 cm ²	TC: Control
Temperatura (°C)	23,26 \pm 0,11 ^a	23,47 \pm 0,11 ^a	22,60 \pm 1,18 ^a	23,35 \pm 0,26 ^a
O ₂ (mg. l ⁻¹)	5,81 \pm 0,14 ^a	6,09 \pm 0,18 ^a	5,99 \pm 0,07 ^a	5,93 \pm 0,08 ^a
CO ₂ (mg. l ⁻¹)	0,44 \pm 0,01 ^a	0,44 \pm 0,00 ^a	0,44 \pm 0,00 ^a	0,43 \pm 0,01 ^a
Dureza (mg. l ⁻¹)	181,49 \pm 2,29 ^a	176,32 \pm 13,92 ^a	175,17 \pm 14,64 ^a	193,48 \pm 5,53 ^a
Alcalinidad (mg. l ⁻¹)	63,05 \pm 1,21 ^a	58,33 \pm 6,97 ^a	62,59 \pm 2,57 ^a	64,29 \pm 1,24 ^a
pH	7,42 \pm 0,10 ^a	7,54 \pm 0,12 ^a	7,43 \pm 0,25 ^a	7,67 \pm 0,10 ^a
NH ₃ (mg. l ⁻¹)	0,03 \pm 0,00 ^a	0,02 \pm 0,01 ^a	0,02 \pm 0,01 ^a	0,03 \pm 0,01 ^a
NO ₂ (mg. l ⁻¹)	0,10 \pm 0,00 ^a	0,14 \pm 0,07 ^a	0,15 \pm 0,10 ^a	0,12 \pm 0,03 ^a
NO ₃ (mg. l ⁻¹)	4,87 \pm 0,23 ^a	5,96 \pm 1,86 ^a	5,70 \pm 1,62 ^a	5,09 \pm 0,58 ^a

Datos con letras iguales en superíndices en una misma fila indica que no hay diferencia estadística altamente significativa ($p > 0,01$).

DISCUSIÓN

Las hembras del camarón de río *C. caementarius* fueron tolerantes a la crianza individual en recipientes de tamaños entre 133 y 284 cm² al no ser afectados el crecimiento, la reproducción y la supervivencia durante los seis meses de crianza; siendo el primer reporte de la especie en estas condiciones. En *C. quadricarinatus* el crecimiento de hembras disminuye en los recipientes de 201 cm² durante 98 días de crianza¹⁷.

Los diferentes tamaños de recipientes de crianza individual no afectaron el crecimiento de las hembras, al no haber diferencias significativas ($p > 0,01$) y por no ser alterado significativamente el período entre mudas (34 días). Sin embargo, la tendencia de mayor crecimiento fue obtenido en los recipientes pequeños donde hubo mayor

ganancia en longitud (32,23 %) y en peso (136,08 %) y mayores TCE (0,154 y 0,468 %·día⁻¹, respectivamente), similar al mínimo valor obtenido en *C. tenuimanus* (0,4 a 0,8%·día⁻¹)¹⁵. Es probable que en los recipientes pequeños hubo menor gasto de energía por el limitado desplazamiento que tuvieron las hembras, destinándose el exceso de ésta energía al crecimiento, pues se conoce que el continuo movimiento de *C. caementarius* ocasiona alta tasa metabólica (87 – 91 %) que afecta el crecimiento en peso¹⁰.

Por otro lado, en los recipientes pequeños el factor $k = 18,02$ fue más bajo que en los demás recipientes, aún cuando no hubo inhibición del crecimiento, indicando que la especie tolera muy bien la crianza en espacio físico reducido, pues en similares condiciones de crianza el crecimiento en *C. quadricarinatus* es inhibido solamente con $k = 22,6$ que indica ser una especie de mayor tolerancia a la crianza en alta densidad¹⁷, pero

son menos tolerantes *C. tenuimanus*¹⁵ con $k = 45$ y *C. destructor*²⁰ con $k = 50$.

La disminución de las TCE de las hembras en los recipientes individuales tanto en el segundo como en el sexto mes de crianza, coincidió con la presencia de mayor número de hembras ovíferas en esos meses. Esto indica que las hembras deben haber empleado una fuerte reserva energética en la maduración ovárica y en el desove, similar lo reportado en *M. rosenbergii*²⁵, que afectó el crecimiento, y más aún, por no haber apareamiento con machos los huevos portados por ellas no fueron viables, siendo liberados de la cámara incubatriz dentro de una semana. En cambio, lo contrario sucedió entre el tercer y quinto mes, donde hubo rápido crecimiento y menor número de hembras ovíferas, sugiriendo que la energía en este período fue empleada para el crecimiento.

La reproducción del camarón no fue alterada por la crianza en los diferentes tamaños de recipientes al no haber significancia ($p > 0,01$) en las tasas y frecuencias de desove. Esta es otra prueba de que las hembras toleran la crianza en espacio físico reducido, toda vez que para la maduración ovárica se requiere de buenas reservas de energía, la que fue canalizada normalmente en condiciones de reducido espacio de crianza y de nula interacción física; siendo el primer reporte de maduración y desove de la especie en el sistema de recipientes individuales, lo cual abre la posibilidad de emplear este sistema en el manejo de hembras para diversos estudios y aplicaciones comerciales. No hay reportes de maduración y desove de crustáceos criados en recipientes individuales, solo crecimiento de hembras de *C. quadricarinatus* en similares condiciones de crianza¹⁷.

La supervivencia de las hembras en los recipientes individuales fue alta (77,8 % y 88,9 %), en comparación a las de crianza comunal (38,9 %), aunque no hubo diferencia significativa ($p > 0,01$) por la variabilidad de los datos probablemente debido al bajo número de camarones, los

límites de confianza fueron muy amplios, pero en crianza individual se soluciona el problema de la interacción física y el canibalismo que son los principales problemas por el cual no se establece la crianza comercial de *C. caementarius*. En similares períodos y condiciones de crianza individual, la supervivencia varía entre 95 y 98 % en *C. destructor*²⁰, de 71 y 83 % en *C. tenuimanus*¹⁵ y 96 % en *C. quadricarinatus*¹⁷. Las muertes de los camarones en los recipientes individuales podrían ser ocasionadas por condiciones de captura y manipulación durante los muestreos, como es reportada en otras especies de crustáceos²⁶.

Por otro lado, la despigmentación del exoesqueleto de las hembras principalmente en crianza individual probablemente se atribuyó al bajo contenido de carotenoides en la dieta, debido a que la especie, como todo crustáceo, no es capaz de sintetizar carotenos *de novo*²⁷. La despigmentación por falta de carotenoides en la dieta es reportada en *C. destructor*²⁰ y *C. tenuimanus*¹⁵. Además, se conoce que los carotenoides también mejoran la respuesta inmune y la tolerancia al estrés²⁸; sin embargo, en las hembras criadas en los recipientes individuales la deficiencia de carotenoides debe haber ocasionado la aparición de lesiones en el exoesqueleto que fueron signos del deterioro del estado de salud.

Los parámetros ambientales del agua de todos los acuarios estuvieron dentro de los reportados para la especie³, con bajo amonio (0,02 a 0,03 mg. l⁻¹) en todos los tratamientos, pero los nitritos fueron ligeramente altos (0,10 a 0,15 mg. l⁻¹) en los tratamientos de 201 y 284 cm². Algunos autores²⁹ recomiendan mantener la concentración de amonio por debajo de 0,05 mg. l⁻¹ y otros³⁰ recomiendan para la crianza de *M. rosenbergii* evitar concentraciones de nitrito mayores de 0,10 mg. l⁻¹ y en ésta especie³¹ la toxicidad crónica de nitritos tiene por resultado un menor crecimiento y supervivencia.

Aún con la alta densidad de siembra y la

excesiva acumulación de alimento en los acuarios, el filtro biológico procesó los productos nitrogenados. Sin embargo, fue necesario mantener limpia la capa de espuma sintética debido a la acumulación de alimento que fue impulsado por el sistema y que ocasionó taponamientos frecuentes. Se ha demostrado que la acumulación de sustancias orgánicas es una causa que lleva a la supresión del crecimiento en organismos cultivados en sistema de recirculación³².

CONCLUSIONES

- El crecimiento de las hembras de *C. caementarius* no fue afectado significativamente ($p > 0,01$) por el tamaño de los recipientes individuales durante seis meses de crianza, alcanzando los 5,76 cm y 6,07 g en los recipientes de 133 cm²; 5,64 cm y 5,69 g en los de 201 cm²; y 5,50 cm y 5,43 g en los de 284 cm².
- La tasa de desove de las hembras de *C. caementarius* en los recipientes de 133 cm² fue de 1,0; en los recipientes de 201 cm² fue de 0,78; y en los de 284 cm² fue de 0,50, sin diferencias significativas ($p > 0,01$) entre tratamientos.
- La frecuencia de desove de las hembras de *C. caementarius* fue alta en el primer mes de crianza, desovando el 44 % en los recipientes de 133 y 284 cm², y de 61 % en los recipientes de 201 cm², sin diferencias significativas ($p > 0,01$) entre tratamientos.
- La supervivencia de las hembras de *C. caementarius* criadas durante seis meses en los recipientes individuales fue de 77,8 a 88,9 % y en crianza comunal de 38,9 %, sin diferencias significativas ($p > 0,01$) entre tratamientos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Méndez M. Claves de identificación y distribución de los langostinos y camarones (Crustacea: Decapoda) del mar y ríos de la costa del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú*. 1981; 5: 1-170.
2. Jara CG. Antecedentes sobre el desarrollo de la carcinología en Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*. 1997; 25: 245-254.
3. Zacarías S, Yépez V. Monitoreo poblacional del camarón de río. Estimación de abundancia de adultos en ríos de la costa centro sur. Informe Anual del Instituto del Mar del Perú. 2008. Disponible en http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_26_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf (Consultado el 10 Agosto 2011).
4. Zapata S. Posibilidades y potencialidad de la agroindustria en el Perú en base a la biodiversidad y los bionegocios (Documento de trabajo). Comité Biocomercio Perú. 2001.
5. Ayvar FK. Pruebas comparativas de raciones balanceadas de diferentes niveles de proteína en la crianza de camarones de río (*Cryphiops caementarius*) en ambientes cerrados. Tesis Bachiller. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1982.
6. Bazán M, Gámez S, Reyes WE. Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. *Rev. Peru. Biol.* 2009; 16(2): 191-193.
7. Fuentes AS, Mogollón AV, Reyes WE. Efectos de la salinidad sobre el desarrollo de embriones de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) incubados in vitro. *Rev. Peru. Biol.* 2010; 17(2): 215-218.
8. Guerra A, Gómez A, Velásquez E, Reyes W. Reproducción y crianza del camarón de río. Proyectos de Investigación terminados. Universidad Nacional de Trujillo. Área Biomédica. 1987; 4(1): 898-915.
9. Meruane J, Rivera M, Morales C, Galleguillos C, Hosokawa H. Producción de juveniles en condiciones

- de laboratorio del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) en Coquimbo, Chile. Guyana. 2006; 70 (2): 228-236.
10. Zúñiga O, Ramos R. Balance energético en juveniles de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae). Biota. 1987; 3: 33-43.
 11. Brack A. Perú biodiversidad y biocomercio, situación actual y potencial. Comité Biocomercio Perú. 2000.
 12. Lleellish M, Silva I, Martínez C, Del Pozo P. Elaboración de criterios de cobertura geográfica para el establecimiento de áreas prioritarias para el desarrollo del Biocomercio. Elaborado por Grupo Técnico Producto 4 Perú. 2005. Disponible en <http://www.caf.com/attach/9/default/4CriteriosdeCoberturaGeografica.pdf> (Consultado el 10 Agosto 2011).
 13. Tidwell JH, Coyle S. Impact of substrate physical characteristic on grow out of freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii*, in ponds and microcosm tanks. *Journal of the World Aquaculture Society*. 2008; 39(3): 406-413.
 14. Wangpen P. The role of shelter in Australian freshwater crayfish (*Cherax* spp.) polysystems. Thesis Doctor of Philosophy. Curtin University of Technology. 2007.
 15. Jussila J. Physiological responses of astacid and parastacid crayfishes (Crustacea: Decapoda) to conditions of intensive culture. Doctoral dissertation. University of Kuopio, Australia. 1997.
 16. Kristiansen TS, Drengstig A, Bergheim A, Drengstin T, Svensen R, Kollsgård I, Svendsen R, Nostvold E, Farestveit E & Aardal L. Development of methods for intensive farming of European lobster in recirculated seawater. Results from experiments conducted at Kvitsay lobster hatchery from 2000 to 2004. *Fisken og havet*. 2004; 6: 1-52.
 17. Manor R, Segev R, Pimenta M, Aflalo ED, Sagi A. Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture II. Growout in a separate cell system. *Aquaculture Engineering*. 2002; 26: 263-276.
 18. Sosa A. Proceso Productivo de “camarón gigante de Malasia” *Macrobrachium rosenbergii* en la camaronera “Carlos Fon L.” en la provincia de Virú (La Libertad- Perú). Informe de Experiencia Profesional para Título Biólogo Acuicultor. Universidad Nacional del Santa. 2004.
 19. El-Sherif MS, Ali AM. Effect of rearing systems (mono and Polyculture) on the performance of freshwater prawn (*M. rosenbergii*) juveniles. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 2009; 4(3): 117-128.
 20. Geddes MC, Mills BJ, Walker KF. Growth in the Australian freshwater crayfish, *Cherax destructor* Clark, under laboratory conditions. *Aust. J. Mar. Freshwater Res*. 1988; 39: 355-368.
 21. Viacava M, Aitken R, Llanos J. Estudio del camarón en el Perú 1975-1976. *Bol. Inst. Mar del Perú*. 1978; 3(5): 161-233.
 22. Reyes WE, Luján H. Estados y subestados del ciclo de muda del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina 1872) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>). 2003: 808-817. Disponible en <http://www.civa2003.org>.
 23. Fukushima M, Sifuentes G, Saldaña G, Castillo G, Reyes J, Shimokawa L. Métodos limnológicos. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 1982.
 24. Steel RG, Torrie JH. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. Edic. Mc Graw-Hill. Interamericana de México, S.A. 1988.
 25. Ra'anan Z, Sagi A, Wax Y, Karplus I, Hulata G, Kuris A. Growth, size Rank and maturation of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: analysis of

- marked prawn in an experimental population. *Biol. Bull.* 1991; 181: 379-386.
26. Cooper AS, Cooper RL. Growth of stygobitic (*Orconectes australis packardi*) and epigeal (*Orconectes cristavarius*) crayfish maintained in laboratory conditions. *J. Ky. Acad. Sci.* 2004; 65(2): 108-115.
 27. Harrison KE. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *Journal of Shellfish Research.* 1990; 9(1):1-28.
 28. Niu J, Tian L, Lin H, Liu Y. Carotenoids in aquaculture: An overview. *J. Anim. Sci. Biotech.* 2011; 2(1): 44-58.
 29. Timmons, M.B., J.M. Ebeling, F.W. Wheaton, S.T. Summerfelt y B.J. Vinci. *Sistemas de recirculación para la acuicultura.* 2da. Edic. Fundación Chile. 2002.
 30. D'Abramo, L.R., W.H. Daniels, M.W. Fondren y M.W. Brunson. Management practices for culture of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in temperate climates. Bulletin 1030, Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. Mississippi State University. Mississippi, USA. 1995.
 31. New, M.B. Farming freshwater prawn. A manual for the culture of the giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) *FAO Fish. Tech. Pap.* 2002; 428: 1-212.
 32. Hirayama, K., H. Mizuma y Y. Mizue. The accumulation of dissolved organic substances in closed recirculation culture systems. *Aquacultural Engineering*, 1988; 7: 73-87.

Correspondencia: Walter Reyes Avalos.
Dirección: Calle Chiclayo 256 Urb.
Aranjuez. Trujillo. Perú.
Cel. 989 993299.
Email: wreyes_avalos@yahoo.com