

Efecto de la salinidad en el crecimiento y supervivencia de postlarvas del Camarón de Río *Cryphiops caementarius* Molina, 1872 (Crustacea, Palaemonidae), en laboratorio

Walter Eduardo Reyes Avalos, Sandra Bacilio Lozada, Mirto Villavicencio Morales, Raúl Mendoza Rodríguez

Departamento de Biología, Microbiología y Biotecnología. Universidad Nacional del Santa (Perú)

Resumen

En el trabajo se determina el efecto de la salinidad en el crecimiento y supervivencia de post larvas de *C. caementarius*. Se emplearon 12 acuarios con 20 l de agua. Las salinidades del agua de cada tratamiento fueron 0, 12, 24 y 35‰. Se emplearon 10 postlarvas por acuario (11.1 mm LT y 40.0 mg PT). En agua salobre con baja (12‰) y alta (24‰) salinidad, el crecimiento en longitud de las post larvas fue normal con similares tasas de crecimiento; pero, el crecimiento en peso fue mayor en relación con las mantenidas en agua dulce. La baja supervivencia (40%) de post larvas en agua dulce y las mayores supervivencia (>70%) en salinidades de 12 y 24‰ a los 49 días de crianza sugiere que el agua salobre empleada contribuyó a que disminuya el canibalismo. El comportamiento de las post larvas no fue afectado por el cambio brusco de salinidad ni al inicio ni al final de la experiencia, pero hubo una mayor actividad en aquellas criadas en agua salobre.

Summary

Effect of the salinity in the growth and survival of postlarvae River Prawn *Cryphiops caementarius* Molina, 1872 (Crustacea, Palaemonidae) in the laboratory

In the work is determined the effect of the salinity in the growth and survival of postlarvae *C. caementarius*. We used 12 aquariums with 20 l of water. The salinities of the water of every treatment were 0, 12, 24 and 35‰. We used 10 postlarvae for aquarium (11.1 mm LT and 40.0 mg PT). In brackish water with low (12‰) and high (24‰) salinity the growth in length of the postlarvae was normal with similar growth rate, but the growth in weight was bigger relating to the maintained in freshwater. The less survival (>40%) postlarvae in freshwater and the bigger survival (>70%) in salinities of 12 and 24‰ to 49 days of rearing suggests that brackish used contributed to decrease cannibalism. The postlarvae behavior wasn't affected by the sudden change of salinity neither the start neither at the end of the experience, but had a bigger activity in those rearing in brackish.

Introducción

Los invertebrados acuáticos más avanzados demuestran poseer ciertas potencialidades y capacidades para el control del balance iónico, del volumen hídrico y del equilibrio ácido-base, lo cual obviamente, les ha permitido invadir y colonizar con relativo éxito, el agua dulce (1). En este medio su capacidad osmorregulatoria es más eficiente porque tienen que sobrevivir en un ambiente con baja concentración de sales, pero son capaces de utilizar áreas de diferente salinidad debido a que son buenos osmorreguladores (2) como es el caso del camarón de río *Cryphiops caementarius* cuyos estados larvales aún mantienen relación con el ambiente marino al vivir por corto tiempo en los estuarios, para luego migrar hacia las zonas de origen de sus progenitores.

Los crustáceos de agua dulce y de zonas estuarinas mantienen sus fluidos del cuerpo hiperosmóticos al medio (3, 1) requiriendo energía para mantener la homeostasis del organismo (4, 5) y se ha sugerido que tienen regulación hiper/hipoosmótica, es decir son hiperosmorreguladores en bajas salinidades e hipoosmorreguladores en alta salinidad del medio (6, 7). En *Cherax destructor* su hemolinfa llega isoosmótica en alta salinidad (8) y en *Macrobrachium rosenbergii*, los adultos llegan a ser osmoconformadores en salinidad más alta que su punto isoosmótico (9, 10), lo que implicaría que aquellos organismos mantenidos en agua con alta salinidad inviertan menos energía para osmorregular; siendo la energía excedente utilizada en el desarrollo y en el crecimiento del animal.

C. caementarius es el camarón de río de mayor importancia económica en el Perú (11, 12), cuyo proceso migratorio estudiado en los ríos del sur (13) es aplicable para otros ríos costeros. De esta manera las postlarvas se encuentran en mayor cantidad en la

desembocadura de los ríos o cerca de ella o en proceso de migración, donde la salinidad es el factor principal que influye en la distribución longitudinal (11) al producir estrés fisiológico que les obliga a buscar agua dulce (12); pero no se conoce si el crecimiento y la supervivencia son afectados por la salinidad del medio. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue conocer el efecto de la salinidad en el crecimiento y supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* en condiciones de laboratorio.

Material y métodos

Las post larvas (PLs) de *C. caementarius* fueron capturadas a 1 km de la desembocadura del río Lacramarca (09°07'70" LS y 78°34'20" LW) de la provincia del Santa, Departamento de Ancash y transportadas al laboratorio para aclimatación durante una semana, en acuarios con 60 l de agua dulce (0‰), suficiente aireación y alimentados con balanceado para camarón de mar.

Las unidades experimentales consistieron en 12 acuarios de vidrios de 20 l de capacidad efectiva (35 x 28 x 28 cm). Las salinidades del agua de cada tratamiento fueron 0, 12, 24 y 35‰, preparadas por mezcla de agua de mar (35‰) con agua de caño (0‰) de clorada 72 h antes. Todos los acuarios tuvieron un difusor para aireación constante del agua (2 l/min).

Se emplearon PLs de 11.1 ± 0.1 mm de longitud total (LT: escotadura post orbital hasta el extremo posterior del telson) y 40.0 ± 1 mg de peso total (PT), las mismas que fueron transferidas del agua dulce al agua de cada tratamiento. Se sembraron 10 PLs por acuario (114 PLs/m^2), siendo alimentadas dos veces al día con alimento balanceado para camarón de mar (40% de proteína cruda) a una tasa de 10% de la biomasa presente en cada acuario.

La limpieza de los acuarios que consistió en el sifoneo de los desechos sólidos de excreción de los camarones y del alimento sobrante acumulados en el fondo, fue realizada todos los días. Los cambios de agua del 40% del volumen total de cada acuario se realizaron cada diez días. El oxígeno disuelto y la temperatura fueron determinados con oxímetro 9 VCD (± 0.1 ppm).

Los estados de muda solo fueron determinados en PLs recientemente muertas, según Reyes y Luján (15). La tasa de crecimiento relativa (TC) fue determinada con la fórmula:

$$TC = \text{Incremento en peso o longitud/días de crianza.}$$

Al final de la experiencia las PLs superviviente fueron transferidas del agua de cada tratamiento al agua dulce y mantenidas durante una semana. Los resultados de cada muestreo fueron analizados mediante análisis de varianza y con la prueba de amplitud múltiple de Duncan (16) con un nivel de significancia del 1%.

Resultados

El crecimiento en longitud de las PLs de *C. caementarius* de todos los tratamientos fueron similares (Figura 1) no existiendo diferencia significativa ($p > 0.01$). En cambio el crecimiento en peso (Figura 2) fue diferente ($p < 0.01$) entre tratamientos.

Así las PLs criadas en alta salinidad (24‰) fueron las que más crecieron en peso que las de otros tratamientos, pero solo entre los 14 a 21 días; luego su crecimiento fue constante hasta el final del experimento.

En cambio las PLs criadas en baja salinidad (12‰) y en agua dulce (0‰) tuvieron un crecimiento paralelo, siendo significativamente mayor en 12‰; sin embargo, en ambos

tratamientos hubo disminución del crecimiento en peso entre los días 21 al 35 para luego incrementar en los siguientes días.

El promedio de la tasa de crecimiento en longitud de las PLs mantenidas en agua dulce y a 12‰ fue de 0.09 mm/día, en cambio en las de 24‰ fue de 0.08 mm/día.

El promedio de la tasa de crecimiento en peso de las PLs mantenidas en agua dulce fue de 1.84 mg/día, las de 12‰ fue de 2.35 mg/día y las de 24‰ fue de 1.80 mg/día; siendo solo el tratamiento de 12‰ diferente ($p < 0.01$) a los demás.

Figura 1

Crecimiento en longitud total de postlarvas de *C. caementarius* criadas en acuarios con agua dulce (o), 12‰ (□) y 24‰ (Δ) durante 49 días.

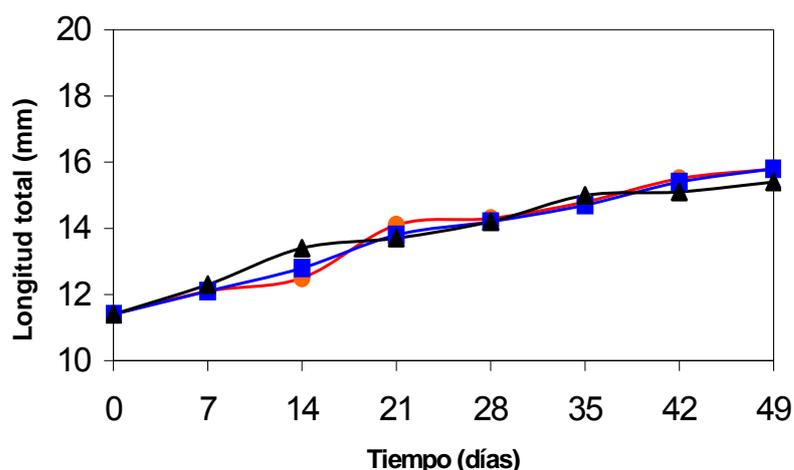
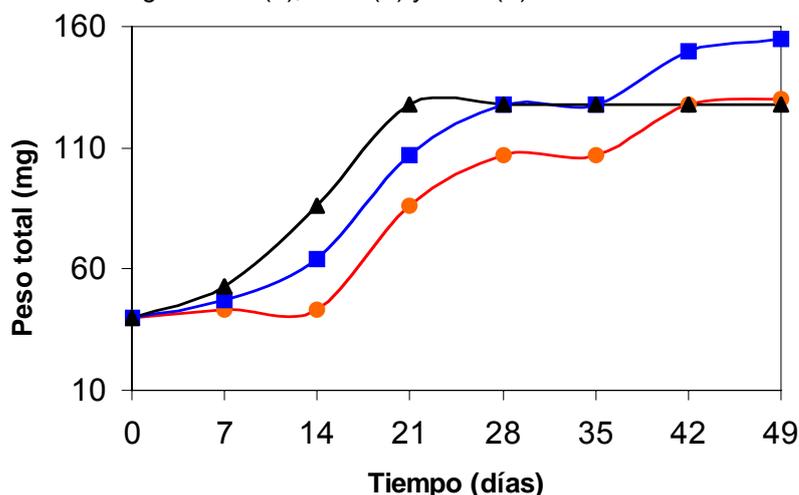


Figura 2

Crecimiento en peso total de postlarvas de *C. caementarius* criadas en acuarios con agua dulce (o), 12‰ (□) y 24‰ (Δ) durante 49 días.



Al final del experimento un 95% de las PLs sobrevivieron en baja salinidad (12‰); un 70% en alta salinidad (24‰) y un 40% en agua dulce (Figura 3).

Todas las PLs soportaron el cambio brusco de salinidad tanto al inicio desde agua dulce al agua salobre como al final desde agua salobre al agua dulce. Excepto aquellas PLs sembradas en agua de mar donde el 90% de los animales de cada acuario fueron encontrados muertos a la mañana siguiente, encontrándose en estados de pre (60%) y

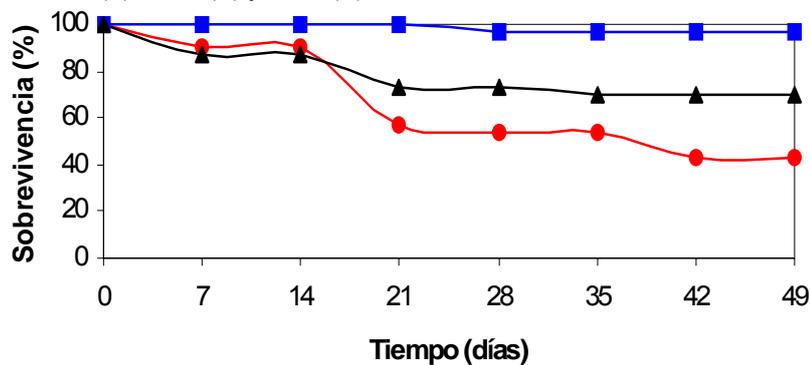
postmuda (40%). El camarón superviviente de cada repetición que se encontró en pre muda y se observó con abdomen blanco, muriendo después de tres días.

Desde el inicio de la experiencia, las PLs precriadas en baja (12‰) y alta (24‰) salinidad mostraron tener una mayor actividad locomotora durante todo el día; así como un mayor consumo de alimento, al no observarse restos de alimento en los acuarios, principalmente con aquellas mantenidas en alta salinidad, en relación con las mantenidas en agua dulce.

El oxígeno disuelto del agua tuvo similar variación entre tratamientos, siendo de 4.8 ± 0.5 mg/l a 0‰ hasta 3.9 ± 0.8 mg/l a 24‰ y la temperatura promedio de todos los acuarios fue de $20.1 \pm 0.8^\circ\text{C}$.

Figura 3

Supervivencia de postlarvas de *C. caementarius* criadas en acuarios con agua dulce (o), 12‰ (□) y 24‰ (Δ) durante 49 días.



Discusión

Los resultados de nuestro estudio indican la gran capacidad de adaptación de las PLs de *C. caementarius*, mantenidas durante 49 días, a diferentes salinidad del agua. En agua salobre con baja (12‰) y alta (24‰) salinidad, el crecimiento en longitud de las PLs fue normal (Figura 1) evidenciado también por similares tasas de crecimiento; pero el crecimiento en peso fue mayor en relación a las mantenidas en agua dulce (Figura 2), lo que evidencia la eficiencia fisiológica de los organismos para acumular biomasa en tales condiciones de salinidad.

Se conoce que para mantener el estado iónico estable, los crustáceos de agua dulce requieren de un gasto de energía metabólica para contrarrestar la gradiente osmótica (4, 17); gradiente, que debe haberse reducido en aquellas PLs de *C. caementarius* criadas en baja y alta salinidad, pues entre estas salinidades estaría, probablemente, su punto isoosmótico.

En *M. rosenbergii* el punto isoosmótico está alrededor de 450 mOsmol/kg (18, 9) que según Charmantier (19) corresponde a 15‰, pero se comporta como osmoconformador entre 14 y 30‰ (9, 10) y en esta condición Tarifeño (20) considera que no hay gasto energético. Por consiguiente parte de la energía metabólica de las PLs de *C. caementarius* mantenidas en agua salobre debe haber sido canalizada a la formación de biomasa, siendo mayor en aquellas PLs criadas en alta salinidad (24‰) en los primeros 21 días y en baja salinidad (12‰) durante los 49 días de crianza (Figura 2), obteniéndose en este último caso la más alta tasa de crecimiento en peso (2.35 mg/día).

Además, la mayor actividad locomotora que tuvieron las PLs de *C. caementarius* en los tratamientos con agua salobre, desde el inicio de la experiencia y durante todos los días sugiere que en estas condiciones el ritmo respiratorio fue alterado y consecuentemente el

metabolismo; pues se conoce que el incremento del ritmo respiratorio en juveniles de la misma especie se incrementa solo en horas de la noche al salir en busca de alimento pero durante el día los animales permanecen escondidos (21), lo cual produjo un mayor consumo de alimento y como se explicó anteriormente, contribuyó al mayor crecimiento en peso de las PLs en agua salobre.

Sin embargo, la falta de crecimiento de las PLs criadas en alta salinidad (24‰) a partir de los 21 días sugiere alguna alteración fisiológica, probablemente osmorregulatoria, que es importante estudiarlo.

La baja supervivencia (40%) de PLs en agua dulce y las mayores supervivencias (>70%) en salinidades de 12 y 24‰ a los 49 días de crianza (Figura 3), sugiere que el agua salobre empleada contribuyó a que disminuyera el canibalismo, posiblemente porque las sustancias liberadas durante la ecdisis fueron atenuadas por la salinidad del medio. Se ha mencionado que un fluido de la muda es establecido entre la vieja cutícula y la epidermis (22) que no viene hacer sino los productos de la degradación de la vieja cutícula (4), que al liberarse con la ecdisis, actúan como estimulantes químicos de individuos recientemente mudados (23) y produce atracción y canibalismo en crustáceos.

En agua de mar (35‰) las PLs de *C. caementarius* fueron muy sensibles a esta concentración salina, probablemente porque se encontraron en pre y postmuda. Similar sensibilidad a los cambios de salinidad del medio han sido reportados en adultos de *Atya scabra* (24) y *M. tenellum* (25).

Finalmente, la notable eurihalinidad mostrada por las PLs de *C. caementarius* al soportar cambios bruscos de salinidad al inicio de la experiencia, así como durante 49 días de crianza en agua salobre y finalmente al soportar nuevamente cambio brusco de salinidad al final de la experiencia, evidencia que la especie tiene un gran potencial de crianza durante 21 días a 24‰ y por 49 días a 12‰ de salinidad al lograrse una mayor robustez de los animales y una elevada supervivencia, los cuales son de importancia en un cultivo comercial. Sin embargo es necesario determinar el nivel óptimo de salinidad del agua y de densidad de PLs, en donde se logren mejores resultados.

Referencias

1. BELMAR M, ARMAS JC, BELMAR D, RIVEROS W, YEGRES S. Iones extracelulares en invertebrados y vertebrados acuáticos y terrestres del Oriente de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente* 1998; 37(1/2):17-25
2. CHÁZARO-OLIVERA S, PETERSON MS. Effects on salinity growth and moulting of sympatric *Callinectes* spp. from camaronera Lagoon, Veracruz, México. *Bull. Mar. Sci.* 2004; 74(1):115-27
3. ROBERTSON JD. Osmotic and ionic regulation. En: WATERMAN TH, ED. *The physiology of crustacea. Metabolismo and growth*. Cambridge: Academic Press. 1960; 1:317-39
4. WILSON JA. *Fundamentos de fisiología animal*. México D.F.: Edit. Limusa, S.A., 1989
5. STICKNEY RR. *Principles of aquaculture*. New York: John Wiley & Sonc., Inc., 1994
6. NAVARRO I, GUTIÉRREZ J. Fisiología de la respiración y excreción. Respiración y excreción. En: CASTELLÓ F, ED. *Acuicultura Marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción*. 1ª ed. Barcelona: Publicacions Univ. de Barcelona, 1993:293-309
7. ANGER K, CHARMANTIER G. Ontogeny of osmoregulation and salinity tolerance in a mangrove crab *Sesarma curacaoense* (Decapoda; Grapsidae). *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*, 2000; 251:265-74
8. MILLS BJ, GEDDES MC. Salinity tolerance and osmoregulation of the Australian freshwater crayfish *Cherax destructor* Clark (Decapoda: Parastacidae). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 1980; 31:667-76

9. HUONG DTT, YANG WJ, OKUNO A, WILDER MN. Changes in free amino acids in the haemolymph of the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* exposed to varying salinities: relationship to osmoregulatory ability. *Comp. Biochem. Physiol.* 2001; 128A:317-26
10. CHENG W, LIU CH, CHENG CH, CHEN JC. Osmolality and ion balance in giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii* subjected to changes in salinity: role of sex. *Abstract Aquaculture Research*, 2003; 34(7):555
11. VIACAVA M, AITKEN R, LLANOS J. Estudio del camarón de río en el Perú. 1975-1976. *Bol. Inst. Mar Perú*, 1978; 3(35):161-232
12. YÉPEZ V, BANDÍN R. Evaluación del recurso camarón de río *Cryphiops caementarius* en los ríos Ocoña, Majes-Camaná y Tambo, Octubre 1997. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 1997; (77):3-25
13. ELÍAS J. Contribución al conocimiento del camarón de río. *Pesca y Caza*, 1960; 10:84-106
14. ZÚÑIGA O, RAMOS R. Tasa respiratoria de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae): explicación de la migración juvenil. *Biología Pesquera* 1990; 19:19-25
15. REYES WE, LUJÁN H. Estados y subestados del ciclo de muda del "camarón de río" (*Cryphiops caementarius* Molina, 1872) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). En: *II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003*. 2003:808-17. Disponible en URL: <http://www.civa2003.org>
16. STEEL RG, TORRIE JH. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill. Interamericana de México, S.A., 1988
17. MORRIS S. Neuroendocrine regulation of osmoregulation and the evolution of air-breathing in decapod crustaceans. *J. Exp. Biol.* 2001; 204:978-89
18. WILDER MN, IKUTA K, ATOMARSONO M, HATTA T, KOMURO K. Changes in osmotic and ionic concentration in the hemolymph of *Macrobrachium rosenbergii* exposed to varying salinities and correlation to ionic and crystalline composition of the cuticle (Abstract) *Comp. Bioch. Phys. Phys. Part A*. 1998; 119(4):941
19. CHARMANTIER G, HAOND C, LIGNOT JH. Ecophysiological adaptation to salinity throughout a life cycle: a review in homarid lobster. *J. Exp. Biol.* 2001; 201:967-77
20. TARIFEÑO E. La fisiología ecológica de animales marinos: perspectivas de desarrollo en América Latina. *II Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. Anales Científicos. UNALM.* (Vol. Extraordinario). Lima. Perú. 1987; 411-7
21. ICOCHEA E, CULQUICHICON Z, VENEROS B. Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio del "camarón de río" *Cryphiops caementarius*. *Rebiol* 1988; 8(1):17-30
22. DENNELL R. Integument and exoskeleton. En: WATERMAN TH, ED. *The physiology of crustacea. Metabolism and growth*. Cambridge: Academic Press, 1960; 1:447-72
23. ADAMS JA, MOORE PA. Discrimination of conspecific male molt odor signals by male crayfish *Orconectes rusticus*. *J. Crustacea Biology* 2003; 23(1):7-14
24. RODRÍGUEZ JC, MARCANO AE, MARCANO LA. Tolerancia a la salinidad del camarón de río *Atya scabra* (Leach, 1815). *Zootecnia Tropical* 1991; 9(2):195-205
25. SIGNORET-POILLON S, SOTO-GALERA E. Tolerancia de *Macrobrachium tenellum* (Smith) a diferentes salinidades. *Universidad Ciencia y Tecnología* 1995; 4(1):20-4