

## Efecto de diversos sustratos artificiales en el crecimiento y supervivencia de estadios tempranos de la langosta azul (*Cherax quadricarinatus*) cultivados en un sistema de recirculación - Effect of different artificial substrates on growth and survival of early stages of the blue lobster (*Cherax quadricarinatus*) reared in a recirculating system

**García-Ulloa Gómez, Manuel:** Laboratorio de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Miguel López de Legaspi 235, C. P. 48987, Barra de Navidad, Jalisco, México | **Pinzón López, Liliana Araceli:** Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas, Secretaría de Educación Pública, Crucero a Punta de Mita S/N, C. P. 63734, Bahía de Banderas, Nayarit, México.

Contacto: [turbotuag@hotmail.com](mailto:turbotuag@hotmail.com)

---

### RESUMEN

Se evaluó la influencia de diferentes sustratos artificiales (tubo, malla, tubo + malla y grupo control, sin sustrato) sobre el crecimiento y la supervivencia de crías tempranas de *Cherax quadricarinatus*, cultivadas en un sistema de recirculación durante cuatro semanas. Cada sustrato fue estudiado con 5 réplicas y la densidad inicial fue ajustada a 111 org/m<sup>2</sup>. Diariamente, se realizó la limpieza de los contenedores, se retiraron los langostinos muertos y se les suministró alimento balanceado (35%, proteína cruda) en exceso. Se observaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el peso húmedo, longitud total y crecimiento específico (CE). Los valores más altos para la longitud total y el peso húmedo final se registraron en el tratamiento malla ( $19.29 \pm 1.21$  mm y  $0.32 \pm 0.048$  g, respectivamente), mientras que los organismos más pequeños se observaron en el tratamiento control ( $17.01 \pm 1.19$  mm y  $0.22 \pm 0.04$  g, respectivamente), para los cuales se observaron diferencias. El CE y la ganancia en peso diaria (GPD) mostraron los mayores valores para el sustrato de tubo + malla ( $7.24 \pm 1.154$  %/d y  $0.0099 \pm 0.0032$  g/d, respectivamente). No se registró diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) en la supervivencia final para los tratamientos estudiados. El uso de malla como sustrato artificial promovió el crecimiento y supervivencia de crías tempranas de *C. quadricarinatus* durante el primer mes de cultivo.

**Palabras clave:** *C. quadricarinatus*, cultivo de crías, sustrato artificial, crecimiento, supervivencia.

---

## ABSTRACT

The effect of different artificial substrates (tube or straw, mesh, mesh and tube or straw, and control or no substrate) on growth and survival of offspring early *Cherax quadricarinatus* raised in a recirculating system, was evaluated during four months. Each substrate was studied with five replicates and the initial density was adjusted to 111 org/m<sup>2</sup> (25 animals/replicate). Cleaning of containers, extracting out of dead animals and feeding with a balanced diet (35%, crude protein) in excess, were daily done. Significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were detected for the wet weight, total length and specific growth (CE) among groups. The higher mean values for the total length and wet weight were observed for the mesh treatment ( $19.29 \pm 1.21$  mm and  $0.32 \pm 0.048$  g, respectively), while the smaller organisms were observed in the control group ( $1.17 \pm 1.19$  mm and  $0.22 \pm 0.04$  g, respectively), for which significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were registered from the third biometrics to the end of the trial. The straw + mesh group showed the higher CE and daily weight gain (GPD) values ( $7.24 \pm 1154\%$  body weight/d and  $0.0099 \pm 0.0032$  g/d, respectively). There were no significant differences ( $p > 0.05$ ) for the final survival among the treatments studied. The use of mesh as artificial substrate promoted better growth and survival overall results in small *C. quadricarinatus* during its first culture month.

**Key words:** *C. quadricarinatus*, fry culture, artificial substrate, growth, survival.

---

## INTRODUCCIÓN

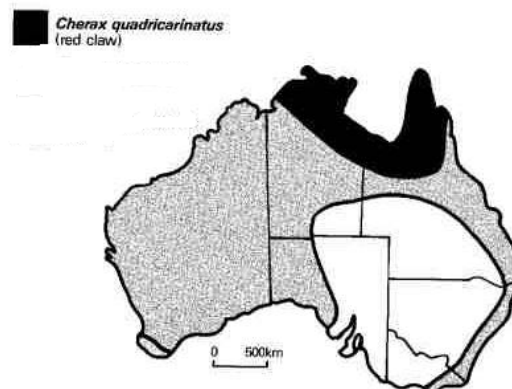
El éxito en la incorporación de una nueva especie dentro de la industria acuícola, se basa en la selección de organismos que presenten características apropiadas para su producción y comercialización, por lo que es necesario tomar en consideración algunos criterios biotecnológicos en su elección tales como: alta tasa de crecimiento, resistencia al manejo y a enfermedades, buena conversión alimenticia, fácil reproducción, requerimientos nutricionales simples (Meade y Watts, 1995; Jones y Ruscoe, 1996; Villarreal y Peláez, 1999) y hábitos alimenticios (Martínez-Córdova, 1998), entre otros.

El cultivo del langostino azul *Cherax quadricarinatus*, ha generado un fuerte interés en la industria acuícola durante los últimos años debido a algunos factores entre los que destacan: talla comercial, rápido crecimiento (ya que es capaz de alcanzar 70-100 g en 6-8 meses en condiciones de cultivo, Hutchings y Villarreal, 1996) y buena aceptación en el mercado. También, se ha reportado que 35% a 40% del peso total del organismo es carne, y que son prolíficos, ya que una hembra madura puede desovar de 100 a 1000 huevecillos dependiendo de su peso (Sammy, 1988).

La producción controlada de la langosta de agua dulce (o "red claw") se inició en Australia, en 1984, donde ya existía una industria para el cultivo de

otras especies endémicas de valor comercial, como el langostino marrón, *C. tenuimanus*. Inicialmente para *C. quadricarinatus*, los rendimientos de producción comercial se ubicaban alrededor de 1 ton/ha/año. Después de más de 20 años de investigación y prácticas, se han logrado avances significativos en la tecnología de su cultivo incrementando su rendimiento de cosecha a más de 2.5 ton/ha/año (Villareal y Naranjo-Páramo, 2006).

Esta especie es nativa de los ríos del noroeste de Australia, abarcando las costas del territorio norte y los ríos del golfo de Carpentaria, en Queensland, extendiéndose hasta el Cabo York (Fig. 1). Latitudinalmente, su nicho natural se encuentra localizado entre los 10° y 18° S, con un clima predominantemente tropical y monzónico (Lawrence y Jones, 2002).



**Figura 1.** Área natural de la langosta de agua dulce en Queensland, Australia.

El cultivo de esta especie en México ha recibido gran atención entre los productores acuícolas y agrícolas. Actualmente, existen cultivos comerciales de *C. quadricarinatus* en los estados de Baja California Sur, Colima, Distrito Federal, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nayarit, Tamaulipas, Sinaloa, Tabasco, Veracruz, Quintana Roo y Yucatán, como se muestra en la Figura 2 (Ponce-Palafox *et al.*, 2009).



**Figura 2.** Cultivos comerciales de *C. quadricarinatus* en la República Mexicana. 3

Aunque se ha generado información acerca de la producción la cual describe en detalle algunas prácticas de cultivo para la especie (Jones y Ruscoe, 1996; Villarreal y Peláez, 1999; Lawrence y Jones, 2002), su desarrollo comercial se ha visto limitado por la carencia de investigación científica en áreas como el control en la producción de juveniles (Gallo-García *et al.*, 2006; García-Ulloa *et al.*, 2010). La mayoría de los estudios realizados se ha enfocado en las condiciones óptimas para la engorda de este langostino, tales como: calidad del agua, alimentación, recambio de agua, aireación constante y densidad de siembra. Sin embargo, aún no se ha publicado suficiente información sobre la fase de producción de crías relacionada a la etapa de liberación de estas, ni de su mantenimiento primario.

Ya que el crecimiento de todos los crustáceos implica el cambio del exoesqueleto y reblandecimiento de su piel (Ponce-Palafox *et al.*, 2009), se recomienda la introducción de refugios durante la engorda de *C. quadricarinatus* a fin de que puedan protegerse de los posibles ataques entre congéneres al quedar tan vulnerables. Al momento en que muda el caparazón, su cuerpo queda blando por un breve periodo, por lo que es recomendable bajo condiciones de cultivo, ofrecerles refugios adicionales para evitar canibalismo; además, este langostino es moderadamente territorial, con mayor acentuación en el estado juvenil (García-Ulloa *et al.*, 2010).

Corkum y Cronin (2004) explican que el suministro de los refugios artificiales proporciona una estructura de hábitat que puede mediar el resultado de la competencia con posibles predadores o inclusive, entre ellos mismos. Por lo tanto, el empleo de refugios se basa en la necesidad de proveer una mayor superficie para la protección de cada animal, reduciendo fuentes de estrés que puedan disminuir el crecimiento o sobrevivencia, aún mantenidos a altas densidades. Cualquier hábitat que provea mayor superficie, manteniendo un adecuado flujo de agua y un acceso al fondo de los estanques para su alimentación, promoverá mejores resultados. Algunos sustratos han sido utilizados con éxito, como las telas de sombrear o las mallas cebolleras (Pérez-Medina, 2010), aunque también se reportan el uso de tubos, bloques o ladrillos, neumáticos de desecho y bambú (Ponce-Palafox *et al.*, 2009).

Sin embargo, la mayoría de los trabajos al respecto se refieren a su engorda. Por ejemplo, Naranjo-Páramo *et al.*, (2004) mencionan que la colocación de refugios en los estanques juega un papel muy importante para atenuar el efecto negativo de cultivarlo a altas densidades, lo cual fue corroborado por Jones y Ruscoe (2000), quienes enfatizaron el efecto adverso en la supervivencia de *C. quadricarinatus* cultivados con pocos refugios o refugios no apropiados dentro de los estanques. Los anteriores estudios indican que la provisión de madrigueras para un 50% de la población sembrada, no es suficiente para atenuar los efectos negativos de altas densidades en la engorda de langostas australianas.

Por otro lado, existe muy poca información sobre el cultivo de crías tempranas de *C. quadricarinatus* en sistemas de recirculación (Gallo-García *et al.*, 4

2006; Rodríguez-González *et al.*, 2009), la cual se presenta como una valiosa herramienta en el control tecnológico durante el inicio de su ciclo productivo a temprana edad. No obstante, para minimizar las pérdidas por canibalismo en este tipo de sistemas, es necesario una adecuada estrategia de cultivo con relación a la multiplicación del sustrato para soportar mayores densidades en espacios reducidos de cultivo (Naranjo-Páramo *et al.*, 2004; Gallo-García *et al.*, 2006). Por lo anterior, es necesario evaluar el efecto de varios sustratos artificiales en estadios tempranos bajo condiciones de laboratorio y con sistemas modernos de producción, como es el caso de recirculación de agua, en el crecimiento y supervivencia de crías de la langosta australiana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un sistema de recirculación del Laboratorio de Ciencias Marinas (LCM), de la Universidad Autónoma de Guadalajara, en Barra de Navidad, Jalisco, México. El sistema de recirculación constó de 20 contenedores de plástico rectangulares de 15 litros de capacidad, con un volumen de trabajo de 12.43 L y un área de cultivo en el fondo de 0.112 m<sup>2</sup> (0.28 m x 0.40 m), como unidades experimentales (Fig. 3). Una bomba electromagnética de uso continuo de 1/8 de caballo de fuerza (Little Giant Co. Oklahoma, USA) abasteció de agua constantemente (200% recambio/h, aprox.) a los contenedores experimentales donde se confinaron los organismos. La tubería de conexión consistió de 20 llaves de chorro que expulsaron el agua de los filtros a los contenedores; 20 llaves de plástico conectadas a piedras de aireación que mantuvieron el nivel de oxígeno superior a 4 mg/l; un filtro de arena en donde se colectaron los residuos excretados y de alimento, con la finalidad de que fueran retenidos en el mismo, para posteriormente, dirigir el flujo de agua limpia mediante bombas levantadoras de aire -o "airlift"- a otro filtro biológico de conchas de ostión, del cual el agua filtrada fue bombeada nuevamente al sistema. Se introdujo un calentador de agua eléctrico de 100 W en el filtro de ostión y un termómetro en uno de los contenedores para verificar la temperatura del agua constantemente, tratando de mantenerla en el rango deseable (27-30° C) para el requerimiento de los organismos (Pérez-Medina, 2010). El sistema de recirculación se complementó con canaletas de PVC para capturar y dirigir el sobrante de agua de cada contenedor plástico, hacia los filtros desde los cuales, el agua era nuevamente bombeada al sistema (García-Ulloa y Hernández-Garcíabada, 2003). Sobre cada tina se colocó una tapa de malla para evitar el escape de animales.

**Figura 3.** Detalle del sistema de recirculación utilizado en el ensayo que muestra las unidades experimentales, la bomba y los contenedores de filtrado.



Las crías tempranas de *C. quadricarinatus* fueron colectadas de diferentes hembras ovígeras mantenidas por separado en tanques de incubación del LCM (Fig. 4). Se formaron 5 tratamientos con 4 réplicas (sustratos artificiales: T1, control, sin sustrato; T2, tubos de plástico; T3, malla de plástico cebollera; y T4, tubos de plástico + malla cebollera). Mediante la estimación del área de los sustratos, se procuró que cada contenedor tuviera el doble del área superficial ( $0.224 \text{ m}^2$ ) -a excepción del control-, por lo que se introdujo una malla completa para el T1, 16 tubos para el T2, y media malla + 8 tubos para el T3. La densidad de siembra se ajustó a  $111 \text{ org/m}^2$  (25 animales por contenedor), de acuerdo a ensayos anteriores (Pérez-Medina, 2010). El experimento de crecimiento y supervivencia tuvo una duración de un mes.



**Figura 8.** Crías tempranas de *C. quadricarinatus*

Todos los días, los organismos fueron alimentados con una dieta comercial balanceada iniciadora de camarón (35 % proteína cruda, Nassa Acupec, México), la cual se suministró una vez al día entre las 5:00 y las 6:00 PM. La ración diaria de alimento fue otorgada en exceso. Por la mañana (entre 9:00 y 10:00 AM), se retiraban los residuos de alimento, heces, crías muertas y mudas por medio de un sifón.

Se muestrearon diariamente los siguientes parámetros físicos y químicos del agua: pH, por medio un equipo portátil de colorimetría (Hach FF-1A®, Colorado USA), oxígeno disuelto y temperatura utilizando un oxímetro (YSI 55, Apopka, FL, USA). Los niveles de amonio total ( $\text{NH}_3\text{-NH}_4$ ) y nitritos ( $\text{NO}_3$ ) fueron registrados dos veces a la semana por medio de un equipo portátil para acuario (NUTRAFIN®, ROLF C. HAGEN INC., Canadá).

Cada semana se realizaron biometrías, que consistieron en pesar y medir 10 organismos con una balanza analítica (Sartorius 2842, Goettingen Germany) y una regla vernier electrónica digital (Digital Calipter 0-100 mm, Apopka, FL, USA), respectivamente. La tasa de crecimiento específico (TCE) se calculó con la fórmula:  $\text{TCE} = 100 \times \frac{[\ln P_f - \ln P_i]}{t}$ , en donde  $\ln P_f$  = logaritmo natural del peso promedio al final del experimento,  $\ln P_i$  = logaritmo natural del peso al inicio del experimento y  $t$  = tiempo en días del experimento (Ricker, 1979). La ganancia de peso diaria (GPD) se estimó con la fórmula:  $\text{GPD} = \frac{\text{peso}_6 - \text{peso}_0}{6}$

vivo final – peso vivo inicial)/días de cultivo (Mbahinzireki *et al.*, 2001). En cada tratamiento, se obtuvo la supervivencia = (número final de organismos/número inicial de organismos) x 100.

Los datos con distribución normal fueron evaluados con la prueba de análisis de varianza, o Kruskal-Wallis para los datos que no presentaron distribución normal, y en caso de haber registrado diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), se realizó una prueba de Tukey o rangos múltiples de Fisher, respectivamente (Zar, 1974). Todas las pruebas estadísticas se realizaron usando el paquete estadístico Statgraphics Plus versión 5.0.

## RESULTADOS

La temperatura promedio del agua dentro del sistema de recirculación fue de  $30.05 \pm 0.84$  °C, siendo el máximo valor obtenido de 31.5 °C, mientras que la más baja fue de 27.5 °C. Por su parte, el oxígeno disuelto se mantuvo siempre por encima de 4.7 mg/l, mostrando como promedio  $5.66 \pm 0.75$  mg/l. El valor máximo registrado durante el mes de cultivo fue de 6.59 mg/l, mientras que la menor concentración fue de 4.3 mg/l. El pH del agua fue constante durante la mayor parte del cultivo, registrando un promedio de  $8.14 \pm 0.24$ . El valor más bajo que se registró fue de 8 y el más alto fue de 8.5. En cuanto al amonio total ( $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ ) y a los nitritos ( $\text{NO}_2$ ), se registraron concentraciones por debajo de 0.6 mg/l para el amonio total y de 0.3 mg/l para los nitritos.

**Tabla 1.** Longitud total (LT, mm) y peso húmedo (P, g) individual por biometría, de crías tempranas de *C. quadricarinatus* cultivadas con diferentes sustratos artificiales en un sistema de recirculación.

Tratamiento	Biometría 1		Biometría 2		Biometría 3		Biometría 4	
	LT	P	LT	P	LT	P	LT	P
<b>Tubo</b>	11.99 (0.36)	0.1015 (0.04 <sup>-6</sup> )	14 (0.84)	0.1231 (0.0108)	16.28 <sup>b*</sup> (0.6052)	0.1841 <sup>b</sup> (0.0178)	18.24 <sup>ab</sup> (1.01)	0.27 <sup>ab</sup> (0.04)
<b>Malla</b>	12.07 (0.42)	0.1015 (0.07 <sup>-6</sup> )	15 (0.57)	0.1281 (0.0109)	17.74 <sup>c</sup> (1.0157)	0.222 <sup>c</sup> (0.0291)	19.29 <sup>b</sup> (1.21)	0.32 <sup>b</sup> (0.048)
<b>Tubo + Malla</b>	12 (0.27)	0.1015 (0.04 <sup>-6</sup> )	14 (0.43)	0.1248 (0.0087)	15.98 <sup>b</sup> (0.7657)	0.179 <sup>b</sup> (0.0205)	18.53 <sup>b</sup> (0.54)	0.29 <sup>b</sup> (0.02)
<b>Control</b>	11.57 (0.53)	0.1015 (0.05 <sup>-6</sup> )	14 (0.53)	0.1057 (0.0099)	14.96 <sup>a</sup> (0.4496)	0.1452 <sup>a</sup> (0.0133)	17.01 <sup>a</sup> (1.19)	0.22 <sup>a</sup> (0.04)

\*Letras superíndice diferentes por columna, indican diferencia significativa entre las medias ( $p \leq 0.05$ ). Valores entre paréntesis representan la desviación estándar de cada media.

En la Tabla 1 se muestran los promedios de longitud y peso de crías de *C. quadricarinatus*. El tratamiento T3 (malla) obtuvo el mayor incremento en longitud ( $19.29 \pm 1.21$  mm), y el grupo control (T1) presentó la menor longitud total ( $17.01 \pm 1.19$  mm). Las crías tempranas del tratamiento control (T1) obtuvieron el menor valor de peso húmedo ( $0.22 \pm 0.04$  g), mientras que el tratamiento de malla (T3) mostró el mayor valor de crecimiento en peso húmedo ( $0.32 \pm 0.048$  g). Se detectaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) al comparar las medias de longitud total y peso húmedo a partir de la tercera biometría.

El mayor crecimiento específico registrado en la última semana del ensayo (Tabla 2) fue para el tratamiento T4 (tubo + malla,  $7.24 \pm 1.154$  %/d); mientras que el tratamiento en que se registró el menor CE fue para el grupo control, T1 ( $4.66 \pm 3.39\%$ ). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ).

**Tabla 2.** Crecimiento específico (CE, % peso/d) semanal promedio de crías tempranas de *C. quadricarinatus* cultivadas durante 4 semanas, en un sistema de recirculación con diferentes sustratos artificiales.

CE (% peso/d)	Biometría 1	Biometría 2	Biometría 3	Biometría 4
<b>Tubo</b>	15.004 (0.008)*	2.71 (1.28)	5.734 (1.622)	5.85 (0.975)
<b>Malla</b>	15.002 (0.010)	3.19 (1.28)	8.136 (2.285)	4.89 (1.327)
<b>Tubo+malla</b>	15.001 (0.57)	2.304 (0.96)	5.402 (2.607)	7.24 (1.154)
<b>Control</b>	14.996 (0.005)	2.54 (1.36)	7.188 (1.956)	4.66 (3.395)

\*Valores entre paréntesis representan la desviación estándar de cada media.

El mayor incremento registrado en la última semana para la GPD, fue obtenido por el tratamiento T4 (tubo + malla,  $0.0099$  g/d), mientras que el grupo de malla (T3) presentó el valor menor de GPD ( $0.0076$  g/d), como se muestra en la Tabla 3. Por biometrías, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre tratamientos.

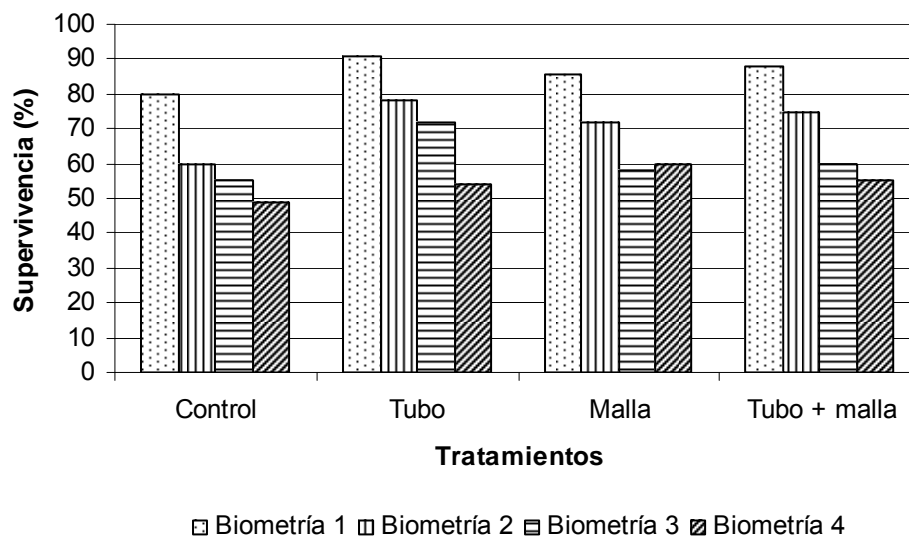


**Tabla 3.** Ganancia de peso diario (GDP, g/d) semanal promedio de crías tempranas de *C. quadricarinatus* cultivadas durante 4 semanas en un sistema de recirculación con diferentes refugios artificiales.

GDP (g/d)	Biometría 1	Biometría 2	Biometría 3	Biometría 4
<b>Tubo</b>	9.24 <sup>-3</sup> (0.9 <sup>-5</sup> )*	9.28 <sup>-3</sup> (0.1 <sup>-3</sup> )	9.2 <sup>-3</sup> (0.8 <sup>-4</sup> )	9.28 <sup>-3</sup> (0.1 <sup>-3</sup> )
<b>Malla</b>	8.0 <sup>-3</sup> (0.15 <sup>-2</sup> )	9.0 <sup>-3</sup> (0.15 <sup>-2</sup> )	8.5 <sup>-3</sup> (0.11 <sup>-2</sup> )	8.6 <sup>-3</sup> (0.14 <sup>-2</sup> )
<b>Tubo + malla</b>	8.7 <sup>-3</sup> (0.26 <sup>-2</sup> )	1.4 <sup>-2</sup> (0.46 <sup>-2</sup> )	7.9 <sup>-3</sup> (0.42 <sup>-2</sup> )	9.9 <sup>-3</sup> (0.32 <sup>-2</sup> )
<b>Control</b>	1.35 <sup>-2</sup> (0.36 <sup>-2</sup> )	1.3 <sup>-2</sup> (0.44 <sup>-2</sup> )	1.63 <sup>-2</sup> (0.22 <sup>-2</sup> )	7.6 <sup>-3</sup> (0.79 <sup>-2</sup> )

\*Valores entre paréntesis representan la desviación estándar de cada media. Los superíndices indican valores exponenciales.

La supervivencia final fue similar entre los 4 tratamientos sin presentar diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). El mayor porcentaje final se observó para el refugio de malla, T3 (60 %), mientras que el menor valor se registró en el tratamiento control, T1 (49.08 %), como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4.** Porcentaje de supervivencia en crías tempranas de *C. quadricarinatus* cultivadas en un sistema de recirculación con diferentes sustratos artificiales.

## DISCUSIÓN

Como organismo de cultivo, *C. quadricarinatus* destaca su tolerancia a un amplio rango de parámetros físicos y químicos, entre los cuales sobresale la resistencia a los gradientes de temperatura y concentraciones de oxígeno disuelto en los que es posible producirlo; además de su capacidad para soportar ciertos niveles de compuestos nitrogenados sin verse afectado negativamente (Ponce-Palafox *et al.*, 2009). Los parámetros de calidad de agua durante el experimento se mantuvieron constantes para todos los tratamientos y dentro de los rangos recomendados para la especie (Hutchings y Villarreal, 1996), por lo que no afectaron ni el crecimiento y ni la supervivencia. La concentración de amonio total y nitritos fueron controlados mediante la rutina de limpieza diaria, así como por la extracción de desechos del fondo de los contenedores con el sifón, y la acción de las unidades de los filtros de arena y de conchas del sistema de recirculación. Existe muy poca información sobre la producción de crías tempranas de *C. quadricarinatus* en sistemas de recirculación (Gallo-García *et al.*, 2006; Rodríguez-González *et al.*, 2009). León-Ramos (2003) menciona que con dichos sistemas de cultivo es posible controlar las condiciones de cultivo desde edades tempranas de estos organismos, lo cual fue comprobado con el mantenimiento de las condiciones físicas y químicas dentro del rango recomendado para la especie (Ponce-Palafox *et al.*, 2009) mantenidas a lo largo de 4 semanas de cultivo. De esta manera, es posible asumir que los resultados obtenidos son el reflejo de los tratamientos evaluados y no de la influencia de los parámetros físicos y químicos registrados durante el experimento.

En el caso de la alimentación, se usó una dieta comercial formulada para el cultivo de camarón con un contenido de 35% de proteína cruda (PC), la cual cubrió aparentemente con los requerimientos de *C. quadricarinatus* a la edad experimental, ya que se registró crecimiento en todos los tratamientos. García-Ulloa y García-Olea (en proceso), estudiaron el crecimiento en las crías tempranas de este langostino comparando alimento vivo y alimento balanceado sin encontrar diferencias significativas en el peso y longitud promedio entre los tratamientos, corroborando la calidad nutricional del alimento comercial usado. Por otro lado, Gallo-García *et al.*, (2006) y Pérez-Medina (2010) reportaron aceptables niveles de crecimiento y supervivencia con organismos de la misma especie, bajo las mismas condiciones de cultivo y a la misma edad, otorgando la misma dieta que la usada en el presente ensayo. Lo anterior corrobora que la dieta comercial utilizada cubrió con los requerimientos nutricionales básicos de crías tempranas de *C. quadricarinatus*. Específicamente, el nivel de proteína contenido en la dieta utilizada (35%), coincide con el recomendado por Rodríguez-González *et al.* (2006) de 32%, tanto para su crecimiento como para la reproducción.

Existe muy poca información acerca del ajuste en la densidad de cultivo para este langostino a la edad estudiada. Pérez-Medina (2010) concluyó que es posible mantener densidades mayores de 100 org./m<sup>2</sup> sin afectar su crecimiento ni registrar disminución considerable de la supervivencia al 10

primer mes de haber sido liberadas de la hembra, siempre y cuando se introduzcan sustratos artificiales que multipliquen el área-superficial de la unidad experimental, que sirvan como refugios durante las mudas. Por otro lado, Ponce-Palafox *et al.* (2009) mencionan la posibilidad para que *C. quadricarinatus* pueda ser cultivada a altas densidades en cualquiera de sus etapas de vida. La densidad inicial ajustada en el presente estudio fue de 25 org./contenedor (111 org./m<sup>2</sup>), en base a las referencias anteriores.

Como todos los crustáceos, el langostino azul es una especie que puede sufrir amenaza de ataques durante la muda por la vulnerabilidad a que queda expuesta durante dicho proceso, lo cual exige estrategias tecnológicas para su protección como la introducción de refugios artificiales que le confieran tiempo suficiente a fin de endurecer su exoesqueleto (Ackefors *et al.*, 1992). Lo anterior coincide con lo encontrado por Jones y Ruscoe (2001) quienes reportaron que estos organismos habitan preferentemente en refugios naturales durante periodos críticos como el proceso de muda para crecer.

Los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas para el CE, GPD y supervivencia, pero si se detectaron para el peso húmedo y la longitud total desde la tercera biometría. El mejor crecimiento fue registrado para el grupo de malla, T3, (0.32 ± 0.048 g) al final del estudio, lo cual coincide con las observaciones de Jones (1990) probando diversos sustratos en animales más grandes. Es posible atribuir la eficiencia de la malla como refugio a la variedad de tamaño en los pliegues que provee y su característica de separarse en fibras anchas representando lugares potenciales de refugio para los animales, lo cual se comprobó cada vez que los juveniles eran alimentados, ya que cada pliegue de malla era habitada por dos o tres juveniles. Kozák *et al.* (2000) sugieren que la actividad agresiva disminuye con el incremento de refugios lo que coincide con los resultados que se obtuvieron para el tratamiento de malla. Por el contrario, los resultados muestran que cuando no se provee de refugios, la producción se limita debido a un comportamiento más agresivo entre los animales para procurarse un lugar adecuado para su crecimiento (O'Neill (2000), como sucedió con el grupo control.

La supervivencia final no fue afectada por los tratamientos. Algunas coincidencias con respecto a estos resultados fueron reportadas por Pineda (2005), quien cultivó juveniles de camarón de río *Samastacus spinifrons*, sin observar diferencias la supervivencia al introducir diferentes tipos de refugios en los contenedores experimentales. La Figura 4 muestra que la supervivencia fue similar para los 5 tratamientos, fluctuando desde 60 % para el grupo de malla, T3, hasta 49.08 % en el tratamiento control, T1. Sin embargo, estos porcentajes son bajos comparados con los reportados por Gallo-García *et al.*, (2006) y Pérez-Medina (2010), bajo las mismas condiciones de cultivo por el mismo tiempo experimental. Algunas explicaciones para lo anterior se pueden basar en el canibalismo y la genética transmitida de hembras a crías.

Para el primero, King *et al.*, (2000) mencionan que es posible enfrentar problemas intrínsecos cuando se usan contenedores menores a 30 l de capacidad. Es común por ejemplo, que se presenten mortalidades tempranas que reduzcan drásticamente la densidad ajustada, lo cual puede ser atribuible a la fragilidad de las crías (Baskerville-Bridges y Kling, 2000; Blair *et al.*, 2003) y al canibalismo, fenómeno común en especies cuyos estadios primarios de crecimiento muestran una preferencia alimenticia carnívora como es el caso de la langosta azul. Loya-Javellana *et al.*, (1993) mencionan que las crías pequeñas de *C. quadricarinatus* consumen inicialmente zooplancton y material orgánico en el fondo, cambiando sus hábitos a herbívoro mientras crece. Todos los tratamientos mostraron reducción en la supervivencia, pero sin ninguna diferencia ( $p > 0.05$ ) después de un mes de cultivo. No se observaron cadáveres de langostinos al momento de la limpieza diaria, esto se puede atribuir al canibalismo, mismo que en esta especie puede suceder cuando los animales se encuentran en el proceso de la muda (Ponce-Palafox *et al.*, 2009).

Otro aspecto importante que pudiera promover la mortalidad, es la cantidad de animales que son muestreados en las biometrías (Fréchette, 2005). Se corre el riesgo de influir en la supervivencia si todos los animales son extraídos para la realización de las mediciones (longitud y peso), ya que el manejo les produce estrés (Bromage y Roberts, 1995). Para organismos más frágiles como pueden ser los estadios larvarios o crías tempranas de especies marinas, es preferible manipularlas todas hasta el final del ensayo (Wong y Benzie, 2003; Calado *et al.*, 2005; Correia *et al.*, 2005). Esto explica la realización de las biometrías cada semana muestreando solo 10 organismos por cada réplica de los diferentes tratamientos durante el mes. Por otro lado, las mortalidades crean más espacio dejando la posibilidad de que la población de animales pudiera presentar también un mayor crecimiento, pero también una mayor competencia en alimento y espacio (King *et al.*, 2000; Kestemont *et al.*, 2003).

En relación a la genética como factor determinante en la explicación de los resultados obtenidos, es muy común observar un crecimiento heterogéneo, hasta en individuos provenientes de desoves individuales (Ponce-Palafox *et al.*, 2009), donde especímenes de rápido crecimiento y/o machos, imponen su territorio y dominio en el cultivo, promoviendo así la mortalidad por canibalismo. Dicha heterogeneidad en el crecimiento de *C. quadricarinatus* es debida principalmente a la información genética de cada individuo proveniente de los reproductores, es decir, aquella que es transferida de los reproductores a la progenie (Bromage y Roberts, 1995). Por otro lado, es bien aceptado que los machos crecen más rápido y grandes que las hembras (Villarreal y Peláez, 1999). Lo anterior hace énfasis en la importancia de realizar y mantener un programa de selección genético de reproductores al producir esta especie con el objetivo de obtener crías de rápido crecimiento homogéneo.

En general, la introducción de malla en los contenedores de cultivo generó el mejor resultado en el crecimiento de crías tempranas de *C.12*

*quadricarinatus* obteniendo los mejores resultados de crecimiento y supervivencia entre todos los grupos. La falta de refugios artificiales mostró los más bajos valores de todos los parámetros biológicos evaluados. Sin embargo, es recomendable la realización de estudios con sustratos artificiales en conjunción con otros factores como la densidad de cultivo y del tipo y/o cantidad del refugio utilizado. Coincidiendo con Jones y Ruscoe (2001) se concluye que el efecto de los refugios no es aislado, por lo que se recomienda la optimización de todos los factores biotecnológicos de cultivo a la edad estudiada del langostino.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ackefors, H., Castell, J., Boston, L., Raty, L. and Svensson, M., 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research. II. Growth and survival of juvenile crayfish *Astacus astacus* (Linné) fed diets containing various amounts of protein, carbohydrate and lipid. *Aquaculture*, 104, 341-346.
2. Baskerville-Bridges, B. and L. J. Kling., 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. *Aquaculture*, (181): 61-69.
3. Blair, T., J. Castell, S. Neil, L. D'Abramo, C. Cahu, P. Harmon, and Ogunmoye, K., 2003. Evaluation of microdiets versus live feeds on growth, survival and fatty acid composition of larval haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Aquaculture*, (225): 451-461.
4. Bromage, N. R. and Roberts, R. J., 1995. Broodstock management and egg larval quality. Blackwell Science, Oxford, U.K., 424 pp.
5. Calado, R., J. Figueredo, R. Rosa, M. L. Nunes and Narciso, L., 2005. Effects of temperature, density and diet on development, survival, settlement synchronism, and fatty acid profile of the ornamental shrimp *Lysmata seticaudata*. *Aquaculture*, 245: 221-237.
6. Corkum, L. and Cronin, D., 2004. Habitat complexity reduces aggression and enhances consumption in crayfish. *Japan Ethological Society and Springer- Verlag Tokio*: 22:23-27.
7. Correia, M., P. M. Domingues, A. Sykes and Andrade, J. P., 2005. Effects of culture density on growth and broodstock management of the cuttlefish, *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture*, 245: 163-173.
8. Fréchette, M., 2005. A comment on the methodology of stocking experiments. *Aquaculture*, 250: 291-299.
9. Gallo-García, M. C., D. Aceves-Orozco, M. García-Ulloa y Zavala Aguirre, J. L., 2006. Crecimiento y supervivencia de juveniles de *Cherax quadricarinatus* alimentados con dietas mixtas y cultivados en un sistema de recirculación. IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 451-459 pp.
10. García-Ulloa, G. M. and Hernández-Garciabada, F., 2003. Effects of the dietary inclusion of decapsulated *Artemia* cysts on growth and survival of red tilapia (*Oreochromis mossambicus*) fry and its subsequent fingerling production. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 18: 139-151.

11. García-Ulloa G., M., M. C. Gallo-García, J. L. Zavala-Aguirre, J. T. Ponce-Palafox, H. Rodríguez-González y A. M. Góngora-Gómez, 2010. Manual para la producción comercial de juveniles de langostino azul (*Cherax quadricarinatus*) en condiciones de laboratorio: una experiencia de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Groppe Libros, Guadalajara, Jalisco, México. 65 pp.
12. Hutchings, R. W. y Villarreal, H., 1996. Biología y cultivo de la langosta de agua dulce (redclaw) *Cherax quadricarinatus*. Manual de producción. Navimar, S. A. Guayaquil, Ecuador, 400 p.
13. Jones, C., 1990. The biology and aquaculture potential of the tropical freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus*. Queensland Department of primary Industries, Information Series No.Q190028, Brisbane, Queensland, 130 p.
14. Jones, C. and Ruscoe, I., 1996. Production technology for redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*). Fisheries research and-development corporation. Freshwater Fisheries Aquaculture Center Walkamin, Australia. 155 pp.
15. Jones, C. M. and I.M. 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 conditions. *Aquaculture*, 189, 63-71.
16. Jones, C. M and Ruscoe, I. M., 2001. Assessment of five shelter types in the production of Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) under earthen pond conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, 32(1): 41-52.
17. Kestemont, P., S. Jourdan, M. Houbart, C. Melard, M. Paspatis, P. Fontaine, A. Cuvier, M. Kentouri and Baras, E., 2003. Size heterogeneity, cannibalism, and competition in cultured predatory fish larvae: biotic and abiotic influences. *Aquaculture*, 227: 333-356.
18. King, N. J., W. H. Howell, M. Huber and Bengston, D. A., 2000. Effects of larval stocking density on laboratory-scale and commercial-scale production of summer flounder *Paralichthys dentatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31: 436-445.
19. Kozák, P., Kajtman, J., Kouil, J. and Policar, T., 2000. The effect of crayfish density and shelter number on the daily activity of signal crayfish. *Freshwater Crayfish*, 13: 457-462.
20. Lawrence, C. and Jones, I., 2002. *Cherax*. In: *Biology of freshwater crayfish*. (David, M. Holdich ed.). Blackwell Science. U. K. 635-669.
21. León-Ramos, C. 2003. Análisis descriptivo de los componentes operativos en sistemas de recirculación de agua usados en la producción de organismos acuáticos. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, México, 125 p.
22. Loya-Javellana, G. N., D. R. Fielder and Thorne, M. J., 1993. Food choice by free living stages of the tropical crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae: Decapoda). *Aquaculture*, 118: 299-308.

23. Martínez-Córdova, L., 1998. Comportamiento y manejo ecológico de estanques de cultivo de camarón con bajo recambio de agua. Tesis doctoral. CIBNOR. La Paz B. C. S., México.
24. Mbahinzireki, G. B., K. Dabrowski, K. J. Lee, D. El-Saidy and Wisner, E. R., 2001. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. *Aquaculture Nutrition*, 7: 189-200.
25. Meade, M. E. and Watts, S. A., 1995. Weight gain and survival of juvenile Australian crayfish *Cherax quadricarinatus* fed formulated feeds. *Journal of the World Aquaculture Society*, 26 (4): 469-474.
26. Naranjo-Páramo, J., A. Hernández-Llamas and Villarreal, H., 2004. Effect of stocking on growth, survival and yield of juveniles redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery pond. *CIBNOR. La Paz. B.C.S. Aquaculture*, 242: 197-206.
27. O'Neill, D., 2000. Effects of population density and shelter on juvenile *Procambarus clarkie* growth and survival. *Freshwater Crayfish*, 13:597:620.
28. Pérez-Medina, M., 2010. Evaluación de la densidad en el crecimiento y sobrevivencia de crías tempranas de *Cherax quadricarinatus* (Decápoda: Parastacidae) cultivados en un sistema de recirculación. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Autónoma de Guadalajara, Zapopan, México. 57 p.
29. Pineda Z., 2005. Efecto de cuatro tipos de refugios en el crecimiento y sobrevivencia en juveniles de camarón de río del sur, *Samastacus spinifrons*. Tesis de Licenciatura, Universidad Católica de Temuco, Chile. 52 pp.
30. Ponce-Palafox, J. T., J. L., Arredondo-Figueroa, H, Esparza y García-Ulloa, G. M., 2009. Biología, ecología y producción de la langosta de agua dulce. Editorial AGT, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México, D. F. 190 pp.
31. Ricker, W. E., 1979. Growth rates and models. 599-675. In: *Fish Physiology, Volume III Bioenergetics and growth*. New York, Academic Press, (1979): 599-675.
32. Rodríguez-González, D., M. C. Gallo-García y García-Ulloa, M., 2009. Evaluación de tres densidades de juveniles tempranos de *Cherax quadricarinatus* cultivados en un sistema de recirculación. Cartel en el XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar, 5 a 7 de Octubre, 2009, Colima, Colima.
33. Sammy, N., 1988. Breeding biology of *Cherax quadricarinatus* in the Northern Territory. In L. H. Evans and D. O'Sullivan, editors. *Proceedings of the first Australian shellfish aquaculture conference*. Curtin University of Technology, Perth Australia. 79-88 pp.
34. Villarreal, H. y Peláez, J., 1999. Biología y cultivo de langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*. Manual de Producción. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste y Acuacultivos Santo Domingo. 250 p.

35. Villareal, H. y Naranjo-Páramo, J., 2006 Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (Red Claw). Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola. 2 pp.
36. Wong, J. M. and Benzie, J. A. H., 2003. The effects of temperature, *Artemia* enrichment, stocking density and light on the growth of juvenile seahorses, *Hippocampus whitei* (Bleeker, 1855), from Australia. *Aquaculture*, 228: 107-121.
37. Zar, J. H. 1974. *Bioestatistical Analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA, 476 p.

### REDVET: 2012, Vol. 13 N° 3

Recibido 30.05.2011 / Ref. prov. JUN1103B\_RED VET / Revisado 28.11.2011 / Aceptado 15.01.2012  
Ref. def. 031205\_RED VET / Publicado: 01.03.2012

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020212.html>  
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030312/031205.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org>  
y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>