

CULTIVO DEL CAMARÓN MARINO *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) EN AGUA DULCE

Culture of Marine Shrimp *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931) in Freshwater

Ismael Miranda, José Luis Valles, Roselena Sánchez * y Zoraya Álvarez

Centro de Investigaciones Marinas. Departamento de Producción Animal, Programa de Ciencias Veterinarias.
Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Coro, Venezuela. Dirección autor para la correspondencia

* Telf. (0268) 2513776 / E-mail: cyted0658@cantv.net

RESUMEN

El cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) es el rubro más importante de la acuicultura venezolana. Hasta el año 2005, su producción por hectárea en Venezuela era una de las más altas en Latinoamérica. El éxito residía en parte, en la domesticación de la especie y el haber cerrado el ciclo biológico, lo cual le permitió al país mantenerse por más de dos décadas, libre de las enfermedades virales de impacto severo como Taura y Mancha Blanca. Sin embargo, en el año 2005 se confirmó la presencia del virus del Taura, que afectó un 67% del total de granjas en los estados Zulia, Falcón y Nueva Esparta. Las enfermedades han motivado a los camaricultores a buscar alternativas, dentro de las cuales se encuentra el cultivo de camarón marino en agua dulce. Por esta razón, este trabajo tuvo como objetivo el cultivo de camarón (*L. vannamei*) en agua dulce en Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. Las postlarvas (PLs), fueron sembradas en un estanque de 969 m² de superficie. Antes de iniciar el ciclo de cultivo, se analizaron muestras de agua y de los suelos para garantizar que los parámetros recomendados para el cultivo de *L. vannamei* en agua dulce se cumplieran. Las PLs provenientes de un programa de mejoramiento genético fueron sometidas a un período de aclimatación y adaptación al agua dulce durante 58,5 horas. Obtenida la aclimatación se procedió a la siembra de las mismas a una densidad de 42 PLs/m². Durante el cultivo se registraron los parámetros físico-químicos (oxígeno disuelto, salinidad y temperatura). La dieta de los camarones consistió en un alimento balanceado peletizado K-marón 35®. El porcentaje de supervivencia, peso promedio, crecimiento semanal promedio, talla promedio, factor de conversión alimenticia y productividad se registraron mediante muestreos mensuales. Para el análisis de datos se empleó estadística

descriptiva. El cultivo tuvo una duración de 94 días y se registraron los siguientes valores de producción: 65,19% de supervivencia, 10,66 g. de peso promedio, 1,01:1 de factor de conversión alimenticia y un rendimiento de 2.579,98 kg/ha/ciclo. Los resultados demuestran la factibilidad de este tipo de cultivo como una nueva alternativa de producción acuícola para los pequeños-medianos productores en la Península de Paraguaná-Falcón, Venezuela.

Palabras clave: Camarón marino, *Litopenaeus vannamei*, cultivo en baja salinidad, aclimatación.

ABSTRACT

Culture of *L. vannamei* marine shrimp is very important to Venezuelan aquaculture. Until 2005, Venezuelan production by hectare was one of the highest in Latin America. Part of the industry success was built upon domestication of the species and selection of favorable traits and to work under closed cycle conditions, which have led to the possibility to stay free -for more than two decades- of severe viral diseases such as Taura and White Spot virus. However, by 2005 Taura virus was confirmed affecting a total of 67% farms in Zulia, Falcón and Nueva Esparta States. Epidemic diseases have lead to farmers to look for new alternatives, one of which is the culture of marine shrimp in inland low-salinity water. The aim of this present study was to culture *L. vannamei* marine shrimp in inland low-salinity water in Paraguaná, Falcon State, Venezuela. Postlarvae at PL12 stage, were cultured in a 969 m² pond. Before culturing, samples of water and soils were analyzed to accomplish recommended culture parameters for *L. vannamei* in low-salinity conditions. Postlarvae studied came from a genetic program and were acclimated by reducing salinity to 4 ppm through 58.5 hours. Once acclimation was reached, postlarvae were stocked at a density of 42 PLs/m². Physical and chemical parameters were registered during culture (dissolved oxygen, salinity and

temperature). A pellet dry-diet K-maron 35® was given as diet. Survival percentage, average weight, growth rate (g/week), total average length, feed conversion rate and productivity were evaluated through monthly sampling. Data were analyzed through descriptive statistics. *L. vannamei* marine shrimp was cultured during 94 days and the following production data was registered: 65.19% survival, 10.66 gr. average weight, feed conversion factor of 1.01:1 and a productivity level of 2,579.98 kg/ha/cycle. Results show this type of culture is highly feasible and it might become a new alternative for the small-medium local agriculture producers of Paraguaná-Falcón, Venezuela.

Key words: Marine shrimp culture, *Litopenaeus vannamei*, culture in low-salinity, acclimation.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) representa el rubro más importante de la acuicultura venezolana, cuya producción (kg/ha) se ubica entre las más altas de América Latina [2, 8]. El éxito señalado, en parte, ha sido justificado por la utilización durante años de un ciclo cerrado de larvas domesticadas, por medio del cual se obtiene un mejor abastecimiento de larvas de buena calidad y un mayor control de patologías. Gracias al empleo de estos ciclos cerrados de producción durante dos décadas, el país se vio libre de enfermedades virales epizooticas, de impacto severo como las que sufrió el resto del continente americano y que han mermado la producción de la región significativamente [10, 25]. Sin embargo, en marzo del 2005, la Organización Internacional de Epizootias (OIE) informó de granjas infectadas en Venezuela con el Síndrome del virus del Taura (TSV). El 67% de granjas resultaron afectadas en los estados Falcón, Zulia y Nueva Esparta [10]. Mediante transcripción reversa de la reacción en cadena de la polimerasa (RT-PCR) se confirmó la presencia del TSV en el occidente de Venezuela [1]. Esta realidad ha motivado a los acuicultores a buscar alternativas, entre las cuales se encuentra el cultivo de camarón marino en agua dulce (agua de pozo) o tierra adentro. Esta práctica común en Asia se ha estado desarrollando en América y en la actualidad se reportan cultivos en Ecuador, Panamá, México y en Estados Unidos, donde se produce comercialmente *L. vannamei* desde hace 15 años [11, 17]. Durante años, los productores de Centro y Suramérica observaron que, la salinidad en los estanques podía caer drásticamente durante la temporada de lluvias, sin afectar negativamente al crecimiento del camarón *L. vannamei* [20]. Esta condición, debida a la tolerancia de esta especie a aguas con baja salinidad hace posible su cultivo en salinidades desde 28,3 ups hasta 0,5 ups [30, 31]. Para realizar un cultivo tierra adentro, es necesario aclimatar las postlarvas (PIs) a bajas salinidades [26].

Entre las ventajas del cultivo en agua dulce cabe señalar la posibilidad de extender la camaronicultura tierra adentro, lejos de áreas costeras en donde los virus ocurren naturalmente

en el ambiente y en donde, por la distancia entre las granjas, surgen conflictos generados por el uso común de tomas de agua y recirculan efluentes que incrementan la posibilidad de la introducción y la diseminación de patógenos [17]. En Venezuela, hasta el momento no existen publicaciones sobre engorde de postlarvas hasta talla comercial de *L. vannamei* a baja salinidad y utilizando agua de pozo. Sin embargo, en el oriente de Venezuela, se evaluó la aclimatación de postlarvas de *L. vannamei* a baja salinidad durante 24 horas en recipientes de 19 litros de capacidad [4]. Este trabajo tuvo como objetivo realizar el cultivo de camarón blanco (*L. vannamei*) en condiciones de cultivo tierra adentro empleando agua extraída de pozo, durante 94 días en Paraguaná, estado Falcón, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la población de Moruy, Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela, localizada a los 11° 50' 35" de latitud y 70° 00' 40" de longitud (FIG. 1). El agua utilizada provino de un pozo profundo perforado a 90 metros y se le determinaron los siguientes parámetros: oxígeno, pH, salinidad, sólidos disueltos totales, alcalinidad, cloruros, dureza total y los minerales por espectrometría de absorción atómica [3, 35]. La textura de los suelos fue analizada por el método de Bouyoucos-modificado [12]. Estos se realizaron antes de iniciar el cultivo, para garantizar que los parámetros recomendados para el cultivo de *L. vannamei* en agua dulce se cumplieran [23].

Las postlarvas (PI 12) provenían de un plan de mejoramiento genético y fueron sometidas a un periodo de aclimatación al agua dulce durante 58,5 horas. Durante este periodo se logró disminuir gradualmente la salinidad de 24 ups hasta 4 ups. Obtenida la aclimatación se procedió a la siembra a una densidad de 42 PIs/m² en un estanque de tierra de una superficie de 969 m² que fue preparado en cuanto a diseño y construcción, de acuerdo a Treece [32]. Durante el cultivo se realizaron monitoreos diarios de los siguientes parámetros físico-químicos del agua en el estanque: temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y salinidad del agua (ups). Estas mediciones se realizaron tres veces al día, para obtener las fluctuaciones diarias de estos parámetros. La alimentación de las PIs consistió en un alimento concentrado, peletizado K-maron 35® (Purina - Agribands) con cubierta grasa y con valores nutricionales de: proteína de 35%; grasa 4%; fibra 3% y humedad 12%. El cálculo de la ración diaria de alimento siguió las recomendaciones de Molina y col. [24]. El cultivo duró 94 días y durante el mismo, empleando una atarraya de 2,2 m² de área se realizaron muestreos mensuales de 30 individuos para la estimación de supervivencia, peso y talla. Se calcularon los promedios y las desviaciones estándar de los datos obtenidos. A los 94 días, se procedió al vaciado del estanque empleándose un chinchorro (red) de pesca artesanal de 25 m de largo para la cosecha. Se calcularon los parámetros relacionados con la producción: supervivencia (%), peso promedio (gr), crecimen-

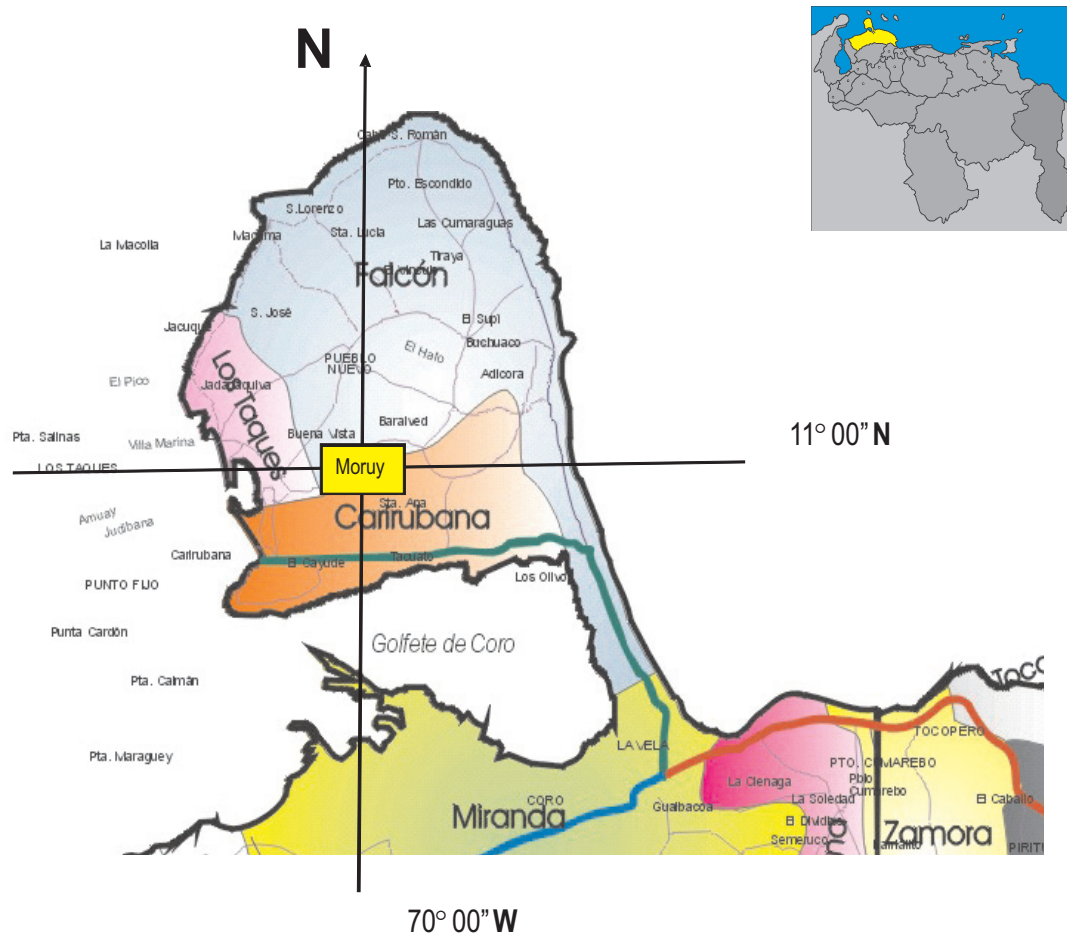


FIGURA 1. UBICACIÓN RELATIVA DE LA LOCALIDAD DE MORUY. ESTADO FALCÓN, VENEZUELA/
RELATIVE LOCATION OF MORUY. FALCON, VENEZUELA.

to semanal promedio (g/sem), talla promedio (cm), productividad (kg/ha/ciclo) e índice de conversión alimenticia (relación kg alimento/kg camarón cosechado) [14, 22, 27].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Davis y col. [11] establecen que, a pesar de que las técnicas del cultivo de camarón en agua de mar son bien conocidas, éstas no son aplicables necesariamente al cultivo en agua dulce -de pozo- y que dos aspectos deben ser considerados para que estos cultivos tengan éxito: 1) la identificación de fuentes de aguas con perfiles adecuados en cuanto a la composición iónica y 2) el desarrollo de técnicas apropiadas de aclimatación de las postlarvas.

La TABLA I presenta los datos de calidad de agua obtenidos en esta experiencia de cultivo de camarón en agua dulce en Falcón, Venezuela y su comparación con los rangos recomendados para el cultivo del *L. vannamei* en agua dulce [7, 34]. El pH se mantuvo ligeramente neutro (7,4). Los resultados del análisis de calidad del agua de pozo en el presente estudio, registraron valores de dureza total de 600 mg/mL, que se encuentran entre los intervalos recomendados. Marcillo [23] indica que

L. vannamei puede ser cultivado en agua dulce, siempre y cuando ésta tenga la dureza necesaria y el correcto balance mineral. Por su parte, Boyd y col. [7] establecen que, el camarón requiere concentraciones específicas de los principales aniones: bicarbonatos, sulfatos y cloruros, así como de los principales cationes: calcio, magnesio, sodio y potasio. Estos autores recomiendan determinar la concentración de estos iones y posteriormente compararlos con perfiles de aguas que han tenido éxito en este tipo de cultivo. Una alta dureza sustituye las carencias del agua de mar supliendo las sales marinas, evitando que el animal sufra de depresión intraosmótica. Granjas en Colima, México reportan rangos de CaCO_3/mL entre 350 y 600 mg [15]. Asimismo, en experimentos de cultivo de *L. vannamei* con agua de pozo en el sur de Estados Unidos, indican que es probable que una reducción de la dureza total del agua (a 300 ups) disminuya la supervivencia de las larvas [20].

La alcalinidad (450 mg/L) del agua de pozo utilizada en este trabajo fue alta, con respecto a lo establecido por Van Wyk y Scarpa [35] y Boyd y col. [7], lo que pudiera ser atribuido a las condiciones climatológicas y edáficas de la zona de estudio. La alcalinidad (que reemplaza al agua salada) recomendada para el cultivo de camarones debe poseer entre 120

TABLA I
COMPARACIÓN DE VALORES DE LOS PARAMETROS DEL AGUA EMPLEADA CON LOS RECOMENDADOS
PARA EL CULTIVO DE CAMARÓN (*L. vannamei*) EN AGUA DULCE/ COMPARISON OF WATER QUALITY PARAMETERS OF WATER
TESTED WITH RECOMENDED PARAMETERS FOR *L. vannamei* CULTURE IN FRESHWATER.

Parámetros	<i>Este estudio</i>	Valores Recomendados (1)	Valores Recomendados (2)
pH	7,0- 8,3	7,0-8,3	7,0-8,0
Dureza Total (como CaCO ₃)	600	>150	
Alcalinidad (mg/L)	450	<100	70
Cloruros (mg/L)	625	>300	380-4.009
Calcio (mg/L)	158	>100	11-296
Magnesio (mg/L)	50	>50	3-64
Sodio (mg/L)	352	>200	401-2.210
Potasio (mg/L)	9,3	-	4-12,4
Hierro (mg/L)	<0,1	<1,0	
Cadmio (mg/L)	<0,1	<10 ppb	
Cobre (mg/L)	<0,02	< 25 ppb	
Plomo (mg/L)	<0,01	<100 ppb	
Cromo (mg/L)	0,4	<100 ppb	
Zinc (mg/L)	<0,1	<100 ppb	

(1) Van Wyk y Scarpa (1999). (2) Boyd y col., 2002.

y 200 mg/L [35]. En regiones semiáridas (como la zona de estudio), la concentración de iones en el agua debido a una alta evaporación puede conducir a una alta alcalinidad [26]. Boyd y col. [7] señalan que, en cultivos empleando agua de pozo con alta alcalinidad en Tailandia se ha observado la precipitación de carbonato de calcio, la cual puede formar incrustaciones dañinas en las postlarvas. Por otro lado, suelos limosos o arcillosos generalmente contienen altas cantidades de carbonato de calcio con altos niveles de alcalinidad, en contraste con suelos arenosos [6]. El análisis de los suelos del estanque de cultivo reveló contenidos de 50% de limo y 37% de arcilla, pudiendo ser clasificados como suelos franco arcilloso-limoso. Desde el punto de vista de permeabilidad de los suelos, la infiltración básica o permeabilidad del suelo de los estanques fue de 0,5 cm/h, lo cual se interpreta como suelos de baja permeabilidad [29] y adecuado a las exigencias del cultivo.

El nivel de cloruros registrado de 625 mg/L fue otro parámetro importante a destacar en la TABLA I. Marcillo [23] y Van Wyk y Scarpa [34] sugieren como concentraciones recomendadas, niveles superiores a los 300 mg/L. Resultados del engorde de *L. vannamei* sin suplementos iónicos en EUA, produjeron ejemplares de 18 a 23 g en aguas con altos niveles de cloruros (700 mg/L) y altos niveles de dureza (500 a 700 mg/L) [20]. Por su parte, los metales hierro, cadmio, cobre, plomo, cromo y zinc, presentaron concentraciones menores a 0,1 mg/L y cumplen con lo recomendado para el cultivo de *L. vannamei* en agua dulce.

Varios autores [7, 19, 26] señalan que, además del oxígeno y la temperatura, los niveles de dureza (calcio y magnesio), alcalinidad, sodio y cloruros son críticos bajo condiciones de baja salinidad. El efecto de estos minerales puede ser decisivo porque participan directamente sobre la osmoregulación, facilidad de la muda y formación de exoesqueletos. Los autores señalados concuerdan en que, si bien la presencia de todos estos iones es importante, las proporciones entre las concentraciones de los diferentes iones pueden aumentar o disminuir la supervivencia de los camarones. En aguas de baja salinidad, a diferencia del agua de mar, el calcio y magnesio pueden ser limitantes y retardar el crecimiento generando animales con exoesqueletos blandos y con dificultades para mudar. Como se observa en la TABLA I, el contenido de CaCO₃ en el agua fue alto (600 mg/L), favoreciendo la disponibilidad de este mineral para los procesos fisiológicos de muda. Con respecto al potasio, bajos niveles (60 ppm) y altos niveles de sodio (145 ppm), resulta en un aumento en la supervivencia [20]. Como puede observarse en la TABLA I, esta proporción se encuentra en el agua de pozo utilizada en esta investigación (bajas concentraciones de potasio= 9,3 mg/L y altas de sodio= 352 mg/L). Asimismo, las concentraciones de los principales iones se encuentran dentro de los valores recomendados para el cultivo de *L. vannamei* a baja salinidad.

Un aspecto fundamental en el cultivo del *L. vannamei* utilizando agua dulce es la aclimatación de las PIs. Por lo general, las larvas de esta especie proceden de laboratorios co-

merciales y transportadas hasta sitios de cultivo en aguas con salinidades superiores a los 15 ups. En consecuencia, para resolver este primer problema, los productores con cultivos en agua dulce deben aclimatar las PIs a las salinidades (y a los perfiles iónicos) de las aguas del estanque de engorde. El período de tolerancia a los cambios de salinidad para la mayoría de las postlarvas de peneidos se ubica entre PI₁₀ y PI₄₀ [30, 33], limitando así el período en el cual el productor puede mantener los camarones antes de la aclimatación y luego engordarlos en estanques utilizando agua de pozo con baja salinidad. El proceso de aclimatación de las postlarvas, en el presente trabajo duró 58,5 horas, durante la cual pasaron de estadio PI 12 a PI 15. Durante este período se logró disminuir la salinidad de 24 ups hasta 4 ups, a una tasa de intercambio de 1 ups cada 3 horas. Autores venezolanos reportan una aclimatación exitosa en aguas de baja salinidad a una relación de 1,5 ups cada hora [4]. Davis y col. [11] sugieren una tasa de intercambio de 4 ups por hora. La aclimatación se logró en menor tiempo en relación a un estudio realizado en Cuba, donde se logró la aclimatación del *L. schmitti* en 5 días, intercambiando la mitad del volumen de agua dos veces por día hasta llegar un valor de 0 ups de salinidad [28]. Períodos más largos se reportan en México donde la adaptación al agua dulce de *L. vannamei* puede tardar de 8 a 10 días [15].

El porcentaje de supervivencia, desde el traslado hasta el final de la aclimatación, en el presente estudio fue de 80%, calificado como muy bueno considerando que el tiempo de traslado desde la fuente de origen fue prolongado (12 horas). Cobo y col. [9] establecen que en general, el tiempo que consume el transporte y la densidad parecen no afectar la supervivencia de PI 12 después del proceso de aclimatación y que la edad de la postlarva si parece ser importante, ya que en términos generales postlarvas PIs 26 mostraron mejores supervivencias que PIs 12 de 80 y 60%, respectivamente.

La TABLA II presenta los parámetros físico-químicos del agua obtenidos en esta experiencia. Durante el cultivo, los registros sobre el control diario indican intervalos de temperatura de 26-32°C, oxígeno disuelto 1,8 a 13,8 mg/L y salinidad de 0 a 5 ups. Los intervalos ideales de temperatura y oxígeno para la camaricultura en agua dulce son: 28 a 32°C y de 5 a 9 mg/L, respectivamente [34]. Registros inferiores a los 5 mg/L de oxígeno disuelto fueron observados especialmente en las mañanas (7:00 am). En el noroeste de Venezuela es frecuente observar una disminución del oxígeno disuelto al amanecer, debido a la ausencia del proceso fotosintético de las algas durante la noche y también a consecuencia del aumento de la actividad metabólica nocturna del camarón [13]. Los valores observados durante este estudio de los principales parámetros físico-químicos del agua cumplen con los requerimientos para establecer un cultivo de *L. vannamei* en agua dulce tierra adentro [34].

La TABLA III muestra los valores de producción obtenidos durante el cultivo de *L. vannamei* en agua dulce de pozo durante 94 días. La supervivencia final obtenida fue de 65,19 ± 14,2%. Laramore y col. [19] mencionan que *L. vannamei* puede

TABLA II
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA DURANTE EL PERIODO DE CULTIVO DE CAMARÓN (*L. vannamei*) EN AGUA DULCE EN FALCÓN, VENEZUELA /
PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS DURING *L. vannamei* SHRIMP CULTURE IN FRESHWATER IN FALCON, VENEZUELA.

Hora	Salinidad (ups)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)
7:00 am	0 – 2,5	1,8 – 11,5	26 – 29,7
	1,11 ± 0,48	5,69 ± 2,04	28,0 ± 0,68
13:00 pm	0 – 5	2,7 – 13,8	28 – 32
	1,11 ± 0,71	9,29 ± 2,85	30,39 ± 0,82
19:00 pm	0 – 3	2,8 – 13,5	28 – 31,5
	1,14 ± 0,54	9,19 ± 2,49	30,03 ± 0,65

TABLA III
VALORES DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DEL *L. vannamei* EN AGUA DULCE EN FALCÓN, VENEZUELA/
PRODUCTION DATA OF *L. vannamei* SHRIMP CULTURE IN FRESHWATER IN FALCON, VENEZUELA.

Parámetros	Valores
Duración del ciclo (días)	94
Área del estanque (ha)	0,0969
Densidad de siembra promedio (PLs/m ²)	42 ± 12,20
Supervivencia promedio (%)	65,19 ± 14,2
Peso promedio (g)	10,66 ± 0,42
Talla promedio (cm)	11,530 ± 0,41
Crecimiento semanal promedio (g/sem)	0,95 ± 0,23
Productividad (kg/ha/ciclo)	2.579,98
Factor de conversión alimentaria (FCA)	1,01 : 1

ser cultivado a una salinidad de 4 ups sin causar diferencias en la supervivencia y el crecimiento comparado con el cultivo a 30 ups. Otros autores [29] no encontraron diferencias de crecimiento entre las PIs de *L. schmitti*, mantenidas a salinidades de 24; 5 y 7 ups; después de 5 días, las postlarvas tenían una longitud total de 7 mm en todos los tratamientos. Lester y Pante [21] indican que una baja salinidad puede favorecer el crecimiento de los camarones mantenidos en condiciones de temperatura alta (como la observada en este trabajo) y altas tasas de alimentación y que el crecimiento de las PIs pudiese ser más afectado a salinidades mayores a 40 ups que a salinidades entre 2 y 10 ups. En el presente trabajo, el porcentaje de supervivencia final de 65,19% resultó superior al alcanzado en Brasil de 45,85% [14], empleando densidades muy similares (40 PIs/m²) y bajo condiciones de baja salinidad. Es interesante observar también como los resultados superan lo reportado por Lira y col. [22] para *L. vannamei* de 58,5% en sistemas semi-intensivos y con agua de mar en el noreste de Brasil. Estos resultados de porcentaje de supervivencia con postlarvas provenientes de un programa de selección genética parecen concordar con Jory [16], quien indica que el origen biológico y las condicio-

nes nutricionales influyen en la calidad de las postlarvas. Como se señaló anteriormente, el porcentaje de supervivencia, desde el traslado hasta el final de la aclimatación, en este estudio fue de 80%. Un aspecto importante sobre la supervivencia alcanzada, lo indican Davis y col. [11] cuando analizando diferentes fuentes de agua de baja salinidad para el cultivo de *L. vannamei*, señalan que las aguas con características adecuadas para la aclimatación de las postlarvas, también fueron adecuadas para la supervivencia de los juveniles.

En relación a la presencia de depredadores como posible causa de mortalidad, durante el cultivo se efectuó la captura de insectos acuáticos, los cuales fueron clasificados en el orden Hemiptera y Coleoptera (*Dysticus verticalis*), siendo los adultos y larvas de este último insecto altamente depredadores de pequeños animales acuáticos incluyendo peces pequeños [5]. Asimismo, se observó la presencia frecuente dentro del estanque, de aves silvestres y domésticas gansos que posiblemente pudieron representar una ruta de riesgo ocasionando una merma de la producción.

El peso final alcanzado y el crecimiento semanal promedio de los ejemplares de *L. vannamei* cultivado en agua dulce de pozo se presenta en la TABLA III. Se alcanzaron pesos finales de $10,66 \pm 0,42$ g a los 94 días de cultivo. Estos resultados son comparables con los obtenidos en Panamá con ejemplares de *L. vannamei*, que alcanzaron pesos de 13 g a los 93 días en el cultivo utilizando agua de río [27]. Mientras que en Ecuador [26] señalan mejores resultados con ejemplares de 15 g luego de 3 meses de cultivo. El crecimiento semanal promedio varió entre 0,75 y 1,16 g/sem con un promedio de $0,95 \pm 0,23$ g superior al alcanzado en experimentos bajo condiciones similares en Brasil que reportan 0,60 g/sem [14], y a los promedios registrados en Ecuador de $0,67 \pm 0,15$ g/sem [23]. El crecimiento de las Pls de *L. vannamei* depende de la edad a la que se siembra, postlarvas jóvenes de 0,05 g presentan una tasa de mayor crecimiento que postlarvas sembradas a mayor edad [19].

La FIG. 2 presenta el registro de tallas alcanzadas en este trabajo e indica una talla final promedio de $11,530 \pm 0,41$ cm. Los resultados revelan que el crecimiento semanal (g) discutido anteriormente, se mostró inversamente proporcional a la talla, lo cual corrobora lo que señalan Molina y col. [24], que durante las primeras etapas de desarrollo, el crecimiento es más rápido y disminuye exponencialmente a medida que el animal se acerca a la madurez. Afirman estos autores que el crecimiento de los camarones peneidos durante los primeros días después de la siembra, puede alcanzar 12-15% diario y se reduce a 1-2% durante las etapas finales.

El rendimiento o productividad alcanzada en este trabajo fue de 2.579,98 kg/ha comparable al promedio nacional de unos 2.700 kg/ha bajo condiciones de cultivo entre 30 y 35 ups de salinidad [18]. Niveles de productividad nacional superiores a los 3.000 kg/ha han sido reportados [13] en granjas de la costa oeste de Falcón, fundamentado en el empleo de una densidad más baja (30 Pls/m²) de animales y 3 tipos de alimentos peleti-

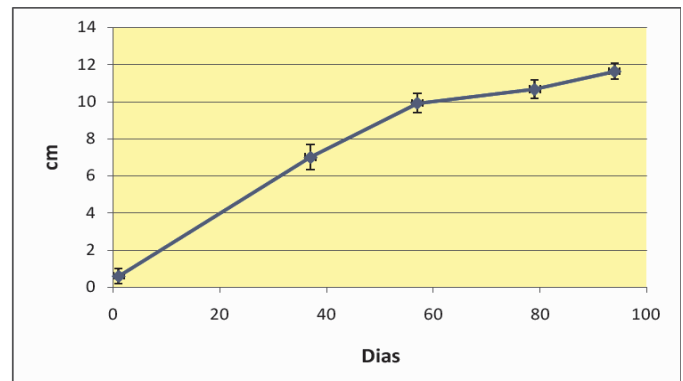


FIGURA 2. CRECIMIENTO (cm) DE POSTLARVAS DE *L. vannamei* DURANTE EL PERÍODO DEL CULTIVO EN AGUA DULCE. FALCÓN, VENEZUELA/ *L. vannamei* POSTLARVAE GROWTH (cm) DURING CULTURE PERIOD IN FRESHWATER. FALCON, VENEZUELA.

zados con niveles iniciales de proteína cruda de 40% y fertilizaciones químicas para el incremento de la productividad primaria que contribuye a la dieta de los camarones.

En Venezuela, la alimentación de los camarones se realiza en la mañana y en la tarde, pocas veces en la noche. En este estudio, la ración diaria fue dada en tres partes, incluyendo una nocturna para favorecer el aprovechamiento del alimento. Molina y col. [24] sugieren que, la actividad alimenticia se incrementa en horas de la tarde y noche para ciertas especies y que en *L. vannamei* ha sido encontrada una conducta alimenticia diurna y nocturna. Los resultados del factor de conversión alimenticia (FCA) alcanzado en este trabajo indican una relación 1,01:1, resultados muy similares a 1,17:1 logrados en Panamá [27]. Valores de FCA menores de 1,5:1 son considerados buenos en cultivos semi-intensivos [23]. En contraste con los resultados obtenidos en este trabajo, experimentos en Brasil de 126 días de duración, reportan factores de conversión mucho más altos de 1,81:1 [14].

CONCLUSIONES

El cultivo del camarón marino *L. vannamei* en condiciones de baja salinidad y con agua de pozo fue realizado con éxito en Paraguaná, estado Falcón, logrando crecimientos y supervivencias comparables con registros comerciales de producción. Estos cultivos en agua dulce están condicionados por numerosas variables pero en particular se requieren fuentes de aguas con adecuados perfiles iónicos y un manejo correcto de las técnicas de aclimatación de las Pls. Al definir las condiciones para el establecimiento de este tipo de cultivo alternativo se puede sentar las bases para obtener la diversificación de la producción agropecuaria en la región. Además permite la ocupación de terrenos no aptos para otras actividades agropecuarias por pequeños-medios productores de camarones en la región.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a la Empresa Aquamarina de la Costa, estado Anzoátegui por la donación de las postlarvas objeto de estudio, al Fundo "La Encantada" en la población de Moruy, estado Falcón por haber construido las piscinas y apoyado la idea de la realización de este trabajo y a la Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda por el apoyo financiero para ejecutar el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AGUADO G., N.; BOADA, M.; DE DONATO, M. Detección del síndrome del virus del Taura (TSV) en *Litopenaeus vannamei* (Boone) del Occidente de Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XVIII (2): 134-141. 2008.
- [2] AGUIRRE, M. La cadena agroalimentaria de alimentos balanceados para acuicultura en Venezuela. Universidad Simón Bolívar. Tesis de Maestría. 29 pp. 2001.
- [3] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION-WATER PROTECTION CONTROL FEDERATION-AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (APHA-AWWA-WPCF). **Métodos normalizados para el análisis de agua potables y residuales**. 17ª Ed. Díaz de Santos (Ed) S.A. Madrid, España. 1816 pp. 1992.
- [4] BALBI, F.; ROSAS, J.; VELASQUEZ, A.; CABRERA, T.; MANEIRO, C. Aclimatación de postlarvas de diferentes edades y criaderos del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) a baja salinidad. **Rev. Biol. Mar. Oceanogr.** 40 (2): 109-115. 2005.
- [5] BORROR, D.; TRIPLEHORN, C.; JOHNSON, N. Order Coleoptera. In: **An introduction to the study of insects**. 7th Ed. Saunders College Publishing, United States. Pp 365-4468. 1989.
- [6] BOYD, C. Calidad del suelo. En: **Manejo de suelo y de la calidad de agua en la acuicultura de piscinas**. Asociación Americana de Soya (ASA). Caracas, Venezuela. 62 pp. 1996.
- [7] BOYD., C.E.; THUNJAI, T.; BOONYARATPALIN, M. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. **Global Aquacult. Advocate** 5 (3): 40 – 45. 2002.
- [8] CLIFFORD, H. Shrimp Farming in Venezuela. **World Aquacult.** 21 (1): 60-61. 1998.
- [9] COBO, M.L.; HEISE, C.; SANTACRUZ, J. Effect of transport and acclimation on the survival of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. **World Aquaculture 2003**. World Aquaculture Society. Salvador, Bahia. 05/19-23. Brasil. 858pp. 2003.
- [10] CONROY, G. The Taura Syndrome Virus has appeared in Venezuela. **Panorama Acuic.** 11 (1): 42-44. 2005.
- [11] DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; MCGRAW, W. J.; ROUSE, D. B. Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. **Avances en Nutrición Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola**. Cancún, Quintana Roo. 3-6/09. México 73-90 pp. 2002.
- [12] DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. In: **Methods of Soil Analysis**. Black, C. A. (Ed). Madison, American Society of Agronomy. Vol. 1. 545-567 pp. 1965.
- [13] DUARTE, J. Recambio de agua preventivo para evitar la depleción de oxígeno en granjas semi intensivas de camarón al noroeste de Venezuela. **Memorias VI Congreso Venezolano de Acuicultura. II Congreso Nacional de Camaronicultura. III Seminario Internacional para el Desarrollo de la Acuicultura en la Amazonia**. San Cristóbal 10/ 09-11. Venezuela: 165-176 pp. 2002.
- [14] FAÇANHA, S.; PINHIRO, S.; DE ABREU, V. Rearing of shrimp species *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931, in oligohaline water with focus on the evaluation of two different commercial feeds in the diet. **World Aquacult. 2003**. World Aquaculture Society. Salvador, Bahia. 05/19-23. Brasil. 258pp. 2003.
- [15] GUTIÉRREZ, M. Cultivo de camarón en agua dulce: la nueva frontera. **Panorama Acuic.** 3(6): 32-33. 2001.
- [16] JORY, D. How good are your postlarvae? **Aquacult. Mag.** 26 (5): 69-73. 2000.
- [17] JORY, D.E.; CABRERA, T. R.; DUGGER, D. M. Inland shrimp farming potential and constraints. **World Aquaculture 2003**. World Aquaculture Society. Salvador, Bahia. 05/19-23. Brasil: Pp 385. 2003.
- [18] JORY, D.; CABRERA, T.; POLANCO, B.; MILLÁN, J.; ROSAS, J.; GARCIA, E.; SÁNCHEZ, R.; USECHE, M.; AGUDO, R.; ALCESTE, C. Aquaculture in Venezuela: Current status and perspectives. **World Aquacult.** 29 (3): 20-67. 1999.
- [19] LARAMORE, S.; LARAMORE, C. R.; SCARPA, J. Effect of low salinity on growth and survival of postlarva and juvenile *Litopenaeus vannamei*. **J. World. Aquacult. Soc.** 32 (4): 385-392. 2001.
- [20] LARAMORE, S.; SCARPA, J.; MCGRAW, B. Concentración de iones requerida para el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en agua dulce. 2003. **Panorama Acuicola Magazine**. On-line. http://www.panoramaacuicola.com/noticia.php?art_clave=86 22-09-03.
- [21] LESTER, L.; PANTE, J. Penaeid temperature and salinity responses. In: **Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Development in Aquaculture and Fisheries Science**. Fast A. and L. Lester (Eds). Elsevier Publishers, USA, Pp 515-534. 1992.

- [22] LIRA JR., G.P.; AMARAL, R.; MOURA, V.F.; ROCHA, I.; CORREIA, E.S. Performance evaluation of *Litopenaeus vannamei* marine shrimp in intensive and semi-intensive farming systems. **World Aquacult.** 2003. World Aquaculture Society. Salvador, Bahia. 5/19-23. Brasil 423-424pp. 2003.
- [23] MARCILLO, F. Cultivo de camarón Tierra adentro en Ecuador. **Panorama Acuíc.** 7 (1): 52 – 55. 2001.
- [24] MOLINA P., C.; MARTÍNEZ C., L.R.; QUADROS S., W. Alimentación suplementaria y manejo de la alimentación natural. En: **Estado Actual y Perspectivas de la Nutrición de los Camarones Peneidos Cultivados en Iberoamérica.** Rosas, C.; Carrillo, O.; Wilson, R.; Andreatta, E.R. (Eds). Programa CYTED-Universidad Autónoma de México. México, D.F. Pp 231-275. 2006.
- [25] MORALES Q., V.V.; MORALES R., R. Síntesis regional del desarrollo de la acuicultura. 1. América Latina y el Caribe – 2005. FAO Circular de Pesca. N°. 1017/1. Roma, FAO. 177 pp. 2006.
- [26] NUNES, A.J.P.; VELASQUEZ L., C. Low-salinity, inland shrimp culture in Brazil and Ecuador: economic, diseases issues move farms away from coasts. **Aquacult. Adv.** 4 (3): 62-64. 2001.
- [27] PÉREZ A., H. Primera experiencia en el cultivo de camarones marinos (*Litopenaeus vannamei*) en agua dulce en Panamá. 2006. **Simposio Internacional de Acuicultura “Experiencias en América Latina”.** Fundación CENAIM-ESPOL-Universidad de Costa Rica. Costa Rica. En Línea. [Http://webserv-mida.mida.gob.pa/CYTED/CYTED%20PDF/simposio/PRESENTACION%20HUGO%20PEREZ1.pdf](http://webserv-mida.mida.gob.pa/CYTED/CYTED%20PDF/simposio/PRESENTACION%20HUGO%20PEREZ1.pdf). 14-7-08.
- [28] PÉREZ, L.; JAIME, B.; SÁNCHEZ, A. Adaptación al medio dulceacuícola de postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus schmitti* a escala de laboratorio. **El Acuicult.** 2: 13-15. 2003.
- [29] PLA SENTIS, I.; DAPPO, Q. Estimación de la calidad de aguas en Riego. En: **Sistema racional para evaluación de calidad de agua para riego.** 2ª Ed. Fundación para el Desarrollo de la Región Centrooccidental (FUDECO). Barquisimeto, Venezuela. 49 pp. 1975.
- [30] ROSAS, C.; OCAMPO, L.; GAXIOLA, G.; SÁNCHEZ, A.; SOTO, L.A. Effect of salinity on survival, growth, and oxygen consumption of postlarvae (Pl₁₀-Pl₂₁) of *Litopenaeus setiferus*. **J. of Crust. Biol.** 19: 244-251. 1999.
- [31] SMITH, L. L.; LAWRENCE, A. L. Feasibility of penaeid shrimp culture in inland saline groundwater-fed ponds. **The Texas J. of Sci.** 42:3-12. 1990.
- [32] TREECE, G.D. Diseño y Construcción de Estanques. En: **Métodos para Mejorar la Camaronicultura en Centroamérica.** Haws, M. C. y Boyd, C. E. (Eds.). 1ª. Ed. Imprenta UCA, Managua, Nicaragua. Pp 49-90. 2001.
- [33] TSUZUKI, M. Y.; CAVALLI, R. O.; BIANCHINI, A. The effects of temperature, age, and acclimation to salinity on the survival of *Farfantepenaeus paulensis* postlarvae. **J. World. Aquacult. Soc.** 3:459-468. 2000.
- [34] VAN WYK, P.; SCARPA, J. Water quality requirements and management. Chapter 8. In: **Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems,** Van Wyk, P.; Davis, M.; Laramore, R.; Main, K.; Mountain, J.; Scarpa, J. (Eds). Harbor Branch Oceanographic Institution. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Florida, Pp 141-162. 1999.
- [35] VINATEA, L. Princípios químicos da qualidade da água. En: **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura.** 2ª Ed. Editora da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, Pp 1-166. 2003.