

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
México

2010

CULTIVO INTENSIVO DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei* (BOONE) EN AGUA DE POZO DE BAJA SALINIDAD COMO ALTERNATIVA ACUÍCOLA PARA ZONAS DE ALTA MARGINACIÓN

Wenceslao Valenzuela Quiñonez, Gerardo Rodríguez Quiroz y Héctor M. Esparza Leal
Ra Ximhai, enero-abril, año/Vol. 6, Número 1
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 1-8



e-revist@s



CULTIVO INTENSIVO DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus vannamei* (BOONE) EN AGUA DE POZO DE BAJA SALINIDAD COMO ALTERNATIVA ACUÍCOLA PARA ZONAS DE ALTA MARGINACIÓN

INTENSIVE CULTURE OF WHITE SHRIMP *Litopenaeus vannamei* (BOONE) AT LOW-SALINITY WELL WATER AS ALTERNATIVE TO POUR AREAS

Wenceslao Valenzuela-Quiñonez¹; Gerardo Rodríguez-Quiroz¹ y Héctor M. Esparza-Leal¹

¹ Profesor-Investigador. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-IPN, Guasave, Sinaloa, MEXICO. Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes No. 250. Col. San Joachin, C.P. 81101, Guasave, Sinaloa. Teléfono: +687-872-9626, Fax: +687-872-9625. hparza@ipn.mx

RESUMEN

En zonas de alta marginación alejadas de la costa una alternativa puede ser el cultivo de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. El presente estudio se enfocó en la determinación del potencial de diferentes fuentes de agua subterránea de baja salinidad, ubicadas en cuatro regiones ((T₁), 25.43° N, 108.44° W; (T₂), 25.48° N, 108.37° W; (T₃), 25.60° N, 108.40° W y (T₄) 25.64° N, 108.51° W) del municipio de Guasave, para cultivar el camarón blanco. Se realizó un ciclo de cultivo experimental con cada una de las cuatro fuentes de agua durante 12 semanas, a la par de un cultivo con Agua Marina. Se manejaron tres réplicas por cada tratamiento, en cada una de ellas se sembraron 200 orgs/m². Los resultados mostraron que la composición iónica de las diferentes fuentes de agua fueron alta en bicarbonato (268 a 314.0 mg/L) y baja en potasio (0.58 a 4.74 mg/L). Se determinó que el peso promedio final no presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos manejados con las cuatro fuentes de agua subterránea, pero sí entre estos y el cultivo realizado en agua marina, siendo en este último donde se observó un mayor peso promedio final (8.75 g). El menor crecimiento (6.78 g) se presentó en el cultivo con agua de la fuente de T₃. La diferencia en la concentración de iones, esto no se vio reflejado en la sobrevivencia y peso de los organismos. Aunque el valor de dichas variables fue mayor cuando los organismos se cultivaron en agua marina. Los resultados obtenidos indican que sí es posible realizar cultivos de camarón con agua subterránea de baja salinidad para zonas de alta marginación, con el fin de incrementar el nivel de vida población de estas áreas.

Palabras clave: Camarón blanco, Acuicultura, post-larvas.

SUMMARY

In pour areas, forward the coast zone, an alternative of relevant importance is shrimp farming of *Litopenaeus vannamei*. This study is focused on determining the potential of four different sources of groundwater of low salinity located in different regions (T₁), 25.43° N, 108.44° W; (T₂), 25.48° N, 108.37° W; (T₃), 25.60° N, 108.40° W y (T₄) 25.64° N, 108.51° W) of Guasave, Sinaloa, to culture the white shrimp. A pilot crop cycle was completed, with each of the four sources of water for 12 weeks, and a testing crop with seawater. Three replicates for each treatment with 200 shimp/m² each. The results showed that the ionic composition of the different sources of water were high in bicarbonate (268 to 314.0 mg/L) and low potassium (0.58 to 4.74 mg/L). An average weight did not present

statistically significant differences between treatments managed with the four sources of groundwater, but between these treatments and the seawater assay, this last treatment has a higher final mean weight (8.75 g). Source T₃ has the lowest growth (6.78 g). Differences in the concentration of some ions of the different sources of water do not alter shrimp survival and final. Although shrimp culture in seawater had better values. This results show that it is possible to culture shrimp into groundwater of low salinity, as alternatives to increase employment level and income for the people of these areas.

Key word: White shrimp, Aquaculture, post-larvae.

INTRODUCCIÓN

La industria del cultivo de camarón es una actividad económica relevante a nivel mundial y nacional. En la última década esta actividad ha disminuido su desarrollo por el impacto de enfermedades causadas por los virus, mismos que han establecido en los sistemas donde se abastecen de agua las granjas de camarón. Como alternativa, para aminorar el impacto de estas enfermedades infecciosas se ha impulsado el cultivo de camarón con agua subterránea de baja salinidad y, en años recientes se ha desarrollado en diversas regiones de Estados Unidos de Norteamérica (McGraw *et al.*, 2002), Ecuador, Tailandia (Saoud *et al.* 2003; Roy *et al.*, 2007), China (Cheng *et al.*, 2005) y México (Tamayo, 1998). Lo cual da pauta para empezar a realizar estudios relacionados con la factibilidad de cultivar el camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone) con agua subterránea de baja salinidad.

Una de las limitantes para desarrollar este tipo de cultivo es la composición iónica de la fuente de agua, lo cual implica que en principio los estudios se deben de avocar a determinar la factibilidad de crecimiento y sobrevivencia de esta especie en diferentes fuentes de agua que potencialmente contengan diferente perfil iónico.

Experiencias de campo y algunos estudios indican que los principales iones limitantes para el crustáceo en mención son el potasio, sodio y magnesio (Zhu *et al.*, 2004).

Con respecto a la salinidad, se ha determinado que el camarón *L. vannamei* puede tolerar un amplio intervalo de esta, pasando desde condiciones de agua dulce (0.5–2.0 g/L) hasta hipersalinas (60 g/L) (Stern *et al.*, 1990; Saoud *et al.*, 2003). Boyd (1989) reportó que salinidades entre 15 y 25 g/L son ideales para este crustáceo. Samocha *et al.*, (2004) mostraron que este crustáceo cultivado con agua de baja salinidad (<3 g/L), crece hasta 14 g mientras que Davis *et al.*, (2004) usando agua de menor salinidad (2.0 g/L) alcanzaron a producir 12 toneladas/ha. Experiencias en México indican que a nivel comercial, éste crustáceo puede cultivarse exitosamente en agua de baja salinidad (0.5-5.0 g/L) (Tamayo 1998; Van Wyk *et al.*, 1999).

A nivel de campo, donde potencialmente se pueden establecer cultivos de camarón con agua subterránea, la composición iónica y salinidad del agua puede variar entre sitios, por lo que en algunas regiones las fuentes naturales de agua de baja salinidad no pueden ser usadas directamente para el cultivo de camarón (Davis *et al.*, 2002; Saoud *et al.*, 2003; Zhu *et al.*, 2006). A nivel comercial, existe poca información publicada con respecto a sus tasas de crecimiento y sobrevivencia cuando se cultiva con agua de pozo o agua superficial de baja salinidad y diferente perfil iónico del agua. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue: Determinar el efecto de cuatro fuentes de agua subterránea de baja salinidad y diferente composición iónica, sobre el crecimiento y sobrevivencia de juveniles de camarón blanco *L. vannamei* cultivado a alta densidad de siembra, con el fin de determinar la posibilidad de desarrollar esta biotecnología en zonas de alta marginación, donde se requiere impulsar proyectos productivos que aceleren las fuentes de ingreso de la población de dichas áreas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y características iónicas del agua

El experimento se realizó con de agua de pozo

de baja salinidad y diferente composición iónica (DAPYCI), colectada en cuatro regiones del municipio de Guasave, Sinaloa, México, que para efectos de este estudio las denominamos como (T₁), (T₂), (T₃) y (T₄) y, cuya ubicación geográfica es (T₁), 25.43° N, 108.44° W; (T₂), 25.48° N, 108.37° W; (T₃), 25.60° N, 108.40° W y (T₄) 25.64° N, 108.51° W, respectivamente. Todos las áreas se encuentran ubicadas en los márgenes de la Cuenca del Rio Sinaloa (25.3-26.5°N; 106.7-108.5°W). Los pozos de donde se extrajo el agua tenían una profundidad de 5 a 7 metros.

Diseño experimental

Los experimentos se diseñaron para comparar el efecto de las DAPYCI sobre las tasas de crecimiento y sobrevivencia de juveniles de camarón blanco *L. vannamei*, a una densidad de siembra de 200 organismos/m². Los cultivos se realizaron en invernadero, se usaron 15 unidades experimentales de fibra de vidrio (1.0-1.0-0.65 m) que funcionaban como sistemas independientes. Se asignó aleatoriamente tres réplicas para cada uno de los tratamientos. Como control (T_m), se cultivó camarón en agua marina (34.0 ± 0.5 g/L) bajo las mismas condiciones de los tratamientos. La calidad del agua de cada una de las unidades experimentales se cambió diariamente del 5 al 10 % del agua.

Protocolos de siembra y cultivo

Se obtuvieron post-larvas de camarón (PL₁₂) de un laboratorio comercial y se sembraron en un tanque de fibra de vidrio (Dimensiones: 4x1x0.65 m, Capacidad: ≈2,600 L) a 10 camarones/L. Se mantuvieron un período de tres días, en 34 ± 0.5 g/L, con flujo constante de agua (0.6 L/min) y aireación. Posterior a éste período, los camarones (PL₁₅) se contaron, aclimataron y sembraron (PL₁₈, 0.02 ± 0.005 g) en los tanques, según correspondiera a cada tratamiento.

Los camarones se aclimataron antes de iniciar los experimentos, pasándolos de agua marina (34.0 ± 0.5 g/L) al agua de la correspondiente DAPYCI: T₁ = 0.52 ± 0.09, T₂ = 0.88 ± 0.12, T₃ = 0.52 ± 0.08 y T₄ = 0.72 ± 0.08 g/L, a una tasa de cambio de 0.5 g/L/h (Laramore *et al.*, 2001; McGraw *et al.*, 2002; McGraw y Scarpa, 2004).

Se alimentaron tres veces por día (08:00, 12:00 y

16:00 h) con alimento comercial (40 % de proteína y 8 % de lípidos). La tasa de alimentación para cada tanque se ajustó semanalmente dependiendo de la cantidad de alimento no consumido (Cuadros y Beltrame, 1998). Se inició con una tasa de alimentación de 18-23 % de la biomasa estimada a PL_{18} , reduciendo ésta ración progresivamente hasta 2-4 %, cuando los organismos mantenían un peso promedio de 8.8 g.

Análisis de iones mayores y calidad del agua

En cada réplica se registró dos veces por día (08:00 y 16:00 h) la temperatura, oxígeno disuelto (OD), pH y salinidad, usando un termómetro de mercurio estándar, un oxímetro YSI 55 (Yellow Springs Instruments, USA) y un potenciómetro Hanna 213 (Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA), respectivamente. En el caso de la salinidad, ésta se registró con un refractómetro cuando fue mayor a 3 g/L y por conductividad cuando fue menor a 3 g/L. Cuando la concentración de salinidad fue medida por conductividad, las conversiones a salinidad se realizaron utilizando el criterio reportado por Boyd *et al.*, (2002).

Se tomaron muestras de agua de cada uno de los tanques, cada 15 días, para analizar la concentración de nitritos, nitratos y amonio con los métodos propuestos por Arredondo-Figueroa y Ponce-Palafox (1998). Durante el desarrollo experimental a todos los tanques se les realizaron algunas evaluaciones intermitentes de la concentración de OD y amonio, con el fin de mantener niveles equivalentes de la calidad del agua entre tratamientos mediante aireación y recambio de agua.

Se tomaron muestras de agua (500 mL c/u) de dos tanques por cada tratamiento, cada 15 días y se transportaron a un laboratorio certificado por la autoridad Federal de México (Reg. CNA. No. CAN-GSCA-440), con el fin de analizar la concentración de los iones mayores (bicarbonatos, cloro, sulfato, calcio, magnesio, potasio y sodio) con el protocolo estándar propuesto por Clesceri *et al.*, (1998).

Crecimiento, sobrevivencia y producción

Cada semana, se colectaron aleatoriamente 50 camarones de cada uno de los tanques, con el fin

de registrar su peso y el crecimiento por tratamiento. Después de 84 días de cultivo, se cosecharon, contaron y se pesaron los organismos de todos los tanques. Se estimó la sobrevivencia (%), crecimiento promedio final (g), tasa de crecimiento (g/semana) y producción (kg/m^2) por tratamiento.

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa SAS (Versión 6.1, SAS Institute, Cary, NC, USA). Los datos (crecimiento, producción, sobrevivencia, valores de calidad del agua y concentración de los iones mayores) se analizaron con un análisis de varianza, para determinar si existían diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). Con la prueba de Student-Newman-Keuls de intervalos múltiples, se compararon los datos entre tratamientos con el fin de evaluar entre cuales existían diferencias.

RESULTADOS

Calidad del agua

Durante el trabajo experimental, las variables de calidad del agua se mantuvieron similares en todos los tratamientos, excepto por la salinidad. Los promedios de temperatura, OD y pH fueron de 26.5°C, 5.9 mg/L y 8.0, respectivamente. Las concentraciones mínimas y máximas de amonio fueron de 0.26 a 0.31 mg/L, nitrito 0.28 a 0.32 mg/L, nitrato 0.73 a 0.77 mg/L y fósforo reactivo 1.5 a 1.7 mg/L. Las variables anteriores no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). La salinidad del tratamiento control (T_m) se mantuvo en un promedio de 34.0 g/L, mientras que en el resto de los tratamientos la salinidad vario de 0.52 ± 0.09 (T_1), 0.52 ± 0.08 (T_3), 0.72 ± 0.08 (T_4) hasta 0.88 ± 0.12 g/L (T_2). Las salinidades fueron estadísticamente diferentes ($p < 0.05$) entre los tratamientos: T_1 - T_3 con T_2 - T_4 y los dos anteriores a T_m .

Composición iónica del agua

En cada uno de los tratamientos (DAPYCI) la concentración iónica del agua presentó diferencias significativas ($p < 0.05$), excepto entre el bicarbonato (Cuadro 1). La concentración de bicarbonato de los DAPYCI fue mayor que la registrada en el agua marina (T_m) y, presentó valores entre 314.6 (T_4) y 268.4

mg/L (T₁).

La proporción iónica de Na/K y Mg/K registrada en el T₁ fue la más cercana a la que se presentó el agua de mar (T_m). Mientras que en los tratamientos T₃ y T₄, los valores de estas relaciones fueron mucho más altos que el observado en el T_m. El cociente de la relación Ca/K fue mayor en los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ que en el T_m como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Relación iónica de las cuatro fuentes de agua subterránea y agua marina, presentada durante el desarrollo experimental.

Relación iónica (mg/L)	Fuentes de agua (tratamientos)				
	A (T ₁)	B (T ₂)	C (T ₃)	D (T ₄)	Control* (T _m)
Na/K	37.9:1 ^b	8.6:1 ^a	185.9:1 ^d	88.6:1 ^c	14.8:1 ^b
Ca/K	14.1:1 ^b	35.1:1 ^c	48.3:1 ^c	49.1:1 ^c	0.83:1 ^a
Mg/Ca	0.26:1 ^a	0.71:1 ^b	1.13:1 ^b	0.54:1 ^a	2.9:1 ^c
Mg/K	3.7:1 ^a	25.1:1 ^b	54.5:1 ^c	26.5:1 ^b	2.4:1 ^a
² K ratio	0.60 ^b	0.54 ^b	0.11 ^a	0.22 ^a	1.64 ^c

Superíndices diferentes en un renglón indican diferencias significativas ($p < 0.05$). *Agua marina.

Crecimiento, sobrevivencia, y producción

Los camarones cultivados con las DAPYCI (T₁, T₂, T₃ y T₄) no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en cuanto al crecimiento, sobrevivencia y producción (Figura 1). Pero, si se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre estos y los cultivados con agua marina, (T_m). Después de 84 días de cultivo, el mayor incremento de peso promedio final (8.75 ± 1.11 g; Figura 1a), tasa de crecimiento semanal (0.74 ± 0.08 g/semana; Figura 1b), producción (1.51 ± 0.18 kg/m² Figura 1c) y sobrevivencia (85.55 ± 4.13 %; Figura 1d) se registró en el tratamiento control (T_m).

Mientras que el menor crecimiento del peso promedio final (6.78 ± 1.65 g; Figure 1b), tasa de crecimiento semanal (0.57 ± 0.13 g/semana) y producción (1.08 ± 0.15 kg/m²; Figura 1d) se registró en el T₃. La menor sobrevivencia se registró en el T₄ (76.35 ± 3.69 %) (Figura 1d).

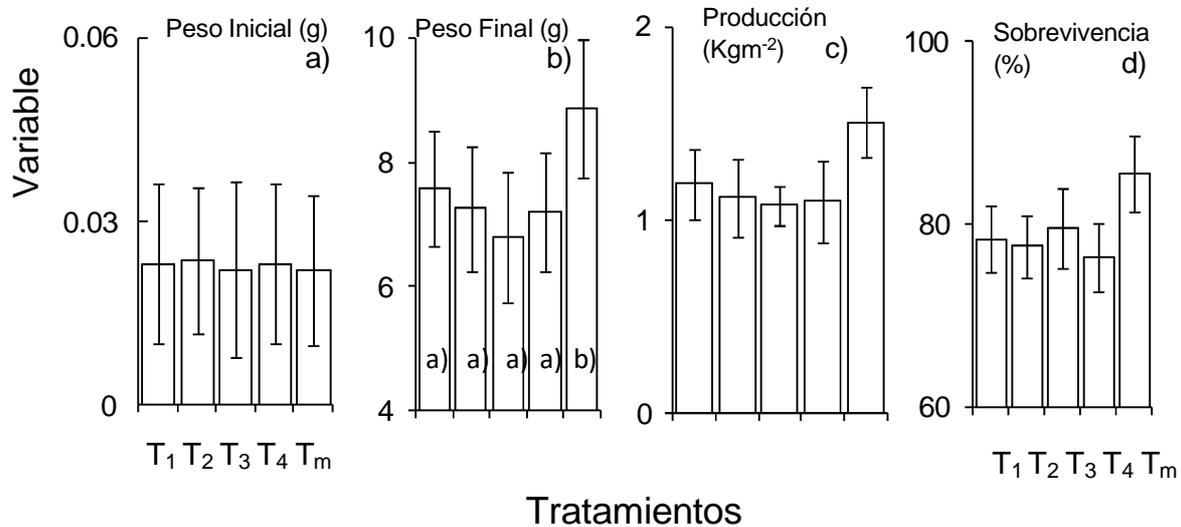


Figura 1. Media ± ES de los bioindicadores productivos del camarón *Litopenaeus vannamei* cultivado con agua subterránea de baja salinidad y agua marina (control), usando PL₁₈ (0.02 g) sembradas a densidad de 200 camarones·m⁻² por 84 días. T₁ = A; T₂ = B; T₃ = C; T₄ = D; T_m = Agua marina (control). Superíndices diferentes en un renglón indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Calidad del agua

Las variables de calidad del agua (temperatura, OD, pH, amonio, nitritos, nitratos y fósforo reactivo) se controlaron lo mejor posible durante el presente experimento para generar las condiciones adecuadas en el cultivo de los juveniles de camarón *L. vannamei*. Los valores registrados fueron adecuados para el cultivo de esta especie y semejantes a los reportados por otros autores (Arredondo-Figueroa y Ponce-Palafox, 1998; Saoud *et al.*, 2003).

Crecimiento

Tamayo, (1998) y Van Wyk *et al.*, (1999) confirmaron que el camarón blanco *L. vannamei* puede crecer en agua de baja salinidad. En el presente trabajo ésta especie fue cultivada con salinidades <1.0 g/L, en cuatro DAPYCI alcanzando tasas de crecimiento de 0.57 (T₃) hasta 0.67 g/semana (T₁), mientras que en el control (T_m) donde se cultivó bajo las mismas condiciones pero con agua marina (34.00 g/L), los camarones crecieron con una tasa de crecimiento de 0.74 g/semana. Estudios realizados con agua marina muestran que el camarón blanco puede crecer hasta 1.19 g/semana, en densidades de 223-299 camarones/m² (Robertson *et al.*, 1992). En la naturaleza ésta especie es capaz de crecer 1.4 g/semana a densidades de 2-3 camarones/m² (Menz y Blake 1980, citado por Wyban y Sweeney, 1989).

No se observaron diferencias significativas en el crecimiento de este crustáceo cuando fue cultivado con las DAPYCI a pesar de que las fuentes de agua presentaron diferente perfil iónico. El menor crecimiento se obtuvo en el T₃ (0.57 g/semana), donde las concentraciones de potasio y calcio fueron más bajas (0.58 y 28.00 mg/L, respectivamente).

Se ha reportado que el agua de pozo aun cuando provenga de un mismo acuífero si se extrae en diferente zona, no mantiene constante ni la salinidad ni el perfil iónico (Boyd y Thunjai, 2003) y, cuando se cultiva con agua de pozo, la regla de la constancia de la salinidad y perfil iónico no aplica para los diferentes acuíferos, por lo que la salinidad del agua de los pozos no

necesariamente es el factor principal a considerar para decidir si el agua es apropiada o no para cultivar camarón (Saoud *et al.*, 2003).

En el presente estudio fue posible observar una tendencia de mayor crecimiento del camarón conforme los valores de las relaciones Na/K and Mg/K (T₁; 37.91 y 3.68 respectivamente) se asemejaron a la del agua marina (T_m: 14.8 and 2.4, respectivamente). Por lo cual, aunque es posible vislumbrar que sí se puede cultivar el camarón con agua subterránea de baja salinidad, se requieren estudios adicionales con agua de baja salinidad (< 1g/L), con el fin de conocer las proporciones óptimas de los iones mayores para mantener el mayor crecimiento y sobrevivencia de este crustáceo.

Sobrevivencia

Las diferencias entre la sobrevivencia de los camarones cultivados con las DAPYCI no fueron significativas ($P > 0.05$). En relación al cultivo comercial, las sobrevivencias obtenidas (76.35-78.36 %), fueron adecuadas. A nivel intensivo en condiciones marinas el camarón blanco mantiene una sobrevivencia promedio de 80% (Sandifer *et al.*, 1988; Wyban and Sweeney, 1989). En este trabajo fueron alrededor de 9 % más bajas que las registradas en el T_m (85.55 %).

Son escasos los reportes publicados que se enfocan en la sobrevivencia de los juveniles de camarón blanco bajo condiciones de baja salinidad. Bray *et al.*, (1994) y Samocha *et al.* (1998) no encontraron diferencias significativas en la tasa de sobrevivencia de camarones de 2g cultivados entre 5-40 y 2-8 g/L, respectivamente. Ogle *et al.* (1992) realizaron experimentos con post-larvas PL₂₂ de camarón blanco durante 30 días, encontrando diferencias significativas en la sobrevivencia cuando los organismos se mantuvieron entre 2 y 16 g/L, pero no cuando se mantuvieron entre 4 y 16 g/L. Los juveniles exhibieron una mejor sobrevivencia en baja salinidad (100% en 2 g/L) que las postlarvas de 0.05 y 0.35 g (29 y 14%, respectivamente, en 2 ups).

Atwood *et al.*, (2003) reportaron que las post-larvas de *L. vannamei* sobrevivieron en una solución a la cual se le adicionó 1 g/L de sal y

después de que a ésta solución se le añadió 4 g/L de CaCl₂ ó 2 g de CaCl₂ y de 2 g NaCl y alcanzó una salinidad de 5 g/L. Las post-larvas no sobrevivieron cuando a ésta solución se le adicionó 4 g de NaCl₂. La razón aparente fue que la proporción de sodio con relación a algún otro ion fue demasiado alta, lo que influyó sobre la sobrevivencia de las post-larvas. En este sentido Zhu *et al.*, (2004) demostraron que un alto valor de la razón Na/K en agua de mar induce una pobre sobrevivencia de *L. vannamei*. El presente estudio los valores de la razón Na/K de los tratamientos con las DAPYCI fueron más altos que los que se registraron en el agua marina (T_m), excepto los del tratamiento T₂, pero la sobrevivencia no se vio afectada significativamente.

Aunque, en el T₂ el valor de la razón Na/K fue más bajo que los registrados en el agua marina y el resto de las DAPYCI, la sobrevivencia solamente fue 8% más baja. En el T₂ se registraron concentraciones de cloro, sulfato, calcio y magnesio más altas que en T₁, T₃ y T₄. Lo que confirma que aparte del valor de la razón Na/K, es importante la concentración de cada uno de los iones mayores.

CONCLUSIONES

El cultivo de camarón blanco *L. vannamei* es factible en agua subterránea de baja salinidad. En tal sentido, una de las siguientes etapas en las que se debería de poner énfasis, es en el desarrollo de proyectos piloto en zonas de alta marginación, donde a nivel de campo se evalúen las bondades de este tipo de cultivo, a la par de continuar a nivel experimental estudiando el balance iónico óptimo, las tasas de crecimiento y sobrevivencia de la especie. Este estudio proporciona bases para el desarrollo de este tipo de cultivo en zonas marginadas, generando fuentes de empleo en zonas poco desarrolladas.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Sinaloa (CECYT-Sinaloa) y al Instituto Politécnico Nacional (Secretaría de Investigación y Posgrado -SIP) que previeron los recursos para este trabajo. Los autores agradecen

a Aquapacific Hatchery, por proveer las post-larvas de camarón.

LITERATURA CITADA

- Arredondo-Figueroa, J.L. y J.T. Ponce-Palafox. 1998. **Calidad del agua en acuicultura: conceptos y aplicaciones.** AGT Editor, S.A. México, D.F.
- Atwood, H.L., S.P. Young, J. R Tomasso y C.L. Browdy. 2003. **Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low salinity and mixed salt environments.** Journal of the World Aquaculture Society. 34: 518-523.
- Boyd, C.E. 1989. **Water quality management and aeration in shrimp farming.** Fisheries and Allied Aquacultures Departmental Series, Vol. II. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Auburn, Al., USA.
- Boyd, C. E., T. Thunjai and M. Boonyaratpalin. 2002. **Dissolved salts in waters for inland, low salinity shrimp culture.** Global Aquaculture Advocate 5(3): 40-45.
- Boyd, C. E. y T. Thunjai. 2003. **Concentrations of major ions in water of inland shrimp farms in China, Ecuador, Thailand and the United States.** Journal of the World Aquaculture Society. 34(4): 524-532.
- Bray, W.A., A. L. Lawrence and J. R. Leung-Trujillo. 1994. **The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei*, with observations on the interaction of IHHNV virus and salinity.** Aquaculture. 122: 133-146.
- Cheng, K. M., C. Q. Hu, Y. N. Liu, S.X. Zheng y X. J. Qi. 2005. **Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water.** Aquaculture 251(2-4): 472-783.
- Clesceri, L. S. A., A. E. Greenberg y A. D. Eaton. 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20th edition, American Public Health Association, Washington, D.C., USA.
- Cuadros, W. y E. Beltrame. 1998. **Nuevas técnicas de alimentación con bandejas en el Brasil.** Panorama Acuícola 3(6): 8-9.
- Davis, D. A., I. P. Saoud, W. J. McGraw y D. B. Rouse. 2002. **Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters.** Pages 73-94 in Cruz-Suárez L.E., D. Richque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Gaxiola-Cortés and N. Simoes eds., Avances en Nutrición Acuícola, Memorias del VI

- Simposium Internacional de Nutrición Acuicola, 3 al 6 de septiembre del 2002, Cancún, Quintana Roo, México.
- Laramore, S., C.R. Laramore y J. Scarpa. 2001. **Effect of low salinity on growth and survival of postlarvae and juvenile *Litopenaeus vannamei***. Journal of the World Aquaculture Society 32: 385-392.
- McGraw, W. J., D. A. Davis, D. Teichert-Coddington y D.B. Rouse. 2002. **Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: Influence of age, salinity endpoint, and rate of salinity reduction**. Journal of World Aquaculture Society 33(1): 78-84.
- McGraw, W. J. y J. Scarpa. 2004. **Mortality of freshwater-acclimated *Litopenaeus vannamei* associated with acclimation rate, habituation period, and ionic challenge**. Aquaculture 236: 285-296.
- Ogle, J. T., K. Beaugez y J. M. Lotz. 1992. **Effect of salinity on survival and growth of postlarval *Penaeus vannamei***. Gulf Research Report 8: 415-421.
- Robertson, L., T. Samocha, K. Gregg y A. Lawrence. 1992. **Post-nursery growout potential of *Penaeus vannamei* in an intensive raceway system**. Ciencias Marinas 18(4): 47-56.
- Roy, L. A., D. A. Davis, I. P. Saoud y R.P. Henry. 2007. **Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters**. Aquaculture 262: 461-469.
- Samocha, T. M., H. Guajardo, A. L. Lawrence, F. L. Castille, M. Speed, D. A. Mckee y K. I. Page. 1998. **A simple stress test for *Penaeus vannamei***. Aquaculture 165: 233-242.
- Samocha, T. M., Hamper, L., Emberson, C. R. , Davis, A. D., McIntosh, D., Lawrence, A.L., y Van Wyk, P.M. 2004. **Production of the pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in high-density greenhouse-enclosed raceways using low salinity groundwater**. Journal of Applied Aquaculture 15: 1-19.
- Sandifer, P. A., J. S. Hopkins y A. D. Stokes. 1988. **Intensification of shrimp culture in earth ponds in South Carolina: progress and prospect**. Journal of World Aquaculture Society 19: 218-226.
- Saoud, I. P., D. A. Davis y D. B. Rouse. 2003. **Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture**. Aquaculture 217: 373-383.
- Stern, S., H. Daniels y E. I. Letellier. 1990. **Tolerance of post larvae and juvenile *Penaeus vannamei* to low salinity**. in World Aquaculture'90, Halifax, Nova Scotia, Canada, Ottawa, Canada. Abstract.
- Tamayo, A. M. 1998. **Camarón blanco en agua dulce: una nueva opción**. Pages 206-212 in: II Simposium Internacional de Acuicultura. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Van Wyk, P., M. Davis-Hodkings, C. R. Laramore, K. L. Main, J. Mountain y J. Scarpa. 1999. **Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems**. FDACS contract #4520 documents. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Tallahassee, Florida, USA.
- Wyban, J. A. y J. N. Sweeney. 1989. **Intensive shrimp grow out trials in a round pond**. Aquaculture 76: 215-225.
- Zhu, C., S. L. Dong, F. Wang y G. Huang. 2004. **Effects of Na/K ratio in seawater on growth and energy budget of juvenile *Litopenaeus vannamei***. Aquaculture. 234: 485-496.
- Zhu, C., S. L. Dong y F. Wang. 2006. **The interaction of salinity and Na/K ratio in seawater on growth, nutrient retention and food conversion of juvenile *Litopenaeus vannamei***. Journal of Shellfish Research 25(1): 107-112.

Wenceslao Valenzuela Quiñónez

Doctor en Uso Manejo y Preservación de los Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Maestría en Ecología Marina por el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE). Licenciado en Biología Pesquera por la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Gerardo Rodríguez-Quiroz

Doctor en Uso Manejo y Preservación de los Recursos Naturales por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Maestría en Administración Integral del Ambiente por el Colegio de la Frontera Norte. Lic. en Oceanología por la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California con Diplomado en Administración de los Recursos Marinos.

Cultivo intensivo de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* Boone) en agua de pozo de baja salinidad como alternativa acuícola para zonas de alta marginación

Héctor Manuel Esparza Leal

Candidato a Doctor en Ciencias en Biotecnología por el Instituto Tecnológico de Sonora. Maestro en Ciencias por el Centro de Investigación en

alimentación y Desarrollo (CIAD A.C.). Biólogo Acuicultor. Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Autónoma de Sinaloa.