

SOBREVIVENCIA DE LAS LARVAS DE CAMARON A BAJA SALINIDAD

Ana Lucena
Gerónimo Leonardi
Griselda Pichardo
Giuliana Farci
UPEL-IPB

SURVIVAL OF THE SHRIMP LARVAE IN LOW SALINITY

Ana Lucena
Gerónimo Leonardi
Griselda Pichardo
Giuliana Farci
UPEL-IPB

Recibido: 26-01-05

Aprobado: 28-02-06

ABSTRACT

RESUMEN

La especie de camarón que se cultiva con mayor éxito en Venezuela y el mundo es *Litopenaeus vannamei*. La producción nacional se limita a zonas costeras y granjas ubicadas al sur del Lago de Maracaibo. Uno de los principales problemas en este cultivo lo constituye la mortalidad de las post-larvas durante la aclimatación a bajas salinidades, por ello, surge este proyecto técnico científico con la finalidad de demostrar la factibilidad del cultivo de camarón tierra adentro, la cual, utiliza como fuente de agua pozos subterráneos. En la presente investigación se estimó la sobrevivencia y el crecimiento de poslarvas de *L. vannamei* aclimatadas con agua de pozo procedente de Piscicultura "ACUAFIN", Estado Falcón. Fueron colectadas 5.400 PLs-12 distribuidas equitativamente en tres grupos experimentales: T1: agua de mar diluida con agua de lluvia; T2: agua de pozo; T3: agua de pozo con potasio, cada uno con cuatro réplicas; a cada uno de los contenedores se les fue disminuyendo la salinidad paulatinamente de 37 ppt (salinidad del agua de mar) a 4 ppt (salinidad del agua de pozo). La sobrevivencia 24 horas después a la aclimatación fue similar en T1 y T3 (95,6 % y 95 % respectivamente), sin embargo la sobrevivencia en T2 (81,5 %) fue menor al resto de los tratamientos. No hubo diferencias significativas en el crecimiento en peso en ninguno de los casos. La aireación fue constante y la alimentación fue suministrada cada dos horas alternando nauplios de *Artemia* y dos tipos de alimentos comerciales para larvas de Zeigler. La temperatura osciló entre 26,3 y 29,2 °C ($\bar{x} = 27,7 \text{ °C} \pm 0,9$) y el pH varió de 7,7 a 8,1 ($\bar{x} = 7,9 \text{ °C} \pm 0,1$).

Palabras clave: acuacultura, camarón, *Litopenaeus vannamei*, poslarvas, cultivo «inland», bajas salinidades.

The shrimp species that is cultivated with more success as well in Venezuela as in the world it is *Litopenaeus vannamei*. Shrimp farming in Venezuela is limited to coastal areas, other farms located to the south of Maracaibo Lake use water with low salinities. It is known alone of a culture experience using well water. Major problems for inland shrimp farming have included high mortality of postlarvae during the acclimation to low salinity. This project arises with the purpose of demonstrating the feasibility of inland shrimp farming, it uses as source of water underground wells. The present study, the survival and growth of *Litopenaeus vannamei* postlarvae acclimated in low salinity well water from Piscicultura «ACUAFIN», Falcón State were evaluate. The acclimation experiment were conducted using 5,400 PL-12, postlarvae were transferred in three experimental groups each one with four containers: T1: prepared seawater with rain water; T2: inland well water; T3: inland well water with supplementation potassium. The salinity in each battery of four replicate containers was reduced from 37 ppt (seawater salinity) to 4 ppt (inland well water salinity). Survival was assessed 24 h after finishing acclimation. Survival in T1 (95,6 %) y T3 (95 %) was similar. Survival in T2 was significantly lower (81,5 %) from the other experiments. two hours. Temperature range was 26,3 and 29,2 °C ($\bar{x} = 27,7 \text{ °C} \pm 0,9$) and pH range was 7,7 to 8,1 ($\bar{x} = 7,9 \text{ °C} \pm 0,1$).

Key words: acuaculture, shrimp, *Litopenaeus vannamei*, postlarvae, inland shrimp farming, low salinity.

INTRODUCCIÓN

Son numerosos los trabajos realizados sobre el cultivo de *Litopenaeus vannamei* en aguas de origen marino; sin embargo, la información que se tiene sobre su sobrevivencia y crecimiento en cultivos tierra adentro con aguas de pozo de baja salinidad («Inland») es deficiente.

El cultivo «Inland» de camarón en aguas de baja salinidad constituye una actividad importante en Tailandia, que genera cerca del 30 % de la producción nacional (Fast y Menasveta, 2000 *cit. por* Boyd, 2002). Este se realiza en aguas con una salinidad de 2 a 5 ppt, la cual es preparada por la mezcla de agua hipersalina con agua de pozo razón por la cual la concentración de iones se mantiene similar a la del agua de mar favoreciendo la sobre vivencia y el crecimiento de los camarones.

El camarón *L. vannamei* está siendo cultivado en aguas de pozo con baja salinidad, a niveles experimentales y comerciales, en Alabama, Florida, Indiana, Illinois y Texas. (Samocha *et al.*, 2002). Desde el año 2003, en Piscicultura Acuafin, Venezuela, se realiza una experiencia de cultivo de camarón «Inland» y en la cual se han obtenido excelentes resultados.

Resulta importante destacar que en el cultivo «Inland» de camarones peneidos en agua de pozo con baja salinidad es una industria creciente en muchas áreas del mundo. En algunos países existen tierras subutilizadas que cuentan con recursos subterráneos de agua y que podrían ser destinadas con fines agrícolas no tradicionales, tales como el cultivo de camarones marinos.

Algunas investigaciones realizadas en relación con el cultivo «Inland» señalan que la constitución iónica de las aguas de pozo varía considerablemente; mientras algunas aguas son apropiadas para el cultivo de camarón, otras no permiten una buena sobrevivencia y crecimiento (Saoud *et al.*, 2003).

Aspectos relativos al cultivo y producción todavía ameritan estudio, y más si se trata de una industria en creciente desarrollo que tiene la

necesidad de expandirse a otras áreas. Una alternativa favorable a esta expansión lo representa el cultivo «Inland», en el cual los camarones pueden ser cultivados, no sólo en agua de mar, sino también con agua de pozos subterráneos y en zonas lejanas a las costas de nuestro país.

Aun cuando la tecnología de cultivo en medios marinos es bien conocida, técnicas del cultivo «Inland» están siendo investigadas a modo de determinar los requerimientos fisiológicos de los camarones con relación a la concentración de iones presentes en el agua. Es por ello, que el presente proyecto está centrado en la sobrevivencia y el crecimiento de post-larvas de este camarón aclimatadas con agua de pozo.

Existe poca información referente a los requerimientos fisiológicos de los camarones cultivados y la composición iónica del agua de pozo. Comúnmente, la concentración de iones del agua de mar difiere de la del agua de pozo, es por ello que las técnicas de manejo en cultivos de camarón con agua de mar conocidas, no son necesariamente aplicables al cultivo de camarón en aguas de pozo de bajas salinidades.

La constitución iónica de las aguas de pozo varía considerablemente; Davis *et al* (2002) demostraron que la sobrevivencia de poslarvas de *Litopenaeus vannamei* en agua de pozo se ve afectada por la concentración de varios iones, tales como: potasio (K⁺), magnesio (Mg⁺) y sulfato (SO⁻), así como también por la edad de las pos larvas al momento de la aclimatación. Por otra parte, ésta se correlaciona positivamente con las concentraciones de potasio, magnesio y sulfato y negativamente con las altas concentraciones de hierro (Fe). Con base en esto, la suplementación de potasio al recurso de agua con bajas concentraciones de este ión tiene como resultado un incremento en la sobrevivencia y el crecimiento de las mismas.

Los aportes de este proyecto pueden ser determinantes en este campo, abriendo un espacio para seguir investigando y mejorar aun más las condiciones, métodos y técnicas empleadas en el cultivo de las postlarvas de camarones *Litopenaeus vannamei*. Por ello se pretende determinar la sobrevivencia y crecimiento de poslarvas (PLs) de *Litopenaeus vannamei* aclimatadas con agua de pozo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las poslarvas de *L. vannamei* fueron adquiridas en un laboratorio comercial (sala de cría). Las poslarvas fueron trasladadas a las instalaciones de Piscicultura ACUAFIN C.A., Boca de Aroa, Estado Falcón, por vía aérea. Dichas larvas llegaron empacadas en bolsas plásticas que contenían agua de mar y oxígeno puro.

Una vez que arribaron las larvas a la finca (11 de noviembre de 2003) se procedió a tomar una muestra aleatoria de poslarvas para evaluar su calidad y a la vez estimar los parámetros físico-químicos del agua de transporte. Esto permitiría tomar decisiones acertadas sobre cualquier eventualidad que se presentase.

Para la aclimatación de las poslarvas se consideraron tres tratamientos:

Tratamiento 1 (T₁): El agua utilizada en este tratamiento para realizar la aclimatación constituyó una mezcla de agua de mar y agua de lluvia colectada de Piscicultura «ACUAFIN» C.A., con una salinidad de 4 ppt; lo que quiere decir, que el perfil iónico del agua es muy similar al agua de mar sólo que con menor salinidad.

Tratamiento 2 (T₂): la aclimatación de las poslarvas se llevó a cabo utilizando agua procedente de uno de los pozos de la finca (4 ppt de salinidad).

Tratamiento 3 (T₃): la aclimatación de las poslarvas a 4 ppt de salinidad, se llevó a cabo utilizando agua procedente del mismo pozo de la finca suplementada con 0,04 *giL* de cloruro de potasio.

Con la ayuda de un salabardo se tomaron al azar un grupo de post-larvas del tanque de aclimatación de 12 toneladas, las cuales fueron pesadas y contadas para adicionar 450 PLs en cada uno de los tobo s preparados anteriormente. Cada tratamiento constó de 4 réplicas.

La aclimatación de las poslarvas de agua de mar con 37 ppt a agua

de pozo con 4 ppt de salinidad, fue realizada paulatinamente, disminuyendo la salinidad a razón de 1,5 ppt/hora de salinidad cada dos horas, desde los 37 ppt hasta los 20 ppt; 1 ppt por hora para disminuir la salinidad de 20 ppt a 15 ppt; y, 0,5 pptlh para disminuir la salinidad de 15 ppt a 4 ppt.

La cantidad de agua necesaria para disminuir la salinidad fue estimada con base al cuadrado de Pearson. Una vez finalizada la aclimatación, el mantenimiento de la calidad del agua se logró gracias a recambios constantes de agua. El volumen máximo de agua alcanzado en cada recipiente fue de 15 litros (L).

La alimentación de las PLs durante toda la experiencia se realizó cada dos horas, alternando nauplios de arte mi a hasta la saciedad y dos tipos de alimentos comerciales para larvas de Ziegler@ (z-plus y raceway) a razón de 0,02g/ración. Parámetros como la salinidad (ppt), temperatura (OC), oxígeno disuelto (mg/L), conductividad (*its*) y pH fueron también estimados cada dos horas. La sobrevivencia de las PLs fue estimada con base al porcentaje de animales vivos 24 horas después de finalizada la aclimatación, por conteo directo.

El crecimiento en peso de las PLs fue determinado por el incremento en peso, en porcentaje, entre el peso inicial estimado al inicio de la aclimatación y el peso 24 horas después de haber finalizado, utilizando una balanza electrónica Ohaus de 0,01 g de precisión.

Los datos de sobrevivencia y crecimiento (en porcentaje) de las post-larvas se tabularon y ordenaron para su análisis estadístico a través del análisis de la varianza (ANOV A) según lo descrito por Sokal y Rholf (1981), previa comprobación de los supuestos y transformaciones respectivas de los datos. Luego, al detectar las diferencias, se aplicó la prueba *a posteriori* Tukey.

Para estimar las diferencias entre los parámetros físico-químicos considerados durante la experiencia se efectuó un análisis de la varianza (ANO V A).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico-químicos de las aguas:

En análisis físico-químico efectuado a una muestra de agua de lluvia, utilizada para hacer las diluciones del agua de mar, colectada en la Piscicultura "ACUAFIN", reveló los siguientes resultados: aspecto cristalino (turbidez igual a 3,3 mg/L de SiO₂); ligeramente coloreada (color real igual a 10 unidades PT/Co); con un pH de 6,9; su conductividad eléctrica fue igual a 86 ms; sólidos disueltos (secados a 180°C) iguales a 26 mg/L; y sólidos totales (secados a 105°C) iguales a 29 mg/L. La sal predominante en esta agua fue el cloruro de calcio (0,20 meq/L), siguiéndole en importancia la sal de cloruro de magnesio (0,15 meq/L) (Tabla 1). Análisis físico-químicos obtenidos previamente del agua de mar artificial preparada a 4 ppt (salinidad igual a la del agua de pozo) y del agua de pozo utilizada son también presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis físico-químicos del agua de mar instantánea preparada a 4 ppt de salinidad, agua de lluvia y agua de pozo.

Parámetros Químicos	Agua de mar instantánea (1)	Agua de Lluvia (2)	
		Agua de Pozo (3)	
Salinidad (ppt)	4	0,04	4
pH	8	6,9	7,9
Conductividad (µs)	–	86	6900
Alcalinidad Total (mg/L)	–	6,5 (CaCO ₃)	–
Dureza Cálcica (mg/L)	–	8,7 (CaCO ₃)	–
Dureza Magnésica (mg/L)	–	2,4 (CaCO ₃)	–
Dureza Total (mg/L)	–	11,1 (CaCO ₃)	–
Calcio (Ca ²⁺) (mg/L)	42,4	6,7	–
Magnesio (Mg ²⁺) (mg/L)	132,3	1,8	–
Sodio (Na ⁺) (mg/L)	1316,3	0,4	–
Potasio (K ⁺) (mg/L)	47,3	0,5	10,51
Cloruro (Cl ⁻) (mg/L)	1922,1	13,4	2819
Sulfatos (SO ₄ ⁻) (mg/L)	262,3	0,1	424
Hierro Total (Fe) (mg/L)	0	<10	0,14
Manganeso (Mn ²⁺) (mg/L)	0	–	1,57
Aluminio (AL ³⁺) (mg/L)	0	<6	–

(1) Valor tomado de Davis *et al.*, (2002); (2) Colectada en Piscicultura Acuaafin C.A.; (3) Piscicultura Acuaafin C.A.; (0) Valores por debajo de los límites detectables.

Algunos autores que han realizado estudios de sobrevivencia y crecimiento de post-larvas (PLs) de *Litopenaeus vannamei* han empleado agua potable para diluir el agua de mar y alcanzar la salinidad del agua de pozo (Saoud *et al.*, 2003).

En esta investigación el uso del agua de lluvia (medio para diluir el agua de mar a 4 ppt), que se utilizó en el tratamiento 1, se presenta como una alternativa para sustituir apropiadamente al agua destilada (Salinidad < 0,5 ppm; conductividad < 1 ms/cm; pH a 25 °e 5,57,5) Y no utilizar agua dulce; por esta razón, son señalados los resultados del análisis físico-químico del agua de lluvia. El perfil iónico del agua de mar se muestra a efectos de comparar sus características con el agua de pozo utilizada y comprender que las diferencias que existen entre el hábitat natural de los camarones y el agua empleada en cultivos «Inland» pueden incidir positiva o negativamente sobre la sobrevivencia y crecimiento de las PLs.

La sobrevivencia y el crecimiento de las PLs fueron similares a los resultados obtenidos en experiencias anteriores (Davis *et al.*, 2002 Y Saoud *et al.*, 2003), hecho que conlleva a pensar que el agua de lluvia puede ser utilizada como alternativa en la ejecución de este tipo de investigaciones donde se cuenta con pocos recursos y más aun si se considera el costo del agua destilada y la situación económica actual de nuestro país. Sin embargo, es recomendable efectuar el respectivo análisis del recurso.

Parámetros físico-químicos:

Durante el desarrollo de la parte experimental, parámetros como la temperatura y pH no presentaron diferencias significativas (P = 1,00 Y P = 0,96 respectivamente) entre grupos (tratamientos) y dentro de los grupos (réplicas). Los valores oscilaron entre 26,3 y 29,2 °C ($\bar{x} = 27,7 \text{ °C} \pm 0,9$) para la temperatura y entre 7,7 Y 8,1 ($\bar{x} = 7,9 \text{ °C} \pm 0,1$) para el pH. El oxígeno disuelto osciló entre 5,69 Y 7,81 mg/L ($\bar{x} = 7,09 \text{ mg/L} \pm 0,65$) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores mínimos, máximos, promedios (\bar{x}) y desviaciones estándar (DS) de parámetros físico-químicos del

agua: temperatura (°C), pH, oxígeno disuelto (mg/L), determinados en los contenedores durante la aclimatación de PLs de *Litopenaeus vannamei*

Parámetros	Mínimo	Máximo	\bar{X}	\bar{S}
Temperatura °C	26,3	29,2	27,7	0,9
PH	7,7	8,1	7,9	0,1
Oxígeno disuelto mg/L	5,69	7,81	7,09	0,65

La salinidad varió de 37 a 4 ppt durante la aclimatación, este valor fue estimado con un refractómetro hasta alcanzar 10 ppt; a partir de esta medición la salinidad fue calculada utilizando las estimaciones realizadas con ayuda de un conductímetro. Esto se debe a que la precisión del refractómetro por debajo de los 10 ppm de salinidad es poco confiable, además las estimaciones en aguas de poca salinidad son frecuentemente realizadas con un conductímetro.

Sobrevivencia

La sobrevivencia de las PLs fue determinada 24 horas después de finalizada la aclimatación. En el tratamiento 1 la sobrevivencia osciló entre 94 y 97,1 % ($\bar{X} = 95,7 \% \pm 1,39$); en el tratamiento 2 varió entre 75,8 y 90,7 % ($\bar{X} = 81,5 \% \pm 6,4$); y en el tratamiento 3 el rango osciló entre 92,4 y 96,7 % ($\bar{X} = 95 \% \pm 1,8$). No hubo diferencias significativas entre las sobrevivencias de los tratamientos 1 y 3, pero sí entre el tratamiento 2 y los restantes (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Valor de F y significancia para el Anova aplicado a los valores de sobrevivencia de las PLs de *Litopenaeus vannamei* para los diferentes tratamientos.

Componentes	S.C.	gl	$\bar{C.M}$	F	P
Entre tratamientos	511,2	2	255,6	16,6	0,001*
Entre réplicas	138,6	9	15,4		
Total	649,7	11			

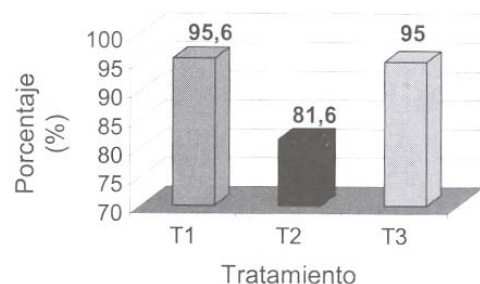
S.C.: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; C.M.: cuadrado medio; F: F. teórica.; P: probabilidad; *: diferencia significativa (P < 0,05).

Tabla 4. Prueba a posteriori Tukey HSD método 95% aplicado a los valores de sobrevivencia de las PLs de *Litopenaeus vannamei* para los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Cuenta	Promedio	Grupos homogéneos
T-2	4	81,5	X
T-3	4	95	X
T-1	4	95,67	X

Por tanto, las PLs de *Litopenaeus vannamei* aclimatadas en agua de mar a 4 ppt de salinidad (preparada por dilución con agua de lluvia), y las aclimatadas en agua de pozo suplementada con potasio no presentan diferencias significativas en cuanto al porcentaje de sobrevivencia. Sin embargo, el porcentaje de sobrevivencia de las PLs aclimatadas en agua de pozo fue significativamente diferente del resto de los tratamientos (Fig. 1).

Figura 1. Porcentaje (%) de sobrevivencia de post-larvas de *Litopenaeus vannamei*; 24 horas después de la aclimatación



Esto coincide con lo señalado por algunos autores en relación al perfil iónico del agua de pozo y la sobrevivencia de las PLs de *Litopenaeus vannamei*. Davis, *et al.*, (2002), encontraron que la sobrevivencia de las post-larvas está correlacionada fuertemente a las concentraciones de potasio (K⁺) y más débilmente a iones como el magnesio (Mg⁺²), manganeso (Mn⁺²) y el sulfato (SO₄⁻²).

Investigaciones donde se compara la sobrevivencia de las PLs en aguas de pozo procedentes de varias partes del mundo, sugieren que el potasio (K⁺) es el ión que principalmente se correlaciona con la sobrevivencia de las PLs. Estos resultados podrían ser debidos a que las concentraciones de cloro y sodio en las aguas analizadas estaban en niveles disponibles para la sobrevivencia del camarón, mientras que el potasio no.

Estudios preliminares muestran que la suplementación de iones de potasio en algunas de las aguas de pozo, que no fueron viables para el cultivo del camarón, presentaron resultados favorables logrando incrementar la sobrevivencia desde menos del 50 % hasta más del 85 % . Se encontró que otros iones también se correlacionaban con la sobrevivencia (magnesio y sulfato) los cuales fueron reportados de ser importantes en la osmorregulación (Mantel y Farmer, 1983; Davis, *et al.*, 2002).

En el caso del agua de pozo procedente de Piscicultura Acuafin los

niveles de K⁺ (10,51 mg/L) se encuentran por debajo de los niveles disponibles para sustentar la sobrevivencia de los camarones. Experiencias previas en Piscicultura Acuafin señalan un alto índice de mortalidad durante la ecdisis, opacidad muscular y nado errático de los animales, concordando con síntomas de camarones en aguas con des balance iónico (Leonardi, 2004 *com pers*); es por ello que, el agua es suplementada con cloruro de potasio (KCl) a fin de incrementar la concentración de iones K⁺ y garantizar la disponibilidad de este ión a la especie cultivada. Se suministraron 40 mg/L KCl, para incrementar en aproximadamente 16 mg/L los 10,51 mg/L de K⁺ ya existentes. Aunque no se logró obtener concentraciones ideales del ión K⁺ similares a las del agua de mar diluida a 4 ppt (47,32 mg/L), se aumentó a niveles que por experiencias previas soportaron sobrevivencias aceptables. Hasta el momento no se han realizado pruebas con suplementación de otros iones.

El hecho que la sobrevivencia de las PLs en las aguas de pozo difiera de un pozo particular a otro, amerita una evaluación en la que se precise la viabilidad de las aguas para el cultivo de camarón en estos ambientes. La proporción de los iones que conforman la salinidad total de las aguas marinas parece ser más importante que la salinidad misma si se relaciona con la sobrevivencia y el crecimiento de las PLs.

Como consecuencia de la falta de información en cuanto al cultivo «Inland» se refiere, las concentraciones de potasio (K⁺), magnesio (Mg⁺²) y manganeso (Mn⁺²) suplementarias van a depender del perfil iónico del agua de pozo y del manejo técnico de profesionales en el área.

En el caso de cultivos con aguas de pozo de bajas salinidades («Inland»), el des balance iónico del agua es frecuente. Las deficiencias en las concentraciones de potasio pueden incidir negativamente sobre la sobrevivencia de los camarones cultivados; sobre todo durante el proceso de muda en los camarones (en el cual la cutícula se separa de la epidermis) el animal absorbe agua a través de las branquias, aumenta la presión osmótica en la sangre, se hincha y desprende del viejo esqueleto.

Si este proceso se efectúa en medios con bajas concentraciones de

potasio, la bomba sodio-potasio no puede llevarse a cabo, ocasionando un incremento en las concentraciones de Na⁺ y Cl⁻ dentro de la célula, que conlleva a un proceso de hinchamiento celular desmedido por la entrada de agua para disminuir las concentraciones de sales intracelulares; suceso que puede causar la muerte del animal y por tanto, disminuir la sobrevivencia.

La suplementación de iones indispensables como el K⁺ se puede realizar con aplicaciones directas al agua o a través de la dieta. Las proteínas y los ácidos grasos pueden jugar un papel importante sobre la osmorregulación de los camarones y consecuentemente en su adaptación en aguas de baja salinidad. La energía suministrada por los aminoácidos y los lípidos se requiere para mantener las bombas de intercambio iónico y otros costos energéticos relacionados con la osmorregulación además de influenciar la permeabilidad de las membranas celulares.

Resultados sobre la tasa de reducción de la salinidad durante la aclimatación indican que no tiene efecto directo sobre la sobrevivencia en PL15 y PLzo. Se sugiere que la edad de las PLs influye directamente sobre la habilidad de éstas para aclimatarse a bajas salinidades. La sobrevivencia de los camarones juveniles es variable y puede ser debido a las técnicas de aclimatación aplicadas. El tiempo de la aclimatación va a depender del criterio de un técnico profesional, pero principalmente de la calidad de las post-larvas.

Crecimiento

El incremento en peso de las PLs fue determinado 24 horas después de finalizada la aclimatación. En el tratamiento 1 el porcentaje de incremento en peso osciló entre 21,3 y 50% ($\bar{X} = 39,8\% \pm 12,78$); en el tratamiento 2 varió entre 36,7 y 41,7% ($\bar{X} = 39,1\% \pm 2,17$); Y en el tratamiento 3 el rango osciló entre 44 y 50% ($\bar{X} = 47\% \pm 2,58$). Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los crecimientos de los tratamientos.

El crecimiento en peso de las PLs fue estadísticamente similar en las aclimatadas con agua de mar a 4 ppt de salinidad (preparada por dilución con agua de lluvia), en las aclimatadas en agua de pozo y en agua de pozo

suplementada con potasio; este valor osciló entre 21,3 y 50% ($\bar{X} = 41,9\% \pm 7,9$) (Tabla 6).

Tabla 7. Valor de F y significancia para el Anova aplicado a los valores de crecimiento de las PLs de *Litopenaeus vannamei* para los diferentes tratamientos.

Componentes	S.C.	gl	$\bar{C.M.}^{-}$	F	P
Entre tratamientos	156,91	2	78,45	1,35	03078 ^{ns}
Entre réplicas	524,22	9	58,25		
Total	681,13	11			

S.C.: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; C.M.: cuadrado medio; F: F. teórica; P: probabilidad; DS: no existen diferencias significativas ($P \geq 0,05$).

Según los resultados obtenidos en esta investigación puede decirse que el crecimiento no se ve afectado por la composición iónica de las aguas utilizadas, al menos 24 horas después de la aclimatación. Todo lo contrario ocurre en la sobrevivencia, la cual sí es afectada directamente por estas condiciones.

La calidad de las post-larvas, el crecimiento y la sobrevivencia en los cultivos «Inland» o tierra adentro, están relacionados con el buen funcionamiento fisiológico de los animales, en especial, con las capacidades osmorregulatorias de las células, las cuales van a depender directamente del balance iónico de las aguas de cultivo.

CONCLUSIONES

1. La sobrevivencia de las post-larvas del camarón *Litopenaeus vannamei*, para cada uno de los tratamientos fue 95,6 %, 81,5 % Y 95 % respectivamente.
2. La sobrevivencia de las post-larvas de *Litopenaeus vannamei* aclimatadas en agua de mar a 4 ppt de salinidad (preparada por dilución con agua de lluvia), y las aclimatadas en agua de pozo suplementada

con potasio no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, el porcentaje de sobrevivencia de las PLs aclimatadas en agua de pozo fue significativamente diferente del resto de los tratamientos.

3. Las concentraciones de potasio (K⁺) en las aguas de pozo inciden directamente sobre la sobrevivencia de las PLs. La suplementación de este ión al cuerpo de agua favorece la sobrevivencia de las PLs.
4. El crecimiento en peso de las PLs considerando el porcentaje del incremento fue para cada uno de los tratamientos 39,78 %, 39,05 % Y 47,07% respectivamente.
5. El crecimiento no se ve afectado por la composición iónica de las aguas utilizadas en los 3 tratamientos, al menos 24 horas después de la aclimatación.
6. El cultivo «Inland» o tierra adentro utilizando aguas de pozo profundo con bajas salinidades es viable en Venezuela y representa una alternativa de producción que permite mayor bioseguridad (menor riesgo de enfermedades), uso de tierras «marginales» con menor competencia de su uso con otras industrias, menor costo de la tierra, regulaciones ambientales más favorables, mayor sustentabilidad (la acuicultura integrada es posible con el uso de agua de baja salinidad).

RECOMENDACIONES

Si el cultivo «Inland» de organismos marinos continúa su desarrollo debe adquirirse un mejor conocimiento de la influencia que la composición iónica del agua de pozo tiene sobre la fisiología de las especies cultivadas.

Deben identificarse los recursos de aguas de pozo disponibles para el desarrollo de esta actividad.

La implementación de técnicas de aclimatación y engorde y la identificación específica de los requerimientos nutricionales de los

camarones cultivados en aguas de pozo con bajas salinidades favorecería el cultivo «Inland» tanto en Venezuela como en el resto de los países del mundo.

Identificar el desbalance iónico de las aguas de pozo que afecta negativamente la sobrevivencia de los camarones a modo de solventar cualquier déficit con suplementación de los iones necesarios.

Proveer una base de datos que permita desarrollar este sistema de producción. Fomentar investigaciones que permitan obtener resultados aplicables para el cultivo «Inland».

Publicar los trabajos experimentales a fin de que investigadores futuros los puedan usar como referencias.

REFERENCIAS

- Boyd, C. y Fast, A. (1992). Pond Monitoring and Management. En: Fast, A y Lester, J., (Editors) Marine Shrimp Culture: Principles and Practices. Elsevier Science Publishers B. V. U.S.A. pp. 497-513.
- Davis, D.; Saoud, L.; McGraw, W. y Rouse, D. (2002). Considerations for *Litopenaeus vannamei* reared in inland low salinity waters. In: Cruz-Suárez, L., E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; Gaxiola-Cortéz, M. G.; Simoes, N. (eds). Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.
- Fast, A. Y Lester, J. (1992). *Marine Shrimp Culture: Principles and practices*. Elsevier Editor, Amsterdam/Londres/New York/Tokio, 862 pp.
- INAPESCA. (2002). Directorio de Empresas Camaroneras - 31/12/2002. Caracas.

Leonardi, G.J. (2004). geroleo@yahoo.com.

Mantel, L. y Farmer, L. (1983). Osmotic and Ionic Regulation. In: Mantel, L. H. (Ed), The Biology of Crustacea Volume 5: Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic press, New York, New York, pp.54-143.

Samocha, T.; Davis, A.; Lawrence, A.; Collins, C. y Van Wyk, P. (2001). Intensive and super-intensive production of the Pacific white *Litopenaeus vannamei* in greenhouse-enclosed raceway systems. Book of Abstracts, Aquaculture 2001, Lake Buena Vista, FL, 573.

Saoud, I.; Davis, D. y Rouse, D. (2003). Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Auburn, AL.

Sokal, R. Y Rohl, F. (1981). Biometría. W. H. Freeman y Co. San Francisco. California pp. 227-438.