CULTIVO DE CAMARON MARINO TIERRA ADENTRO, CON AGUA DE POZO, SIN ADICION DE SALES AL AGUA.

Ac. Fabrizio Marcillo Morla. MBA.
Camaronera Reilan S.A.
Gerente General
Casilla 09-06-2120 Urdesa, Guayaquil, Ecuador.
e-mail: barcillo@gu.pro.ec
(593-4) 2801231 / 2881814

Existe actualmente interés en el país en el cultivo de camarón tierra adentro como medio de reactivar la industria camaronera. Además se ha hablado bastante en los medios de comunicación de los peligros al medio ambiente, sin aclarar totalmente los detalles de este tipo de cultivo. Este trabajo pretende informar un poco mas respecto al tema.

El cultivo de camarón tierras adentro a pesar de ser considerado como algo nuevo en nuestro país, viene dándose en Asia al menos desde 1987 y en Estados Unidos desde la década de los 90 (Boyd 2001).
Existen dos corrientes en el uso de agua dulce de pozo: una que pretende modificar el agua mediante la aplicación de sales, y otra que pretende utilizar el agua sin modificación. Harbor Branch Oceanographic Institution ha liderado esta última tendencia, cultivando *P. vannamei* en aguas con concentraciones de cloruros tan bajas como 300 mg/l (Van Wyk, 1999; Allen et al 2000, Scarpa et al 1999, Scarpa y Vaughan 1998). Estas aguas, generalmente consideradas como dulces pueden ser usadas para irrigar la mayoría de los cultivos agrícolas (Van Wyk, 1999). Scarpa y Vaughan (1998) y Scarpa et al (1999) han demostrado que *P. vannamei* puede ser cultivado en agua dulce, siempre y cuando esta tenga la dureza necesaria y el correcto balance mineral. Scarpa et al (1999) determinaron que una dureza de al menos 150 mg/L de $CaCO_3$ sería necesaria para el cultivo de *P. vannamei*. En Nobol, provincia del Guayas, se está cultivando camarón en una finca de mango con aguas de concentraciones de 76mg/l de cloruros, esta es la misma agua utilizada para irrigar el mango. La importancia de los resultados de estos datos es que se podría cultivar camarón en tierras agrícolas sin salinizar la tierra o las aguas circundantes.

El término salinidad se refiere a la concentración total de iones en agua (sólidos disueltos totales). No es, como mucha gente piensa la concentración de cloruro de sodio (Boyd 1990). Este término pierde un poco su importancia para describir aguas de pozo de baja “salinidad”, en donde más importante para describir un agua es la concentración de sus iones que la salinidad total en sí. La norma INEN (1983) para agua potable, por ejemplo, permite salinidad total de 1,000 mg/lt. Allen y Scarpa (en prensa) encontraron que el sodio era necesario para la supervivencia de postlarvas de *P. vannamei*. También encontraron que durezas altas por si solas no aseguraban supervivencias altas. Van Wyk y Scarpa, (1999) recomiendan la composición de agua necesaria para cultivar camarón que consta en la tabla # 1. Sin embargo, tal como se demuestra en este estudio, puede que los requerimientos reales para algunos iones sean menores, especialmente cloruro y sodio. Potasio es otro ión que está preocupando al medio productor, sin embargo se ha podido cultivar camarón con concentraciones tan bajas como 6 mg/lt.

Hay varios métodos para determinar la salinidad del agua. El refractómetro, ha sido el más usado, pero, por su baja precisión, este método no es recomendable para baja salinidad. La conductividad del agua se puede relacionar con su salinidad. Sin embargo, ya que no todos los iones tienen igual conductividad, no es lo óptimo para comparar aguas de distinta composición, además no dice la composición iónica del agua. Calcular salinidad con base en cloruros mediante una formula, a pesar de servir para aguas oceánicas, no tiene sentido para aguas de tan variada composición como las de pozo. La determinación de sólidos disueltos totales sería la mejor opción para seleccionar una fuente de agua.

Desde el punto de vista del medio ambiente hay varios factores que deben de ser tomados en cuenta.
La idoneidad del agua y su potencial de salinización al suelo se expresa en términos del radio de absorción de sodio. Calculado por la fórmula:

$$SAR = \frac{[Na]}{1/2\sqrt{[Ca]+[Mg]}}$$

En donde las concentraciones se encuentran expresadas en meq/L (Boyd 2001). Boyd también cita valores de SAR de 2 a 7 como sin efectos nocivos, y de 8 a 17 como teniendo efectos solamente en especies sensibles. En este estudio se utilizó agua con un SAR de 3.6.
Usando una misma agua la salinización por efectos de la acuicultura es menor que por efectos de agricultura. Esto se debe a que en la primera tenemos aumento de salinidad por evaporación, mientras que en el segundo caso tenemos además evapo-transpiración.
La recirculación del agua, tal como se propone en el artículo 093, puede ser perjudicial en sistemas de cultivo en donde no se aplica sal, en donde una evaporación continua podría convertir en saladas aguas que un principio no lo eran.

Materiales y Métodos

Este estudio se llevó a cabo en las instalaciones de una langostera paralizada. Se sembraron 15 piscinas de 0.25 hectáreas divididas en tres grupos de 5 piscinas c/u. Se dividió las siembras en tres rangos de densidad. A 4 piscinas se les aplicó ClNa a razón de 1.5 kg/m^3. La información de las siembras de las piscinas consta en la tabla # 2.

El agua provenía de un pozo de 60 metros de profundidad con caudal de 750 litros por minuto. Las características del agua del pozo constan en la tabla # 3. Cabe resaltar que esta misma agua era utilizada anteriormente para el cultivo de langosta de agua dulce y es similar a la utilizada por los agricultores de la zona para el cultivo de arroz y mango.
Antes de la siembra se fangueó el suelo usando un motocultor. Se aplicó diesel a razón de 4 lt/Ha/ día para evitar proliferación de ninfas de libélulas. Este tratamiento no fue aplicado correctamente en el primer grupo de siembra, lo que causó abundante presencia de ninfas de libélulas y afectó significativamente la supervivencia final de este grupo

La larva utilizada fue libre de WSSV por PCR y estaba en estadíos PL12-15. La salinidad a la que se recibió fue de entre 4 y 5g/l. El flujo de agua durante la aclimatación fue regulado para mantener una variación de salinidad menor a la que aparece en la tabla # 4 (Van Wyk, 1999). La duración total de la aclimatación fue de entre 24 y 72 horas.
La supervivencia de aclimatación fue de 74% en el primer grupo, 82% en el segundo y 95% en el tercero. En el primer grupo se observó en un tanque mortalidad por contaminación con repelente de insectos.

Se usó durante todo el ciclo un alimento comercial con 38% de proteína.
Durante las primeras semanas se aplicó el balanceado dispersándolo. A partir de la cuarta semana se aplicó el 100% de la alimentación en comederos, modificándola según la demanda. Las cantidades de alimento aplicadas variaron desde 4 hasta 297 kilogramos por hectárea por día. Se observó que esta variación, así como la actividad del camarón, estaba asociada a los ciclos de mareas y luna.
La frecuencia alimenticia fue de 3 veces al día (mañana, tarde y noche).
Los aireadores fueron utilizados por demanda, esto es, se los utilizaba para intentar mantener en todo momento una concentración de oxígeno disuelto de al menos 4 mg/l, aunque por déficit de aireadores esto no se pudo siempre lograr. Los aireadores se encendían además por 2 horas durante el día para evitar estratificación térmica en la piscina.

Durante el cultivo, se midió salinidad por conductividad. Debido a la lluvia, la salinidad llegó a bajar hasta 0.54 g/l en las piscinas. Sin embargo no se observaron bajas en el crecimiento ni mortalidades asociadas con esta baja de salinidad.
Diariamente además se midió pH en la mañana y tarde, temperatura, turbidez por disco Secchi,. Todos estos parámetros estuvieron dentro de los rangos considerados normales. La temperatura en la época de invierno varió entre 29.5 y 33.8 °C, y al pasar a verano esta bajó a entre 22.4 y 27.5 °C.
Durante el cultivo no se recambió agua, ingresando agua a las piscinas solamente para completar las pérdidas por filtración y evaporación.
En varios momentos durante el ciclo se realizaron análisis de conteo de fitoplancton. El grupo dominante fueron las cianofitas, seguidas por las diatomeas penadas con concentraciones promedio de 419,314 +/- 239,992 cél/ml y 18,927 +/- 8,552 cél/ml respectivamente.
Previo se detectó debido a la predominancia de cianofitas en 8 piscinas, el llamado “olor a choclo”. A las mismas se les aplicó sulfato de cobre a razón de 16 Kg/ hectárea, lo que resultó en la eliminación del problema.
La cosecha del camarón se dificultó ya que los drenajes no permitían una cosecha normal por la compuerta. Para este efecto se decidió construir una compuerta falsa movible con paredes de plywood en el interior de las piscinas, de donde se sacaba el agua con 2 bombas de 6 pulgadas de diámetro, y un bolso de malla en esta compuerta, permitiendo de esta forma vaciar la piscina totalmente en un tiempo relativamente corto (2 horas).

Resultados

Los resultados individuales de cosecha de las distintas piscinas se encuentran en la tabla # 5.
En la Tabla # 6 se encuentran los resultados promedios por rango de densidad y por grupos de siembra.

Las supervivencias obtenidas variaron entre 29% y 69% con una media de 51.5% +/- 11% (p=0.05). No se encontraron diferencias significativas (p=0.05) para supervivencia entre densidad de siembra pero si se encontró diferencias significativas (p=0.05) entre grupos de siembra. Se atribuye esta diferencia de supervivencia en parte al mejor control de depredadores en la preparación y a la mejora en el manejo a medida que se fue adaptando la tecnología de cultivo.. Se encontraron además diferencias significativas (p=0.05) en supervivencia entre las piscinas a las que se adicionó sal y las que no se les adicionó, siendo mayor la supervivencia en las que no se le adicionó sal (55.8 +/- 5.0 % vs. 39.6 +/- 8.3% para las sembradas con sal).

Los crecimientos finales a cosecha variaron entre 0.43 y 1.01 gramos por semana con una media de 0.67 +- 0.15 gramos por semana. No se encontraron diferencias significativas (p=0.05) para crecimiento entre densidad de siembra o entre grupos de siembra.

El volumen de producción varió entre 3,800 y 11,968 libras por hectárea, con una media de 7,979 +/- 2,244 libras por hectárea. Se encontró diferencias significativas (p=0.05) en volumen de producción entre las distintas densidades, pero no entre grupos de siembra.

El factor de conversión alimenticio varió entre 1.25 y 2.36 con una media de 1.56 +/- 0.31. No se encontraron diferencias significativas (p=0.05) para factor de conversión entre densidad de siembra o entre grupos de siembra.

Discusión y Recomendaciones

Ya que no se encontraron diferencias en crecimiento, supervivencia ni factor de conversión entre grupos de densidades, pero si en volumen de producción, parece ser que la mejor estrategia para sembrar serían las densidades consideradas como altas.

Se piensa que la alta supervivencia que se está logrando en los cultivos tierra adentro se debe a que las aguas usadas no tienen la presencia del virus. Por este motivo, y debido al auge de camaroneras en el sector (según la subsecretaría de pesca hay al menos 24 camaroneras funcionando tierra adentro), es importante que los productores se esfuercen en no introducir enfermedades a la zona.

Ya que la supervivencia de las piscinas a las que se les aplicó sal no fue mejor que la de las que no se aplicó, en este caso, no sería necesaria la aplicación de sal a las piscinas. Esto representa tanto un ahorro económico como una ventaja desde el punto de vista ambiental

Esta metodología de cultivo era el paso lógico que se debía de dar en la industria camaronera, pasando de un sistema con bajo control sobre el medio cultivado a uno de mayor control, sin embargo, debido al relativo éxito que se obtenía en las camaroneras tradicionales antes de la aparición de la mancha blanca, la industria no se había visto obligada a dar dicho paso. La industria camaronera está buscando fuentes de agua en donde no haya vectores de enfermedades de forma natural, mayor bioseguridad y el uso de semilla mejorada y libre de patógenos.

Literatura Citada

Allen, S.E., R. Laramore, J. Fung, L. Duerr and J. Scarpa (2000) Low Salinity and Environmental Ionic Composition Effects on Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei.* Aquaculture America 2000: 4.

Allen S., Scarpa J. (en prensa) Effect of Environmental Ionic Composition on Survival of Pacific White Shrimp *Penaeus vannamei* postlarvae.

Boyd, C. (1990). Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama agriculture experiment station.

Boyd C. (2001) Calidad De Agua Y Manejo Ambiental En Cultivos De Camarón Tierra Adentro. CSA, CAN, Fundación CENAIM- ESPOL

Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Eccuatoriana INEN 1 108 1983 – 12. AL 01.06-401. CDO 644.61.

Scarpa, J. and D.E. Vaughan (1998) Culture of the Marine Shrimp, *Penaeus vannamei,* in Freshwater. Aquaculture '98: 473.

Scarpa, J., S.E. Allen and D.E. Vaughan (1999) Freshwater Culture of the Marine Shrimp *Penaeus vannamei.* Aquaculture America '99: 169.

Spotte, S.- 1970. Fish and Invertebrate culture. Water management in closed systems. Wiley – Interscience, New York, USA, 145 pp.

Subsecretaría de Pesca del Ecuador. (2001). Datos de la comisión interministerial para la regulación de cultivos acuícolas en tierras altas.

Van Wyk, P, 1999. Farming Marine Shrimp in Feshwater Systems: An Economic Development Stategy for Florida. In Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems.

Van Wyk P. and Scarpa J. (1999) . Water Quality Requirements and Management. In Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems.