CONVERSIÓN DE UNA GRANJA DE LANGOSTA DE AGUA DULCE (*Cherax quadricarinatus*) AL CULTIVO INTENSIVO DE *Penaeus (Litopenaeus) vannamei*.

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) 801231 / 881814

Resumen

El cultivo de Langosta de agua dulce *C. quadricarinatus* iniciado en el país en 1994, no tuvo el éxito que originalmente se esperaba. Buena parte de las granjas langosteras se encuentran paralizadas o subutilizadas. Al mismo tiempo la producción de camarón ha disminuido drásticamente debido a la mancha blanca. Una alternativa a este problema podría ser cultivar camarón en aguas sin presencia de este virus. Experiencias exitosas en cultivo del camarón marino *P. vannamei* en agua dulce tanto en el exterior como en el país, abren la posibilidad de aprovechar las tierras de langosteras subutilizadas para el cultivo de camarón.

Se evaluó la posibilidad de utilizar las instalaciones de una langostera ubicada en el cantón Santa Lucia (norte de la provincia del Guayas) para el cultivo intensivo del camarón marino *P. vannamei* en agua de pozo de baja salinidad (1g/l). Se intentó hacer únicamente los cambios u adiciones a la infraestructura que se estimaron indispensables.

Para el efecto se sembraron 15 piscinas de 0.25 hectáreas a densidades de entre 26.5 y 98.5 postlarvas por metro cuadrado. Las postlarvas fueron aclimatadas entre 24 y 72 horas. Se ensayó en 4 piscinas la necesidad de aumentar la salinidad del agua mediante la aplicación de sal. Se utilizó aireación únicamente cuando se consideró necesario. Solo se ingresó agua nueva a las piscinas para recuperar niveles perdidos por evaporación o filtración. Se aplicó alimento balanceado por demanda mediante la utilización de comederos.

Se analizan los diferentes problemas prácticos encontrados y las soluciones que se les dio. Se comparan los resultados de cosecha obtenidos a las diferentes densidades de siembra. Se comparan las ventajas y desventajas de la adición de sal. Se concluye que es posible utilizar la infraestructura de granjas langosteras para el cultivo intensivo de *P. vannamei*. Se analizan posibles problemas que se podrían encontrar en el futuro.

Introducción

Antecedentes

En 1994, durante la fase mas critica del síndrome de Taura en Ecuador, se introdujo el cultivo de la langosta australiana de agua dulce *Cherax quadricarinatus* al país. En ese momento se pensó que este cultivo podría ser viable, razón por la cual se invirtieron fuertes cantidades de dinero en la construcción de granjas langosteras, llegando en un momento a haber al menos 30 Langosteras construidas en el país.
Para junio del 2001, todas menos una de estas granjas se encontraban abandonadas o dedicadas a otras actividades (Subsecretaria de Pesca, 2001).

En estos momentos, la industria acuícola ecuatoriana atraviesa su momento de mayor depresión. Con exportaciones de camarón de 37,622 toneladas métricas que representan 297,408,403 dólares en el año 2000, se ha dado una disminución del 60% en volumen y 52% en dólares con respecto a las exportaciones que alcanzaron 94,803 TM y 616,942,115 dólares en 1999 y una disminución del 67% en volumen y 66% en valor respecto a las 114,733 TM y 875,050,894 dólares exportados en 1998. El presente año con 26,627 TM y 176,180,245 dólares de exportación en los primeros 6 meses, no presagia una recuperación del sector (Cámara Nacional de Acuicultura). Calderón et al (1999) encontraron que el 70% de las camaroneras muestreadas entre septiembre y octubre de 1999 resultaron positivas para virus de la mancha blanca y estimaron que el 50% de las camaroneras se encontraban paralizadas. Esto no solo afecta a las fincas camaroneras, si no a toda la cadena de producción relacionada con las mismas que incluye pero no se limita a laboratorios, empacadoras, fabricas de balanceado, transportistas y otros proveedores de materiales y servicios. Ortiz, (2001) estimó que para el año 2000 hubo una reducción del número de laboratorios de mas del 70%, que el 40% del área de piscinas camaroneras se encontraba inactiva y que 90,000 personas perdieron sus fuentes de trabajo relacionados con el sector en dicho año.

El utilizar las granjas langosteras abandonadas o subutilizadas para el cultivo de camarón se presenta como una opción en los presentes momentos para aprovechar esta infraestructura, a la vez que generar nuevas fuentes de trabajo y divisas y reactivar el resto de la infraestructura vinculada con la industria camaronera que esta desaprovechada Basados en los resultados positivos obtenidos en Asia, Estados Unidos y Ecuador, el cultivo de camarón tierra adentro con agua de pozo es una opción esperanzadora para la industria y para el país como medio de recuperar esta fuente de divisas y empleo.

Requerimientos de calidad de agua

El cultivo de camarón tierras adentro a pesar de ser considerado como algo nuevo en nuestro país, viene dándose en Asia desde 1987. En la década del 90 en Tailandia, se empezó a usar salmera mezclada con agua dulce como un método para evitar la mancha blanca, cultivando camarón a una salinidad de aproximadamente 5 g/l. En Alabama desde 1999, los productores de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*) han estado probando con el uso de agua de pozo de 2 a 5 g/l de salinidad para producir camarón (Boyd 2001).

En Florida se ha cultivado exitosamente *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$CaCO3$ sería necesaria para el cultivo de *P. vannamei*. En Nobol, provincia del Guayas, se está cultivando camarón en aguas con concentraciones de 76mg/l de cloruros. La importancia de los resultados de estos estudios es que se podría cultivar camarón en tierras agrícolas sin salinizar la tierra o las aguas circundantes.

El termino salinidad se refiere a la concentración total de iones en agua. No es, como mucha gente piensa la concentración de cloruro de sodio (Boyd 1990). Los cationes mas encontrados en el agua de mar son sodio (Na^+), magnesio (Mg^{++}), calcio (Ca^{++}) y potasio (K^+) y los aniones son cloruro (Cl^-), sulfato ($SO_4^=$), bicarbonato (HCO_3^-) y bromuro (Br^-) (Van Wyk y Scarpa, 1999). Parece ser que de más importancia para determinar la conveniencia de una agua para el cultivo es la concentración relativa de ciertos iones que la salinidad total en sí(Boyd 2001). 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).

Hay varios métodos para determinar la salinidad del agua. El refractómetro, debido a su facilidad de uso, es el método que más ha sido utilizado en la industria camaronera ecuatoriana, sin embargo, debido a su poca precisión, para bajas salinidades este método no es recomendable. La medición de la conductividad del agua, da una idea de la concentración de iones disueltos en la misma, se pueden elaborar tablas que para un agua específica, relacionen conductividad con salinidad. Sin embargo, ya que distintos iones dan distinta conductividad, no sería lo óptimo para comparar agua de distintos lugares, además no nos dice cuales son los iones que están disueltos en esa agua. La determinación de sólidos disueltos totales parece ser la mejor opción para seleccionar una fuente de agua, pero debido a su alto costo no sería conveniente para manejo rutinario una vez que ya se ha seleccionado la fuente de agua.

Objetivos

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Determinar si era posible utilizar las instalaciones de una langostera para el cultivo de camarón marino.
2. Realizar las mínimas modificaciones posibles a la infraestructura, aprovechando en lo posible lo disponible en la finca.
3. Determinar la posibilidad de cultivar camarón marino con agua de pozo de baja salinidad, tierra adentro en el Ecuador, sin la aplicación de sal.
4. Determinar problemas prácticos de implementación y sus posibles soluciones.

Materiales y Métodos

Diseño experimental

Para esta prueba se sembraron 15 piscinas de 0.25 hectáreas divididas en tres grupos de 5 piscinas cada uno. Se dividió las siembras en tres rangos de densidad, considerando baja densidad < 500,000 Pl/Ha, mediana densidad entre 500,000 y 800,000 Pl/Ha y alta densidad mas de 800,000 Pl/Ha.
La información de las siembras de las piscinas consta en la tabla # 2.

Para determinar diferencias debidas a grupos de densidad, se consideró un diseño de bloques aleatorios, en donde los bloques fueron los grupos de siembra y el tratamiento el promedio de los rangos de densidades de siembra para cada grupo. Esta información se la analizó mediante un análisis de varianza de dos vías.

Para determinar diferencias en supervivencia entre las piscinas a las que se le aplicó sal y las que no se le aplicó, se consideró un diseño totalmente aleatorio, analizando esta información mediante una prueba t de Student para diferencias entre medias.

Descripción de las instalaciones

Las pruebas se realizaron en las instalaciones de la langostera Celtic ubicada en el recinto El Mangle, cantón Santa Lucia, Provincia del Guayas. La langostera limitaba al norte con otra langostera que se encontraba parada, al sur con un camino vecinal, al este con terrenos agrícolas y al oeste con una granja de cultivo de mango.

La Langostera consistía en 15 piscinas de 0.25 hectáreas y 23 de 0.5 hectáreas para un total de 38 piscinas con 15.25 hectáreas de espejo de agua, de las cuales solo se utilizaron las 15 piscinas de 0.25 hectáreas en esta prueba. La media de profundidad de estas piscinas era de 91+/- 4 centímetros. La descarga del agua se la realizaba a los canales de drenaje que desembocaban en terrenos agrícolas vecinos. Todos los muros y fondos de piscinas eran de tierra.

La alimentación de agua provenía de un pozo de 60 metros de profundidad y 8 pulgadas de diámetro con una bomba a gasolina de 16 HP y 4 pulgadas con un caudal de alrededor de 750 litros por minuto. Esta agua se distribuía a las piscinas mediante un canal de tierra. 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 y es similar a la utilizada por los agricultores de la zona para el cultivo de arroz y mango.

El ingreso de agua a las piscinas se la realizaba mediante una tubería de 4 pulgadas, y el drenaje era mediante una compuerta de 46 cm de ancho con 2 tuberías de 4 pulgadas.

Las instalaciones constaban además de 2 bodegas de materiales de 64 m^2 de superficie total, una vivienda, una estación de purga de langosta con 6 tanques circulares de 4,000 litros cada uno, que fue modificada como estación de aclimatación, una caseta de guardianía, toma eléctrica y transformador de 150 amperios a 440 V un pozo de 70 metros de profundidad y 13 pulgadas de diámetro con bomba eléctrica de 50 HP a 440V con 8 pulgadas de diámetro. Este pozo se encontraba colapsado y la bomba dañada, por lo cual no fue utilizado.

Modificaciones a las instalaciones

Uno de los objetivos del presente estudio fue el aprovechar en lo posible la infraestructura existente, por lo que solo se realizaron las modificaciones o mejoras que se consideraron indispensables.
Se instaló un sistema de distribución de energía eléctrica interno con postes y cable de aluminio a 440V para la instalación de aireadores.
Se instalaron 15 aireadores de paletas de 1HP, 6 Aire-O_2 de 3 HP y 1 aireador de inyección sumergido de 1 HP con sus respectivos cables y arrancadores.
Se modificó la estación de purga para utilizarla como estación de aclimatación instalando un blower de 2.5 HP con su sistema de distribución de aire, 2 bombas de agua de 0.5 HP con su sistema de distribución de agua para una capacidad de agua de 60 litros por minuto, estación de eclosión de artemia, se modificó el sistema de drenaje y se reparó el techo.
Se instaló un sistema móvil de cosecha, ya que el drenaje de las compuertas, aunque suficientes para la cosecha de langosta, no permitían cosechar eficientemente el camarón. Después de la prueba se determinó

que además era necesario arreglar el fondo de las piscinas por cuanto se quedaba demasiado camarón varado después de vaciar la piscina.
Se confeccionaron además 150 comederos para la alimentación del camarón.
Cabe resaltar que debido a que solo se estaba usando el 25% de la extensión de la finca no fue necesario realizar más modificaciones, pero que la infraestructura existente no era suficiente para operar el 100% de la finca por lo que, en caso de querer operar toda la extensión de la finca se necesitaría realizar inversiones extras en bodegas, transformadores, distribución eléctrica, generación eléctrica de emergencia, pozos, bombas, aumento de la capacidad de la estación de aclimatación, bodega de materiales y alojamiento de personal.

Preparación de Piscinas

El primer grupo de piscinas sembradas fue preparado de forma distinta a las siguientes.
La preparación empezó el 22 de enero del 2001. Se drenó toda el agua en las piscinas, se ingresó suficiente agua de pozo directa mediante tubería como para cubrir el terreno y se fangueó el suelo usando un motocultor, tanto para eliminar la maleza que crecía en ellas como para compactar el terreno y disminuir filtraciones. Una vez fangueado el suelo se continuó el llenado de las piscinas con agua directa de pozo. Durante el llenado se aplicó fosfato diamónico (DAP) (18% N, 48% P_2O_5) a razón de 12 Kg/ hectárea, disuelto en el agua, como fertilización.
El 9 de febrero se aplicó sal en grano (98% ClNa) a razón de 1.5Kg /m^3. en 4 de las 5 piscinas. El objetivo de esta aplicación fue ver si el camarón sembrado en la piscina a la que no se le aplicaba sal podría sobrevivir a la aclimatación y siembra. La aplicación de la sal se la realizó mediante una modificación de un brinomat (salmuerómato) según descrito por Sorgeloos *et al* (1986) y Spotte (1970). Este aparato consistía en un tanque de 1,000 litros con 3 tubos de 4 pulgadas ranurados, en donde se colocaba la sal y se ingresaba agua de la piscina mediante una bomba, saliendo salmuera de regreso a la misma. Una vez aplicada la sal se encontró estratificación en las piscinas, teniendo una capa de agua de 25 g/l de salinidad en el fondo, por lo que hubo que mezclar el agua con el uso de aireadores.
Para tratar de controlar insectos depredadores, especialmente ninfas de libélula, se aplicó intermitentemente diesel a razón de 4 litros por hectárea.
La siembra programada originalmente para el 14 de febrero fue pospuesta por falta de disponibilidad de larva, por lo que estas piscinas tuvieron alrededor de 20 días con agua antes de la siembra del camarón.
Se apreció en todas estas piscinas abundante presencia de ninfas de libélulas, por lo que se presume que el diesel no sirvió para eliminarlas una vez que estas se habían establecido en la piscina.

En los siguientes 2 grupos de piscinas, se cortó y retiró la maleza y se clorinó a una concentración aproximada de 100mg/l todas las pozas que quedaban en la piscina, aplicando además diesel a las mismas para impedir que las libélulas pongan huevos. Luego de esto se procedió al llenado parcial de las piscinas con agua, filtrada con malla larvera de 600 micras. Durante todo el proceso de llenado se aplicó diesel en la mañana a razón de 4 litros por hectárea diario. Una vez cubierto el fondo de la piscina con agua se procedió al fangueado del mismo, luego de lo cual se continuó con el llenado de la piscina y se fertilizó con DAP a razón de 12 Kg por hectárea. Durante todo el tiempo restante hasta la siembra de las piscinas se continuó con la aplicación diaria de diesel, y, después de sembrado se lo aplicó pasando un día la primera semana y pasando 2 días la segunda semana. No se detectó presencia de ninfas de libélulas al momento de la siembra de la piscina o hasta pasadas 3 semanas, momento en que se estimó que el camarón tenía suficiente tamaño para evitar ser presa de las mismas.

Aclimatación y Siembra

La larva utilizada en esta prueba provino de los laboratorios Marogal y Macrobío del grupo Expalsa. Y los nauplios fueron de líneas mejoradas, el primer grupo provenía de maduración del laboratorio Playaespec y el segundo y tercer grupo de Maduración del laboratorio Macrobío.
Toda la larva utilizada fue negativa para virus de mancha blanca por PCR.
La larva comprada estaba en estadío PL12 en el primer grupo, PL15 en el segundo y PL14 en el tercero.
La salinidad a la que se recibió fue de 5g/l para el primer grupo y de 4 g/l para el segundo y tercero.
La larva fue empacada en el laboratorio en cajas a una densidad de 660 Pl/ litro en promedio y a una temperatura de 23 °C.
Debido a que los tanques utilizados eran bastante anchos y de poca profundidad, antes de recibir la larva en los mismos hubo que hacer una cama de agua de 2,000 Litros a la misma salinidad, preparada con agua de mar mezclada con agua de pozo de la camaronera, ya que de lo contrario el sistema de aireación no funcionaría a tan baja altura.

Una vez preparada la cama de agua se distribuyó y sembró la larva en los tanques, usando un tanque para cada piscina destino. La densidad de siembra fue de entre 39 y 86 Pls/ Litro total de capacidad del tanque.
Apenas sembrada la larva en los tanques se la aclimató y se la dejó descansar por 1 hora, luego de lo cual se inició el ingreso de agua de aclimatación.
El agua de aclimatación provenía del mismo pozo utilizado para llenar las piscinas.
El flujo de agua 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 72 horas para el primer grupo, de 48 horas para el segundo y de 24 horas para el tercero.
La alimentación durante la aclimatación se la realizó con Flake comercial, alimento comercial para larvas de 50% de proteína y Cyclop-eeze. Además en el primer grupo se aplicó nauplios de artemia, pero por facilidad de uso se lo remplazó totalmente por Cyclop-eeze en los siguientes grupos.
Al final de la aclimatación se cosecharon los tanques, se contó la larva por método volumétrico y se transportó la larva en tanques a la piscina, en donde se los sembró directamente con 2 mangueras de 1 pulgada de diámetro.
Se colocó además en cada piscina cubos de monitoreo con 100 larvas según descritos por Villalón (1991), para monitorear la efectividad de la siembra.
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 una mortalidad alta debido a contaminación por repelente de insectos.

Alimentación

La alimentación se realizó durante todo el ciclo con un alimento comercial fabricado por Diamasa con 38% de proteína, 7% de grasas, 2% de fibra y 13% de cenizas. El diámetro del pellet usado fue de 1.8 mm durante todo el ciclo. Este alimento corresponde a las denominaciones CH380 y C2H380.
Durante la primera semana se aplicó el balanceado dispersándolo desde la orilla, la segunda semana se dispersó en canoa en toda el área de la piscina. A partir de la tercera semana se colocaron 20 comederos por hectárea, en donde se aplicó durante 3 días el 50% de la ración alimenticia, dispersando el resto. Después de los 3 días se aplicó el 100% de la alimentación en los comederos, pero sin modificarla basándose en el consumo. A partir de la cuarta semana se aumentó a 40 comederos por hectárea, modificando la alimentación según el consumo del camarón. Durante el resto del ciclo toda la alimentación fue dada en comederos, dosificándola de acuerdo a la demanda del camarón.
Las cantidades de alimento aplicadas variaron grandemente, desde 8 hasta 297 kilogramos por hectárea por día en las piscinas de alta densidad, de 4 a 163 kilogramos por hectárea por día en las piscinas de mediana densidad y de 4 a 153 kilogramos por hectárea por día en las de baja densidad. Se observó que la variación en alimentación, así como la actividad del camarón, generalmente estaba asociada a los ciclos de mareas y luna.
La frecuencia alimenticia fue de 2 veces al día (mañana y tarde) durante las primeras 3 semanas y de 3 veces al día (mañana, tarde y noche) durante el resto del ciclo.
Se intentó no alimentar mas de 2 Kg por comedero por dosis, aumentando el número de comederos de ser necesario.

Manejo de Aireadores

Los aireadores fueron instalados desde antes de la siembra en todas las piscinas, pero solo se utilizaron por demanda, esto es, se los utilizaba para intentar mantener en todo momento una concentración de oxígeno disuelto de al menos 4 mg/l.
El oxígeno se lo monitoreaba a las 00H00, 03H00, 06H00, 18H00 y 22H00, encendiendo los aireadores de ser necesarios. Se consideraba necesario encender los aireadores con concentraciones de oxígeno disuelto de menos de 6 mg/l a las 18H00 o 22H00 o de menos de 5mg/l a las 00H00 o 03H00. A las 06H00 se apagaban los aireadores en piscinas con una concentración de oxígeno disuelto de al menos 04H00 mg/l.
Sin embargo, debido a la falta de aireadores, esto no siempre se pudo cumplir, trabajándose en la realidad con valores de oxígenos que llegaron hasta 0.9 mg/l y teniéndose incluso una mortalidad por baja de oxígeno en la piscina A. Por esta falta de aireadores, nos vimos obligados a cambiar los aireadores durante el ciclo de acuerdo a las necesidades de las piscinas.
Los aireadores se encendían además por 2 horas durante el día, de 13H00 a 15H00, para evitar estratificación térmica en la piscina.

Calidad del agua

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 células / mililitro y 18,927 +/- 8,552 células por mililitro respectivamente.
Previo a las cosechas se realizó análisis organoléptico, encontrándose que, debido a la predominancia de cianofitas en 8 piscinas, estas tenían el llamado “olor a choclo”. Estas piscinas fueron tratadas con sulfato de cobre a razón de 16 Kg/ hectárea, lo que resultó en la eliminación del problema en 4 a 5 días.

Cosechas

Las cosechas del camarón trajeron problemas derivados de lo inadecuado que era la infraestructura para cosechar, ya que la poca capacidad de los drenajes no permitían una cosecha normal por la compuerta.
Para este efecto se decidió construir una compuerta falsa 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).
De todas maneras, las cosechas fueron problemáticas, quedando hasta 1,500 lbs de camarón varado en el lodo, lo que llevaba un costo extra de mano de obra y disminuía la calidad del producto.
Después de la cosecha, como preparación para el siguiente ciclo, se fangueó el suelo de la piscina para poner en suspensión la materia orgánica y eliminarla por el drenaje.

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.
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. 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 consideras como altas. Además parece que con estas producciones, todavía no se llega al limite de la capacidad de carga del estanque.

Sería necesario ver si estos resultados se pueden mantener en el mediano y largo plazo. Uno de los problemas potenciales podría ser la acumulación de materia orgánica en el suelo. Una posible solución a este problema podría ser la colocación de liners en las piscinas, pero por su alto costo, otras alternativas como la suspensión y drenaje de la misma, podrían ser más viables.

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.

Durante este experimento se tuvo déficit de aireación en las piscinas, especialmente las de los 2 primeros grupos. Basados en las pruebas realizadas, parecería ser que para la densidad alta el requerimiento de aireación sería entre 16 y 20 HP por hectáreas, para las de densidad media de alrededor de 10 a 12 HP por hectárea y de las de baja densidad de 4 a 10 HP por hectárea.
Se observó una marcada disminución en consumo de alimento y crecimiento al bajar la temperatura, pero no se observó mortalidad en las piscinas. Sería necesario evaluar si con estos volúmenes de producción es factible económicamente tratar de elevar la temperatura en las mismas.

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. Sería recomendable que las personas que piensen en el cultivo de camarón tierra adentro busquen lugares con aguas de baja salinidad que no contaminen el ambiente y que a la vez le permitan criar camarones sin la aplicación de sal o salmuera. Un cultivo de camarón tierra adentro no necesariamente es un riesgo ambiental si se lo hace responsablemente. Sería necesario hacer mas investigaciones para determinar los requerimientos mínimos de iones en el agua para el cultivo de camarón. Cuando esto se haga, la presión para salinizar el agua o usar agua subterránea no apta para el cultivo agrícola disminuirá. Creo que la actual legislación de control de cultivo de camarón debería de tomar en cuenta esta diferencia para incentivar a los empresarios a usar agua con menor salinidad, ya que es mas seguro utilizar agua que no vaya a dañar el medio ambiente que tratar de evitar que el agua salada se escape de las piscinas.

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) Comunicación personal

Calderón et al (1999). II monitoreo de la prevalencia y distribución geográfica del virus de la mancha blanca (WSSV) en Ecuador

Camara Nacional de Acuicultura (2001). Estadísticas de exportaciones de camarón.

Ortiz L. (2001) Análisis del sector camaronero ecuatoriano en el año 2000. Acuacultura del Ecuador No. 41. Febrero – Marzo 2001. 8 pp.

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.

Sorgeloos, P.; Lavens, P.; Léger P.; Tackaert, W; Versichele, D.- 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in Aquaculture Artemia Reference Center Ghent, Bélgica, 315 pp.

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 no publicados 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. Harbor Branch Oceanic Institution. Florida Department of Agricultuire and Consumer Services

Van Wyk P. and Scarpa J. (1999) . Water Quality Requirements and Management. In Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Harbor Branch Oceanic Institution. Florida Department of Agricultuire and Consumer Services

Villalón, R.- 1991. Manual Práctico para la Producción Comercial Semi-intensiva de Camarón Marino