“ESTUDIO DEL CULTIVO DEL CAMARÓN BLANCO (*L. vannamei*) EN AGUA DULCE PROVENIENTE DE ACUIFEROS EN LA ZONA DE CHURUTE”.

AUTORES.
[1] Paulo César Balda Mendoza.
[2] Raúl Ernesto Menéndez Molina.
[3] Jerry Landivar Zambrano.

[1] Ingeniero en Acuicultura, 2003
[2] Ingeniero en Acuicultura, 2003
[3] Director de Tesis, Master en Acuicultura y Medioambiente, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Coordinador académico de la Carrera Ingeniería en Acuicultura, Director Académico de la Facultad de Turismo.

RESUMEN

Las pruebas para esta tesis las llevamos a cabo en la camaronera "El Paraíso", ubicada en la zona de Churute perteneciente al Ing. Henry Andrade, quien ofreció sus instalaciones para los fines ya establecidos.

En el presente proyecto se ofrecen datos de ciclos de cultivo realizados en piscinas de dicha camaronera, realizándose un seguimiento completo a una piscina. Adicionalmente se indican los datos de producción de otras piscinas con similar proceso de experimentación.

La piscina de 0,8 Has., conocida como Semillero ha funcionado anteriormente como piscina de transferencia para ciclos de cultivos tradicionales de camarón . Los costos manejados dentro de la prueba fueron razonables y los detalles técnicos del cultivo estuvieron acompañados con análisis químicos semanales de agua y una análisis inicial para determinación del perfil iónico del agua. Los principales objetivos de nuestra tesis son:

- Ensayar el cultivo del *Litopenaeus vannamei* con agua cercana a las cero parte por mil de salinidad.
- Realizar estimaciones de los principales costos implicados en los proyectos de cultivo tierra adentro.

INTRODUCCION

Cultivos tierra adentro.

Los cultivos con agua de pozo son realizados en zonas de tierra adentro o llamadas también tierras agrícolas, estos cultivos requieren un manejo especial, ya que se trata de cultivos intensivos orientados a levantar la industria camaronera del país. Entidades importantes como el CENAIM y la Cámara Nacional de Acuacultura, han visto en éstos sistemas una opción importante, pues su ventaja principal está en la óptima calidad del agua.

Experimentos con este tipo de agua en algunas zonas de Asia y de América han arrojado excelentes resultados, con salinidades entre 5 y 15 ppt., pero en muchas zonas tierra adentro lo más probable es encontrar aguas subterráneas con salinidades inferiores a los 2 ppt.

Muy pocos estudios hay sobre el cultivo del camarón en agua dulce de menos de 1ppt, pero se ha establecido que no es lo ideal para su crecimiento en estanques.

Existen problemas adicionales de calidad en el camarón debido a la presencia de olores y sabores extraños producidos por algas cianofitas, típicas de agua dulce.

CONTENIDO

1.- Fisiología de la osmorregulación.

Es muy importante conocer los fenómenos relacionados con la función de osmorregulación del camarón marino; dicha osmorregulación no es más que la adaptación que ejerce el organismo del animal ante los cambios iónicos del agua.

El *Litopenaeus vannamei* es una especie de crustáceo eurihalino, lo que significa que tolera amplios rangos de salinidad, sin embargo, a salinidades menores de uno existen muy pocos registros de ciclos de cultivo, por el motivo de que muy pocos cuerpos de agua estuarinos en los más fuertes inviernos llegan a tal salinidad.

Los organismos acuáticos en general compensan los desequilibrios de sales mediante la presión osmótica que su organismo ejerce. El camarón marino utiliza el agua salina para tareas de maduración, apareamiento, reproducción, eclosión de huevos, cría de nauplios entre otras. En sus etapas juveniles migran a medios menos salinos, pero regresan a salinidades altas para completar su ciclo de maduración.

2.- Depósitos subterráneos.

Los depósitos subterráneos constituyen una fuente principal de agua dulce. En función de la capacidad de almacenamiento, las capas acuíferas subterráneas mundiales contienen más del 90% del agua fresca total con que se cuenta para uso humano.

Más del 97% del agua de la tierra se encuentra en los océanos; todos los ríos, lagos, etc. del mundo contienen únicamente 0.02% del agua total del mundo; Los acuíferos contienen el 0.61% y los casquetes polares y glaciares contienen el 2.24%. El agua profunda se suele mover muy lentamente, debido a lo cual, la composición de cualquier pozo es por lo general bastante constante.

3.- Condiciones de manejo para cultivos tierra adentro.

Algunas condiciones son tomadas en consideración para llevar a cabo cultivos de camarón tierra adentro:

1.- Densidades de siembra de entre 200.000 y 900.000 larvas por hectárea.
2.- Optima calidad de larva.
3.- Piscinas de entre 0,1 y 1 hectárea.
4.- Profundidad promedio de 110 cm.
5.- Bombas con tubos de diámetro de 8 pulgadas y potencia de 20 Hp.
6.- Alimentación natural alternativa.
7.- Alimentación artificial obligada (balanceado).
8.- Utilización de aireadores para compensar el consumo de oxígeno.
9.- Tratamiento alternativo del agua.
10. Mantenimiento de normas de bioseguridad.

4.-Caracterización físico química del agua subterránea.

El *Litopenaeus vannamei* es una especie que ofrece un amplio rango de tolerancia y que puede ser cultivado en muchos tipos de aguas en nuestro medio; sin embargo ello tiene un límite sobre todo si se trata de aguas subterráneas cuya caracterización físico-química puede ofrecer valores bajos o elevados de al menos uno de éstos parámetros. Los principales factores a considerar en éste tipo de cultivos son: Oxígeno, Turbiedad, Materia orgánica , pH, Cloruros, Nitrógeno, Fósforo, Sulfuro de hidrógeno y Metales pesados.

Se ha demostrado que el *Litopenaeus vannamei* puede ser cultivado en agua dulce siempre y cuando ésta contenga la dureza necesaria y el correcto balance mineral (Scarpa y Vaughan 1998).

- Datos demuestran que en el cultivo de camarón, la concentración total de iones es de más importancia que la salinidad propiamente dicha (Boyd 2001).
- Lo anteriormente expuesto da una idea de que el cultivo de *Litopenaeus vannamei* sí puede ser cultivado en bajísimas salinidades siempre y cuando la dureza o concentración total de iones se encuentre en un perfil adecuado.
- El término salinidad es una medida de la concentración total de iones en el agua y no necesariamente de cloruro de sodio (Boyd 1990).

5.- Características de la camaronera en estudio.

El sector de Churute ubicado al noroeste de Guayaquil y a algunos kilómetros de Naranjal es considerado como una zona protegida en el Ecuador. Sus aguas son caracterizadas por tener salinidades promedio de 9 ppt a lo largo del año, habiendo un mínimo de 0 ppt en época lluviosa y un máximo de 22 ppt en época seca.

La camaronera Paraíso ubicada en este sector, perteneciente al Ing. Henry Andrade, ha decidido extender su cultivo hacia la alternativa de agua de pozo para mejorar la producción. . Las condiciones particulares del cultivo son las siguientes:

- El área de la piscina en estudio es de 0,8 Has.
- El objetivo del bombeo será compensar las pérdidas por filtración y evaporación.
- La bomba usada tiene un diámetro de tubería de 3 pulgadas.
- La profundidad promedio de la piscina será de 90 cm.
- La densidad de cultivo será de 180.000 larvas / hectárea.

6.- Mediciones de calidad de agua en los estanques.

El análisis físico-químico del agua del acuífero utilizado incluye, exámenes físicos y químicos, concentración de sales disueltas, determinación de metales pesados, ensayos especiales y una conclusión sobre los análisis realizados.

TABLA I: Examen físico-químico de la fuente acuífera.

Examen físico: Identificación

Turbiedad NTU	*10,00*
C olor u Pt/Co	*5,00*
Olor	*Normal*
Temperatura Ambiente	*27°C*
PH a 25°C	*7,50*
Conductividad específica micromhos/cm	*472,00*
Sólidos Disueltos Totales mgs/lt o ppm	*320,20*
Examen Químico: Concentración	**mg/lt**
Calcio como Ca++	*16,00*
Magnesio como Mg++	*9,00*
Sodio como Na+	*73,00*
Potasio como K+	*3,00*
Hierro como Fe++	*0,10*
Manganeso como Mn++	*0,00*
Amonio como NH4	*0,10*
Carbonatos como CaCO3	*0,00*
Bicarbonatos como CaCO3	*172,00*
Hidróxidos como CaCO3	*0,00*
Sulfatos como SO4=	*5,00*
Cloruros como Cl-	*42,00*
Nitritos como NO2-	*0,00*
Nitratos como NO3-	*0,00*
Fosfatos como PO4-	*0,00*
Total de Minerales Disueltos	***320,20***

Información Complementaria
Sales Disueltas: Concentración

	mg/lt	%
Cloruro de Potasio	*5,22*	*1,46*
Cloruro de Sodio	*64,94*	*18,23*
Cloruro de Calcio	*0,00*	*0,00*
Cloruro de Magnesio	*0,00*	*0,00*
Sulfato de Sodio	*7,10*	*1,99*
Sulfato de Calcio	*0,00*	*0,00*
Sulfato de Magnesio	*0,00*	*0,00*
Bicarbonato de Sodio	*162,96*	*45,76*
Bicarbonato de Calcio	*64,80*	*18,20*
Bicarbonato de Magnesio	*51,10*	*14,35*
Total	***356,11***	***100,00***

	mg/lt
Dureza Total EDTA como CaCO3	*76,00*
Dureza Temporal o Alcalinidad como CaCO3	*172,00*
Dureza permanente como CaCO3	*0,00*
Dureza relativa como CaCO3	*96,00*
Determinación de Metales Pesados	**mg/lt**
Aluminio	*0,00*
Hierro	*0,10*
Cromo	*0,00*
Zinc	*0,00*
Manganeso	*trazas*
Plomo	*0,00*
Cobre	*0,00*
Cadmio	*0,00*

Ensayos Especiales

Acidez mgs/lt	*22,00*
Oxígeno Disuelto mgs/lt	*7,00*
Adición de cal en gramos por metro cúbico	*20,00*

Conclusión: *La muestra de agua analizada presenta un contenido de minerales disueltos totales en el orden de 320,20 ppm., valor que se considera de excelente calidad para uso humano y para la cría de camarones en cautiverio, se recomienda la adición de cal en el orden de 20 gramos por metro cúbico de agua, con el fin de aumentar su pH y los iones de calcio y magnesio, para una mejor fisiología del crustáceo.*

7.- DATOS TÉCNICOS DE LA CORRIDA.

7.1.-Datos de Siembra:

- Fecha de siembra: 17 de Agosto del 2001
- Densidad de siembra: 180.0000 larvas por hectárea
- Tipo de larva: Nauplio de Maduración, certificada doble cero

- Procedencia: Laboratorio Río Verde (Esmeraldas)
- Edad de la post-larva: PL-7

7.2.- Datos de Aclimatación:

- Oxígeno disuelto: 11 mg/lt
- Salinidad antes de aclimatación: 5ppt
- Tiempo de aclimatación: 11 horas
- Mortalidad durante la aclimatación: 1%
- Temperatura antes de aclimatación: 27°C
- Temperatura después de aclimatación: 25°C
- Peso gravimetrico de larvas: 400 por gramo.

La aclimatación de la larva fue realizada en un lapso de 11 horas en la que fue llevada desde 5 hasta casi 0 ppt. de salinidad.

7.3.- Datos de cosecha:

- Libras cosechadas: 1257 lbs. (1571 libras por hectárea)
- Peso promedio: 11,28 gramos (80% en 12,3 gramos y 20% en 7 gramos)
- Cálculo de la población cosechada: (1257x 454) / 11.28 = 50592 animales
- Porcentaje de supervivencia: 35.1%
- Conversión alimenticia: 1448 lbs. alimento./1257lbs. cosechadas.= 1,15 : 1

7.4.- Parámetros durante el ciclo.

- Los parámetros tomados en cuenta para este seguimiento fueron nitritos, nitratos, fosfato, amonio, hierro, pH, alcalinidad y turbidez.

Fecha	Hierro	Fosfato	Nitritos	Nitratos	Ph	Turbidez	Alcalinidad	Amonio
ago. 10	0,22	3,82	0,013	2,3	7,4	45	163	0,05
ago. 12	0,24	3,78	0,005	1,7	7,6	38	164	0,07
ago. 25	0,25	3,84	0,014	2,5	8,1	31	182	0,15
sept. 4	0,32	3,73	0,016	2,7	8,2	25	220	0,29
sept. 21	0,28	2,54	0,029	3,1	8,2	35	200	0,52
sept. 30	0,3	1,72	0,04	3,2	8,3	32	200	0,80
oct. 10	0,32	1,64	0,085	5,4	9,2	20	200	0,72
oct. 27	0,33	1,5	0,047	5,5	8,9	27	188	0,77
nov. 16	0,33	1,93	0,025	5,8	8,6	32	200	0,83

TABLA II: Parámetros durante el ciclo.

7.5.-Otros ensayos.

Piscina	Ha.	Siembra	Num. anim.	Cosecha	Libras	Peso promedio(grs.)	Superv. (%)	Días
Semillero	0,8	20/03/2002	160000	05/06/2002	1820	15,5	33,3	97
6	1,4	09/08/2001	50000	16/11/2001	257	10,6	22,0	99
11 *	0,2	10/01/2002	202200	28/04/2002	1900	11,0	38,8	107

TABLA III: Pruebas realizadas en otras piscinas

Nota: La piscina 11 fue manejada con el mismo criterio que el resto, la única diferencia es que en ésta se aplicó aireación, por lo cual podemos notar un mejor rendimiento.

Bomba utilizada en el ensayo.

El modelo de bomba que se utilizó es HONDA 55 GX-160, de 3/4 de Hp.; el cual es relativamente sencillo pues comúnmente se la utiliza para operaciones menores como llenado del cheque de las bombas de 16 pulgadas, vaciado de estanques de poca pendiente, entre otras.

Puesto que la excavación del es de 4 pulgadas, y que el nivel freático en el pozo no sobrepasa los 7 metros; la instalación de una bomba de 3 pulgadas es justificada. El bombeo fue diario y se trabajó un promedio de 18 horas en el día; y durante el evento patológico se realizó bombeos continuos de hasta 21 horas.

8.- INGRESOS Y COSTOS DEL PROYECTO REALIZADO.

Los diferentes rubros financieros generados por el proyecto realizado se detallan a continuación.

8.1.- Ingresos

La producción obtenida en la piscina de ensayo fue de:

- 1235 libras 105 x $0.5 = $ 52.50   *Larvilla*
- 1130 libras x $1.78   = $ 2011.40 *Camarón grande*
- Ingreso total   = $ 2063.90

TABLA IV: Cuadro de costos implicados en la realización del proyecto.

Costos fijos.

Concepto	**Costo**
Construcción del acuífero	$ 1040
Análisis de agua (pruebas físico-Químicas)	$ 60
Reparación de bomba	$ 45
Salario a trabajadores(0,8 Has,3 meses prod.)	$ 24
Depreciación materiales de campo	$ 15
Depreciación materiales de laboratorio	$ 2
Depreciación equipos de medición	$ 10
Comederos	$ 50
Preparación de la piscina	$ 12
Preparación para la cosecha	$ 25
Total Costos Fijos	$ 1283

Costos variables.

Concepto	**Costo**
Larva	$ 210
Combustible utilizado	$ 182
Alimento Balanceado 28%	$ 120
Alimento Balanceado 35%	$ 170
Fertilizante	$ 15
Carbonato de Calcio	$ 25
Zeolita	$ 18
Cal P-24	$ 18
Inmunoestimulantes en el alimento	$ 4
Medicado en el alimento	$ 5
Total Costos Fijos	$ 767

Si dividimos el total de costos variables para la cantidad de libras producidas, obtendremos que producir una libra de camarón, tendríamos cuesta $ 0.62 con lo que quedarían $1.16 por libra, disponibles para cubrir los costos fijos. El resultado financiero sería:

- Utilidad o pérdida = 2064 - 1283 - 767 = $ 14
  Ingresos - C.F. - C.V.

Como podemos apreciar, la utilidad obtenida a partir del proyecto es de $ 12

Un proyecto de mayor escala, obviamente tiene mucha diferencia con el presente pues en ellos se requiere una inversión inicial, que está dada por fuertes desembolsos por conceptos de compra de terrenos, construcción y adecuación del sistema, adquisición de equipos necesarios para la producción y puesta en marcha del proyecto.

Los cultivos tierra adentro han sido reconocidos por la Cámara Nacional de Acuacultura como una opción para superar los problemas económicos causados por el impacto de la Mancha Blanca. Al tratarse de una inversión fuerte y de una fuente de agua con valores

inciertos, el riesgo del negocio es alto.
Podemos citar algunas cifras relativas a éste tipo de inversiones:

- El grupo “El Rosario” tiene costos promedio de producción de 10000 dólares por hectárea e ingresos de 16000 dólares en cada ciclo. A continuación realizaremos un listado de los principales costos fijos y variables por hactárea de un proyecto de cultivo tierra adentro.

TABLA V: Principales costos fijos por hectárea implicados en la realización de un proyecto de cultivo tierra adentro:

Concepto	**Costo**
Perforación de pozos	$ 324 USD
Instalación de aireadores	$ 7570 USD
Instalación de bombas	$ 2306 USD
Terreno	$ 1500 USD
Adecuación del terreno	$ 4200 USD
Total	$15910 USD

TABLA VI: Principales rubros mensuales a considerar en un proyecto de cultivo tierra adentro:

Concepto	**Concepto**	**Cantidad**	**Costo individual**	**Costo total**
Energía proporcionada a las bombas	Kw-h	1943,3	$ 0,059	$ 114,65
Funcionamiento de aireadores	Kw-h	6300,0	$ 0,059	$ 371,70
Cambio de aceite de aireadores	Litros	5,0	$ 10,00	$ 50,00
Alimento balanceado	Libras	3103,3	$ 0,22	$ 682,70
Total	-------	-------	------	$ 1219,05

CONCLUSIONES

En la actualidad los cultivos superintensivos han tomado mucho auge en nuestro medio y el terreno para ponerlos en marcha suele ser virgen (camaroneras recién construidas) o sencillamente son suelos de viejas langosteras.

Podemos observar en la parte de resultados que la utilidad obtenida es de $12, lo que es muy poco común debido al hecho de que se recupera la totalidad de costos en el primer ciclo de producción. Esto se debe a que se trata de un ensayo en el que, a diferencia de un proyecto común de gran escala, no existen otros costos fijos como el de compra de terreno, adecuación de piscinas, adquisición de aireadores, entre otros.

Con éstos resultados demostramos que se puede aprovechar la capacidad instalada de las camaroneras actualmente existentes para cultivar con agua de pozo siempre y cuando exista un tratamiento previo para recuperar los suelos.

Otro punto que vale la pena destacar es la fácil aclimatación del crustáceo al medio de agua dulce en las primeras etapas del cultivo.

Si comparamos la utilidad por hectárea que ofrecen los cultivos tradicionales de camarón actualmente con la obtenida en una hectárea de camaronera tierra adentro observamos gran diferencia; el proceso de cultivo con agua de pozo ofrece la oportunidad de obtener un margen de ganancia adecuado incluso en la época actual al radicar las ganancias en el volumen producido más que en el precio de venta. Cabe destacar que el presente estudio abarca cultivos en piscinas pequeñas (menos de una hectárea)

RECOMENDACIONES

Basados en el presente estudio, ofrecemos las siguientes recomendaciones:

1.-Realizar un tratamiento previo a piscinas a cultivar con el agua de pozo y que hayan sido utilizadas anteriormente para cultivos tradicionales de camarón.
2.-Cultivar con agua dulce, siempre y cuando la salinidad supere los 0,5 ppt
3.-Utilizar los cultivos en agua dulce de entre 0,3 y 0,7 ppt con fines de pre-cría.
4.-Efectuar estudios sobre un sistema de cultivos "tierra adentro" en piscinas grandes (de más de 3 hectáreas).
5.-Realizar los manejos de los ciclos de cultivos con protocolos orgánicos que permitan mantener la vida útil de los proyectos acuícolas tierra-adentro en el largo plazo.
6.-Adaptar a éstos cultivos, sistemas de recirculación con el fin de reducir los costos de bombeo y de evitar la sobreexplotación de acuíferos.
7.-Efectuar análisis de agua a las fuentes a utilizar para determinar metabolitos, concentración de sales y minerales y presencia de metales pesados.

REFERENCIAS:

1. BOYD Claude. "El Cultivo del camrón Tierra-adentro y el medioambiente". Revista Cámara Nacional de Acuicultura. Ejemplar No 43 pp. 22-26
2. L.F. Chávez. "Estudios preliminares sobre la osmolaridad del Penaeus vannamei" pp.40-48 (Tesis, Facultad de ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, 1989)
3.- Claude Boyd . "Potencial del Nitrato de sodio para mejorar las condiciones ambientales de las piscinas de Acuicultura".1996. pp. 19-22