

Contenido

EFFECTOS DE LA PROTEINA Y EL FOSFORO DIETARIO EN LA CALIDAD DE AGUA DE ACUACULTURA	597
EFFECTO DE SUELOS DE DIFERENTES GRANJAS DE CAMARON DE TEXAS EN EL CRECIMIENTO DE PENAUEUS VANNAMEI	613
CONTROL DE VIBRIO Y VIRUS EN LA ACUACULTURA DE CAMARON: ULTIMOS DESARROLLOS EN EL MANEJO DE ESTANQUERIA Y ECOLOGIA MICROBIANA	635
EVALUACION DE PREMEZCLAS VITAMINICAS EN DIETAS PARA CAMARONES PENAUEUS VANNAMEI	651
EMPLEO DE DIFERENTES NIVELES DE PROTEINA EN DIETAS PRACTICAS PARA EL ENGORDE DEL CAMARON PENAUEUS SCHMITTI EN ESTANQUE DE TIERRA	665

EFFECTOS DE LA PROTEINA Y EL FOSFORO DIETARIO EN LA CALIDAD DE AGUA DE ACUACULTURA

Mario Velasco,^{1} Addison L. Lawrence¹ y William H. Neill²*

¹ Texas Agricultura Experiment Station, Texas A&M University System, Shrimp Mariculture Research, 1300 Port St., Port Aransas, TX 78373, USA

² Department of Wildlife and Fisheries Sciences,

Texas A&M University System, College Station, TX 77843, USA.

Correspondencia al autor: Tel. (512) 749 4625 Ext. 237, Fax. (512) 749 5756.

E-mail. Mariovelas@aol.com

Traducción: L. Elizabeth Cruz S.

RESUMEN

Se realizaron bioensayos en agua estática para comparar los efectos de 1) la proteína dietaria y 2) el fósforo dietario sobre la acumulación de los nutrientes no asimilados en el agua de cultivo de poslarvas de *Penaeus vannamei*. Se evaluaron alimentos con 4 niveles de proteína dietaria (10, 18, 25 y 33%) y alimentos con 3 niveles de fósforo (0.4, 0.8 y 1.2%) con fosfato de sodio monobásico (NaH₂PO₄) como fuente inorgánica de fósforo. La acumulación de Nitrógeno inorgánico disuelto total (NIT) incrementó significativamente con el incremento en el nivel de proteína. El balance de masa de Nitrógeno constituyó el 87% de Nitrógeno que había entrado al medio de cultivo. La asimilación promedio de Nitrógeno en biomasa de camarón fue de 85, 71, 48 y 37% para los alimentos conteniendo 10, 18, 25 y 33% de proteína, respectivamente. La acumulación de fósforo reactivo disuelto (PRD) en el agua se incrementó significativamente con el incremento de los niveles del fósforo dietario. El balance de masa de Fósforo constituyó en promedio el 90% de Fósforo que había entrado al medio de cultivo.

La asimilación de Fósforo promedio en biomasa de camarón fue de 65, 42 y 28% para alimentos conteniendo 0.4, 0.8 y 1.2% del fósforo respectivamente.

Palabras claves: Proteína, Fósforo, Calidad del agua e Impacto ambiental.

INTRODUCCION

La proteína es el principal nutriente requerido para el crecimiento y uno de los componentes más caros en los alimentos balanceados. También, los camarones pueden utilizar fácilmente la

proteína como una fuente de energía. Sin embargo, esto no es económicamente eficiente ni tampoco adecuado ambientalmente (Lawrence, 1996). De ahí que, el contenido de proteína del alimento debe ser mínimo por 2 razones: 1) para evitar el uso de la proteína como fuente de energía y asimismo reducir la cantidad de Nitrógeno liberada al agua en forma de amonio, y 2) para reducir el costo del alimento. En los camarones el fósforo se encuentra principalmente asociado al Calcio en el exoesqueleto. También, es un componente de fosfolípidos y de compuestos de alto contenido energético como: el adenosin trifosfato (ATP), ácidos nucleicos (como el ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN), coenzimas, intermediarios metabólicos, y tiene un papel importante como regulador de pH de los fluidos intra y extracelulares. Aunque los camarones son capaces de asimilar minerales directamente del agua (National Research Council, 1983) las concentraciones de fósforo son generalmente muy bajas en el agua (Boyd, 1990). Consecuentemente, el fósforo es uno de los principales componentes de la fracción inorgánica de los alimentos.

La acuicultura se visualizó como una actividad no contaminante durante sus primeras etapas de desarrollo. Sin embargo, con la rápida expansión e intensificación de la industria, hay una creciente preocupación sobre la sustentabilidad a largo plazo de la acuicultura en relación a su impacto ambiental (ejemplo: las descargas de los efluentes) y el desarrollo de políticas ambientales (Caffey et al., 1996; Lawrence, 1996). Las agencias gubernamentales ya han establecido acciones regulatorias en varios países con respecto a los estándares de calidad de agua y a las limitaciones de descarga (Mathiesen, 1990; Hopkins, 1992; Fast y Lester, 1992; Hankins y Bullock, 1994).

En los efluentes de agua de descarga de las operaciones de acuicultura el Nitrógeno y el Fósforo han sido considerados como dos de los más importantes agentes contaminantes del medio natural (Mathiesen, 1990 y Boyd y Musig, 1992). La introducción del Nitrógeno es de particular preocupación porque es generalmente un nutriente limitante en los ecosistemas marinos (Seitzinger et al., 1984; Libes, 1992). Como los alimentos se han identificado como la principal fuente de éstos elementos en los efluentes de acuicultura (Cowey y Cho, 1991), debe realizarse investigación para optimizar los niveles de proteína dietaria (aminoácidos esenciales) y de fósforo para obtener buena sobrevivencia y crecimiento y al mismo tiempo minimizar la descarga de Nitrógeno y Fósforo en el agua.

Los objetivos de este estudio fueron 1) determinar el impacto de diferentes niveles de proteína y fósforo en la calidad del agua y 2) estimar los balances de masa de Nitrógeno y Fósforo para un sistema de cultivo estático con poslarvas de *Penaeus vannamei*.

2. MATERIALES Y METODOS

PROTEINA DIETARIA:

Poslarvas de *P. vannamei* producidas en laboratorio de 1.2 mg de peso promedio inicial fueron distribuidas a una densidad de 1.5 PL/L (44 PL/m²) en tanques de 20 L de agua estática. Se alimentó con dietas experimentales con niveles de 10, 18, 25 y 33% de proteína y 3 niveles de aceite de pescado (0.0, 4.1 y 8.2%) de acuerdo con la siguiente curva de alimentación

generada por computadora, donde x = al día y y = mg de alimento/PL:

$$\text{Días 1 a 16 } y = 1.9509 - 0.1459x + 0.1085x^2 - 0.0038x^3$$

$$\text{Días 17 a 20 } y = - 8.0574 + 1.0094x$$

Durante los 21 días del período experimental, el alimento se distribuyó 15 veces diarias. La dieta basal semipura se presenta en la Tabla 1. La Tabla 2 presenta los ingredientes y la composición calculada de cada dieta.

Tabla 1. Composición de dieta semipura 1

Ingrediente	% Materia seca
Almidón de trigo ²	63.4
Aislado de proteína de soya ²	0.0
Gluten de trigo ²	3.5
Harina de pescado Menhaden ³	8.0
Harina de Krill ⁴	4.0
Aceite de pescado Menhaden ³	0.0
Lecitina ⁵	1.5
Colesterol ²	0.5
Carboximetilcelulosa ⁶	4.0
Tierra de diatomeas ^{2,7}	8.2
Na ₂ HPO ₄ Reactivo ⁸	1.9
Mezcla Mineral AIN 76 ²	4.2
Mezcla vitamínica ⁹	0.8

¹ Valores calculados de 10% proteína, 3.5 kcal energía bruta/g. 2.5 kcal. energía digestible/g, 3% lípidos, 4% fibra y 15.8% de ceniza.

² I.C.N. Biochemicals Inc., Cleveland Ohio, USA

³ Zapata Hayne Corp., Reedville, Virginia, USA

⁴ Inual, Santiago Chile

⁵ Central Soya, Fort Wayne, Indiana, USA

⁶ United States Biochemicals, Cleveland, Ohio, USA

⁷ Lavada con ácido

⁸ Fisher Scientific Houston, Texas, USA

⁹ Dawes Laboratories, Arlington Heights, Illinois, USA

Tabla 2. Ingredientes y composición calculada de dietas experimentales 1.

Ingrediente (%)					Composición calculada				
Almidón de trigo	Gluten de trigo	Soya	Tierra de Diatomeas	Aceite de pescado	Proteína cruda (%)	Grasa cruda (%)	Ceniza (%)	Energía bruta (kcal/g)	Energía digestible (kcal/g)
63.4	3.5	0.0	8.2	0.0	10	3	15.8	3.5	2.5
63.4	3.5	0.0	4.1	4.1	10	7	11.8	3.9	2.8
63.4	3.5	0.0	0.0	8.2	10	11	7.7	4.2	3.1
54.4	7.4	5.3	8.2	0.0	18	3	15.8	3.6	2.7
54.4	7.4	5.3	4.1	4.1	18	7	11.8	3.9	2.9
54.4	7.4	5.3	0.0	8.2	18	11	7.7	4.3	3.2
45.5	11.3	10.6	8.2	0.0	25	3	15.8	3.6	2.8
45.5	11.3	10.6	4.1	4.1	25	7	11.8	4.0	3.1
45.5	11.3	10.6	0.0	8.2	25	11	7.7	4.4	3.4
36.5	15.1	16.0	8.2	0.0	33	3	15.8	3.7	3.0
36.5	15.1	16.0	4.1	4.1	33	7	11.8	4.1	3.2
36.5	15.1	16.0	0.0	8.2	33	11	7.7	4.5	3.5

¹Cada dieta contiene 4% de fibra

La salinidad y la temperatura del agua fueron mantenidas a 25-27 g/L y 27-29oC, respectivamente. La concentración de oxígeno disuelto en el agua se mantuvo arriba de 4.0 mg/L en cada tanque con aereación a través de un solo difusor de aire. Se mantuvo un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 de obscuridad con un timer automático.

Al final del bioensayo de crecimiento, las PL fueron secadas al aire, pesadas y contadas. Fueron calculadas la sobrevivencia y la tasa de crecimiento relativo (TCR= peso final — peso inicial/peso inicial x 100) (Hopkins, 1992). Se analizó el amonio total de (Solorzano, 1969; Spotte, 1979) nitritos (Spotte, 1979, Parson et al., 1989) y nitratos (Mullin y Riley, 1955; Spotte, 1979) en muestras de agua. La suma de las tres formas de Nitrógeno se reportó como Nitrógeno Inorgánico Total disuelto (NIT). Los datos obtenidos de un diseño factorial 4 x 3 con 6 replicados por tratamiento fueron analizados usando un análisis de varianza de dos factores para determinar las diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos ($P < 0.05$). Se usaron tablas de contraste para separación de medias con el fin de evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos (Lentner y Bishop, 1993). Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando los procedimientos del “Statistical Analysis Systems” (SAS Institute, Inc. 1989-91 versión 2.0.5).

FOSFORO DIETARIO

Se evaluaron dietas con 3 niveles de fósforo (0.4, 0.8 y 1.2%) usando fosfato de sodio

monobásico (NaH₂PO₄) como fuente de fósforo inorgánico. Se mantuvo una relación Ca:P 1:1 en toda las dietas. La dieta basal semipura se presenta en la Tabla 3. La Tabla 4 presenta las fuentes minerales y el nivel de inclusión de las mezclas minerales.

Tabla 3. Composición de dieta semipurificada.¹

Ingrediente	% Materia seca
Almidón de trigo ²	43.6
Caseína ³	15.6
Aislado de proteína de soya ²	10.1
Gluten de trigo ²	7.1
Harina de Krill ⁴	4.0
Aceite de pescado Menhaden ⁵	4.0
Lecitina ⁶	1.0
Colesterol ²	0.5
Carboximetilcelulosa ³	3.0
Tierras de Diatomeas ^{2,7}	0.8
Mezcla mineral ⁹	9.5
Mezcla vitamínica ⁸	0.8

¹ Valores calculados de 32% de proteína, 4.2 kcal energía bruta/g., 3.2 kcal energía digestible g, 6% lípidos, 3.1% fibra y 11% ceniza.

² I.C.N. Biochemicals Inc., Cleveland, Ohio, USA

³ United States Biochemicals, Cleveland, Ohio, USA

⁴ Inual, Santiago, Chile

⁵ Zapata Haynei Corp., Reedville, Virginia, USA

⁶ Central Soya, Fort Wayne, Indiana, USA Appendix B

⁷ Lavado en ácido

⁸ Dawes Laboratories, Arlington Heights, Illinois, USA. Appendix C

⁹ Composición basal (g/kg): sulfato de potasio cromoico (0.244), carbonato cuprico (0.133), cloruro de cobre (1.11), citrato ferrico (2.666), oxido de magnesio (10.665), sulfato manganoso (1.555), citrato de potasio monohidratado (97.768), yoduro de potasio (0.0044), sulfato de potasio (23.109), selenito de sodio (0.0044), sucrosa (52.439), carbonato de zinc (0.711), sulfato de zinc (7.77).

Tabla 4. Fuentes minerales 1 y niveles de inclusión (g/kg) para mezclas minerales

Fuente de fósforo	NaH ₂ PO ₄		
Niveles de fósforo dietario	0.4%	0.8%	1.2%
Fosfato de sodio monobásico	29	225	338
Cloruro de Calcio	31	240	360
Cloruro de Sodio	164	81	33
Tierra de Diatomeas ²	578	256	71

¹ Grado reactivo

² Lavada con ácido

Las condiciones experimentales fueron las mismas que las descritas anteriormente para el experimento de proteínas. Se utilizaron poslarvas de 0.9 mg de peso promedio inicial que fueron alimentadas 15 veces por día en un experimento de 21 días de acuerdo con la siguiente curva de alimentación, donde x= días y y= mg/PL

$$\text{Día 1 a 16 } y = 1.5551 - 0.1162x + 0.0865x^2 - 0.0030x^3$$

$$\text{Día 17 a 20 } y = -6.4270 + 0.8050x$$

Al final del bioensayo de crecimiento se analizó en muestras de agua el fósforo reactivo disuelto (PRD) (Murphy y Riley, 1962; Spotte, 1979). Las poslarvas fueron secadas, pesadas y contadas. Los datos obtenidos de este diseño completamente al azar con 7 replicados por tratamiento fueron analizados usando un análisis de varianza de una vía para determinar las diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el promedio de los tratamientos. La prueba de Tukey-Kramer HSD para separación de medias fue usado para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos (Lentner y Bioshop, 1993).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando los procedimientos del "Statistical Analysis Systems" (SAS Institute, Inc. 1989-91 versión 2.0.5).

3.RESULTADOS

PROTEINA DIETARIA:

Los ecoensayos con las dietas de diferentes niveles de proteína dieron una alta sobrevivencia (Promedio =90%) sin diferencias significativas. El incremento en biomasa promedio de las poslarvas varió de 23 a 26.2% por día. El crecimiento de las PL no fue significativamente diferente para las dietas con 18% de proteína y las dietas con niveles de proteína más altos, independientemente del nivel de lípidos. Las dietas con 10% de proteína dieron un crecimiento significativamente menor (Figura 1). La acumulación de NIT disuelto en el agua se incrementó

significativamente con el incremento del nivel de lípidos en la dieta (Figura 2).

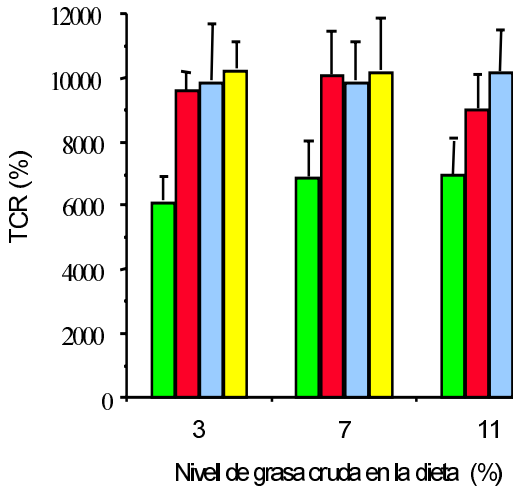


Figura 1. Crecimiento de postlarvas vs los niveles de proteína y lípidos en la dieta. Se representan el promedio y la desviación estándar; n=6. El asterisco (*) indica un efecto significativo del factor considerado en el ANOVA bifactorial ($P < 0.05$).

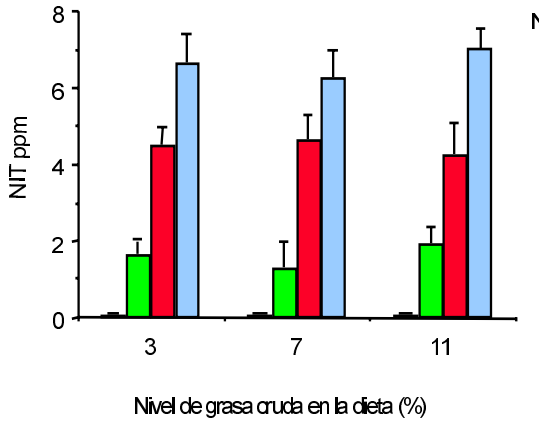


Figura 2. NIT vs niveles de proteína cruda y lípidos. Se representan el promedio y desviación estándar n=6. El asterisco (*) indica un efecto significativo del factor considerado en el ANOVA bifactorial ($P < 0.05$).

Tabla 5. Balance de masas de Nitrógeno (mg-N) basado en el contenido de Nitrógeno de las dietas, del agua, del análisis de Nitrógeno amoniacal total, del Nitrógeno de nitritos y Nitrógeno de nitratos en el agua.

Nivel de proteína cruda en la dieta	Entradas			Salidas		
	Alimento	Agua	PL ¹	Agua	PL ¹	No considerado ²
10	64.2	2.86	0.9	1.1	55.8	11.0
18	115.5	2.86	0.9	21.1	82.7	15.4
25	160.5	2.86	0.9	74.2	78.3	11.8
33	211.8	2.86	0.9	100.2	79.2	36.2

¹ Valores estimados de Boyd y Teichert-Coddington (1995).

² La parte de Nitrógeno no considerado estaba probablemente en los sólidos sedimentados

Los balances de masa de Nitrógeno para tratamientos con 7% de lípidos (Tabla 5%) muestran que el alimento fue la principal fuente de Nitrógeno contribuyendo con el 94.5 a 98.2% del Nitrógeno total introducido en el sistema de cultivo. Estos presupuestos sumaron el 83.7, 87.1, 92.8 y 83.2% del Nitrógeno introducido por las dietas conteniendo 10, 18, 25 y 33% de proteína, respectivamente. La utilización neta de Nitrógeno por las PL fue de 85.5, 71.0, 48.2 y 37.0% para las dietas conteniendo 10, 18, 25 y 33% de proteína respectivamente.

FOSFORO DIETARIO

Los ecoensayos con alimentos de diferentes niveles de fósforo dieron una alta sobrevivencia (Promedio= 85%) de PL sin diferencias significativas. El incremento promedio en la biomasa de PL se ubicó entre 27.7 a 28.9% por día. La mejor tasa de crecimiento correspondió a la dieta con el nivel más bajo de fósforo. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 3). La acumulación de PRD en el agua se incrementó significativamente con el incremento de fósforo en la dieta (Figura 4).

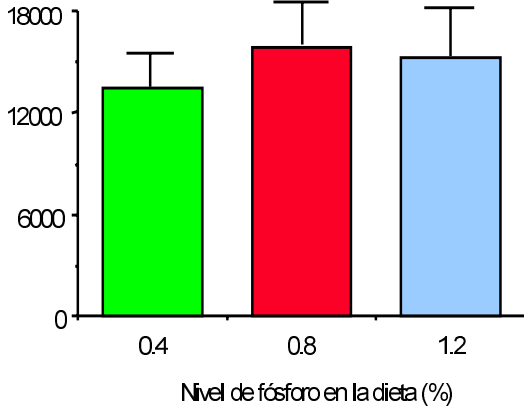


Figura 3. Crecimiento de PL vs el nivel de Fósforo dietario con suplementación con NaH_2PO_4 . Están representadas medias y D.E. n=7.

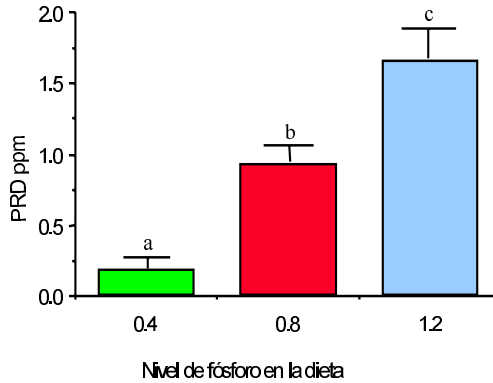


Figura 4. Acumulación de Fósforo reactivo disuelto en el agua vs el nivel de Fósforo en la dieta con suplementación de NaH_2PO_4 . Están representadas medias y D.E.; n=7. Las columnas con diferentes letras indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

El balance de masa de fósforo para todos los tratamientos (Tabla 6) muestra que el alimento fue la principal fuente de fósforo, contribuyendo con 88.4 a 95.5% del fósforo total introducido en el sistema de cultivo. Estos presupuestos sumaron el 76.9, 93.3 y 93.4% del fósforo introducido por las dietas conteniendo 0.4, 0.8 y 1.2% de fósforo respectivamente. La utilización neta de fósforo por las poslarvas fue de 65.1% 42.5 y 28.3% para las dietas conteniendo 0.4, 0.8 y 1.2% de fósforo, respectivamente.

Tabla 6. Balance de masas de fósforo (mg-P) basado en el contenido de fósforo de las dietas, agua y análisis de fósforo reactivo disuelto en el agua.

Fuentes de P y nivel en la dieta	Entradas		Salidas			No considerado ²	
	Alimento	Agua	PL ¹	Agua	PL ¹		
CaHPO ⁴	0.8%	26.37	1.76	0.084	8.64	9.4	10.2
Na ₂ HP ⁴	0.8%	26.37	1.76	0.084	15.75	11.4	1.1
Na ₂ HP ⁴	0.8%	26.37	1.76	0.084	15.00	11.3	1.9
Na ₂ HP ⁴	0.8%	14.15	1.76	0.084	3.00	9.3	3.7
Na ₂ HP ⁴	1.2%	38.60	1.76	0.084	26.72	11.0	2.7

¹ Valores estimados de Boyd y Teichert-Coddington (1995).

² La parte de Nitrógeno no considerado estaba probablemente en los sólidos sedimentados

4. DISCUSION

La acumulación de NIT disuelto en el agua se incrementó significativamente con el incremento de proteína en la dieta. Los camarones pueden utilizar con mucha facilidad la proteína como fuente de energía y en ése proceso liberar amonio en el agua. La acumulación de bajos niveles de NIT para la dieta con 10% de proteína sugiere que la mayor parte del Nitrógeno dietario fue asimilado por el camarón y no utilizado como fuente de energía.

Dado que el crecimiento no fue afectado negativamente por la dieta con 18 de proteínas los niveles de NIT en el agua probablemente pudieran reducirse más disminuyendo el nivel de proteína en la dieta. Los niveles de NIT más altos en el agua para las dietas 25 y 33% de proteína, indican un catabolismo innecesario de proteína para obtener energía y un impacto ambiental potencialmente negativo en el sistema de cultivo y/o cuerpos de agua recibiendo efluentes de los estanques. Estos datos demuestran el gran efecto que el nivel de proteína dietaria puede tener en la calidad del agua y como a través de estrategias apropiadas los niveles de NIT pueden reducirse sin afectar los niveles de producción. La sobresuplementación de proteína debe evitarse para disminuir el NIT en los efluentes de descarga de las granjas de camarón. Esto permitirá a estas granjas cumplir con los estándares regulatorios y al mismo tiempo mantener o incrementar sus niveles de producción.

La utilización neta de Nitrógeno (UNN) varió de 37% para las dietas conteniendo 33% de proteína cruda a 85.5% para las dietas conteniendo 10% de proteína cruda. Valores tan altos como estos no tienen precedente. Hopkins et al. (1993) reportaron que solo el 6.5% de Nitrógeno en el alimento era asimilado en tejido en *P. setiferus* confinados en estanques con cubiertas de polietileno con 2.5 y 0% de recambio de agua diario. Solo 15.6% del Nitrógeno ingerido por rotíferos (*Brachionus plicatilis*) se calculó que fue utilizado para el crecimiento y la reproducción (Tanaka, 1991). Trabajando con lobina (*Morone saxatilis*) en estanques de agua salobre con cubierta de polietileno, Daniels y Boyd (1989) encontraron que la UNN del pez era solo de 18.2%. Del Nitrógeno total introducido en tanques de tierra de agua dulce, solo 17.5% fue reportado haber sido asimilado por híbridos de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *Oreochromis niloticus*) (Acosta-Nassar et al., 1994). Considerando que los camarones son más propensos que los peces a romper su alimento en pequeños pedazos antes de ingerirlo — lo que produce pérdidas — la UNN relativamente alta, encontrada en este estudio es aún más remarcable.

El similar crecimiento y sobrevivencia de PL obtenido con los 3 niveles de fósforo dietario evaluados indican que el nivel más bajo de fósforo de 0.4% usado en este experimento fue adecuado para un buen crecimiento y sobrevivencia de las poslarvas. Esto concuerda con Davis et al. (1993) quien reporta que en ausencia de suplementación de Calcio, un nivel de fósforo dietario de 0.34% es adecuado para un buen crecimiento en juveniles de *P. vannamei*. Nuestros resultados sugieren que el requerimiento de fósforo dietario de PL de *P. vannamei* es también bajo.

El incremento significativo de la acumulación de PRD en el agua con el incremento de los niveles de fósforo en la dieta demuestran el gran impacto que el nivel de fósforo dietario puede tener en la calidad del agua. Además del beneficio económico que se puede obtener con la reducción en la cantidad de fósforo requerido en la dieta, estos datos indican que la sobresuplementación de fósforo en la dieta debe evitarse para disminuir el nivel de PRD en los efluentes de descarga de las granjas de camarón. Esto podría permitir el cumplimiento de normas regulatorias y al mismo tiempo mantener o incrementar los niveles de producción. Una utilización neta de fósforo (UNP) de 65.1% se obtuvo con la dieta conteniendo 0.4% de fósforo, la cual es mayor que la UNP de 48.3% reportada para lobina (*Morone saxatilis*) cultivada en estanques de agua salobre con cubierta de polietileno (Daniels y Boyd, 1989). Neori y Krom (1991) reportaron una incorporación de fósforo del 21% en el pargo dorado (*Sparus aurata*) cultivado en estanques de agua marina con cubiertas de plástico. La alta UNP observada para camarones en este estudio no tiene precedentes y es especialmente remarcable, considerando el comportamiento alimenticio del camarón comparado con los peces.

Los datos de ésta investigación indican que la proteína dietaria y el nivel de fósforo pueden tener un gran impacto en el Nitrógeno Inorgánico Total y el fósforo reactivo descargados en el agua. Aún más, el alto crecimiento y sobrevivencia obtenidos con niveles 18% de proteína y 0.4% de fósforo, paralelo con la mínima acumulación de NIT disuelto y de PRD, respectivamente; justifica la necesidad de más investigación sobre el desarrollo de alimentos amigables con el medio.

REFERENCIAS

- Acosta-Nassar, M.V., J.M. MoreH and J.E. Corredor. 1994. The nitrogen budget of a tropical semi-intensive freshwater fish culture pond. *Journal of the World Aquaculture Society* 25:261-270.
- Boyd, C.E. 1990. *Water quality in ponds for aquaculture*. Birmingham Publishing Co., B gharn, Alabania, USA.
- Boyd, C.E. and D. Teichert-Coddington. 1995. Dry matter, ash, and elemental composition of pond-cultured *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris*. *Journal of the World Aquaculture Society* 26:88-92.
- Boyd, C.E, and Y. Musig. 1992, Shrimp pond effluents: Observations of the nature of the problem on commercial farms. Pages 195-197 in J. Wyban, editor. *Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana USA,
- Caffey, R.H., R.F. Kazmierczak, J.W. Avault and R.P. Romaine. 1996. An evolving definition and index for sustainable aquaculture. Paper presented at the 27th Annual Conference of the World Aquaculture Society. Bangkok, Thailand, January 29-February 2.
- Cowey, C.B. and C.Y. Cho, editors. 1991. *Nutritional strategies and aquaculture waste*, *Proceedings of the first international symposium on nutritional strategies in management of aquaculture waste*. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Daniels, H.V. and C.E. Boyd, 1989, Chemical budgets for polyethylenelined, brackishwater ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* 20:53-60.
- Davis, D.A., A.L. Lawrence and D.M. Gatlin. 1993. Response of *P. vannamei* to dietary calcium, phosphorus and calcium:phosphorus ratio. *Journal of the World Aquaculture Society* 24:504-515.
- Fast, A.W. and L.J. Lester. 1992. Future of world shrimp culture. Pages 839-851 in A.W. Fast and L.J. Lester, editors. *Marine shrimp culture: principles and practices*. Elsevier Science Publishing Inc., New York, New York, USA.
- Hankins, JA, and D.G. Btfflock. 1994. A national overview of state regulatory approaches for aquaculture effluent discharges (abstract). World Aquaculture Society, Book of Abstracts, New Orleans, Louisiana, USA.
- Hopkins, J.S. 1992. Shrimp culture in the United States. Pages 817-836 in A.W. Fast and L.J. Lester, editors. *Marine shrimp culture: principles and practices*. Elsevier Science Publishing Inc., New York, New York, USA.

- Hopkins, J.S., R.D. Hamilton U, PA. Sandifer, C.L. Browdy and A.D. Stokes. 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of the World Aquaculture Society* 24:304-320.
- Hopkins, K.D. 1992. Reporting fish growth: a review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Society* 23:173-179.
- Lawrence, A.L. 1996. Feed quality and feed management standards for environmentally sound aquaculture. Paper presented at the 27th Annual Conference of the World Aquaculture Society. Bangkok, Thailand, January 29-February 2.
- Lentner, M. and T. Bishop. 1993. Experimental design and analysis. Valley Book Company, Blacksburg, Virginia, IJSA.
- Libes, S.M. 1992. An introduction to marine biogeochemistry. John Wiley & Sons, Inc. New York, New York, USA.
- Mathiesen, C.K. 1990. Fish farming and the environment reality and myth- a danish perspective. Pages 218-284 in *Aquaculture international congress proceedings*, Vancouver, Canada.
- Mullin, J.B. and J.P. Riley. 1955. The spectrophotometric determination of nitrate in natural waters, with particular reference to seawater. *Analytical Chemistry Acta* 12:464-480.
- Murphy, J. and P. Riley. 1962. A modified single solution method or the determination of phosphate in natural waters. *Analytical Chemistry Acta* 27:31-36.
- National Research Council. 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- Neori, A. and M.D. Krom. 1991. Nitrogen and phosphorus budgets in an intensive marine fishpond: the importance of microplankton. Pages 223-230 in C.B. Cowey and C.Y. Cho, editors. *Nutritional strategies and aquaculture waste*. Proceedings of the first international symposium on nutritional strategies in management of aquaculture waste. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Parsons, T.R., Y. Maita and C.M. LaW. 1989. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Inc., Elmsford, New York, USA,
- Seitzinger, S.P., S.W. Nixon and M.E.Q. Pilson, 1984. Determination and nitrous oxide production in a coastal marine ecosystem. *Limnology and Oceanography* 29:73-83.
- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnological Oceanography* 14:799-801.

- Spotte, S. 1979. Fish and invertebrate culture: water management in closed systems. John Wiley & Sons, Inc. New York, New York, IJSA.
- Tanaka, Y. 1991. Nitrogen budget for the rotifer *Brachionus plicatilis*. Journal of the World Aquaculture Society 22:57-64.

EFECTO DE SUELOS DE DIFERENTES GRANJAS DE CAMARON DE TEXAS EN EL CRECIMIENTO DE *Penaeus vannamei*

**Ritvo^{1,2} G, A. L. Lawrence¹, T. M. Samocha¹, y W. H. Neill³.*

¹ Shrimp Mariculture Project, Texas Agriculture Experiment Station, Texas A&M University System, Port Aransas, TX.

² Department of Soil and Crop Science, Texas A&M University, College Station, TX.

³ Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A&M University, College Station, TX.

Correspondencia al autor; dirección actual, Department of Soil & Crop Sciences, College Station, TX 77843.

Traducción: L. Elizabeth Cruz S., Denis Ricque M., Roberto Mendoza A. y Jesús Montemayor L.

RESUMEN

Se cultivaron poslarvas de *Penaeus vannamei* (150 mg de peso promedio) durante 80 días en tanques interiores sin sustrato o con suelo de estanques, de 5 granjas de camarón de Texas, pero con un suministro de agua en común (el canal de Port Aransas, TX). La ganancia en peso promedio para todos los tratamientos varió de 13.75 a 16.04 g. El crecimiento semanal para los días 1-30, 31-80 y 1-80 varió entre 1.02-1.14, 1.83-2.04 y 1.06-1.53 g, respectivamente. Aunque las diferencias en crecimiento de los camarones entre los diferentes tratamientos sustratos fueron modestas, estuvieron altamente correlacionadas con la producción de camarón de años anteriores en los estanques de los cuales las muestras fueron obtenidas. Las regresiones de la producción ajustada de camarón del estanque (rendimiento de biomasa de camarón de un estanque particular, menos el rendimiento promedio de esa granja) sobre el crecimiento del camarón en el laboratorio, dieron correlaciones positivas significativas $r = 0.73$ ($P = 0.041$), $r = 0.83$ ($P = 0.010$), y $r = 0.88$ ($P = 0.004$) para los días 1-30, 31-80, y 1-80, respectivamente. Estos resultados demuestran un impacto del sustrato sobre el crecimiento de los camarones independiente del suministro de agua. En estanques y otros sistemas cuasi estáticos, el impacto del sustrato sobre la producción del camarón puede ser mucho más dramático que en los tanques con flujo continuo usados en el experimento que aquí se describe.

INTRODUCCION

Los fondos de los estanques en los sistemas de acuicultura, a través de los procesos de adsorción y desorción química, tienen un efecto directo sobre la calidad del agua. Aún más, las condiciones de sustrato son más críticas para los camarones que para la mayoría de las otras especies acuiculturales por que los camarones pasan la mayor parte de su tiempo en el fondo (Boyd 1989, Chien 1989). Los sustratos no solamente tienen sus propias propiedades inherentes (ej. tamaño de grano, composición mineral), sino que el tipo de sustrato también influye en la calidad del agua por medio de la transferencia de nutrientes y demanda de oxígeno entre la capa subyacente del suelo y el agua que se encuentra por encima de este. A pesar de la reconocida importancia del sustrato en las actividades acuiculturales, han existido relativamente pocos esfuerzos para correlacionar las propiedades de los fondos de los estanques con la producción de peces o camarones (Boyd 1990). El esfuerzo más significativo a este respecto, se ha realizado en la India por Banerjee (1967).

Los camarones peneidos generalmente se entierran en el sustrato para esconderse de los predadores (Fuss y Orgen 1966, Boddeke 1983). Las diferencias en el comportamiento de enterramiento entre las especies han sido descritas por varios investigadores [(Fuss 1964, Moctezuma y Blake 1981, Boddeke 1983, Pereira 1992 (datos no publicados)]. Aún más, diferencias en las preferencias por el sustrato entre especies también han sido reportadas en la literatura (Williams 1958, Ruello 1973, Moller y Jones 1975, y Aziz y Greenwood 1982).

Subramanyan y Oppenheimer (1969) encontraron que *Penaeus duorarum* crecía más rápido en fondos de arena que en fondos sin sustrato. Chien et al. (1989) encontraron crecimientos significativamente mejores en *Penaeus monodon* cultivados en sustrato con arena de playa que en fondos sin sustrato. Liao (1981, citado por Liao y Chao 1983) y Liao (1969), usando *P. monodon* y *Penaeus japonicus*, respectivamente, reportaron un mejor rendimiento en sustrato de tierra que un sustrato impermeable. De manera similar Miko et al. (1987, citado by Boyd 1990), observó una mejor sobrevivencia y crecimiento en *Penaeus merguensis* cultivados en tanques con sustrato arenoso que en tanques con fondo de concreto. Asimismo, *Penaeus semisulcatus* creció más rápido sobre fondos arcillosos que sobre fondos de concreto (Liao y Chao 1983).

Holthuis (1980) describe como marino el habitat de *P. vannamei* para adultos y como estuarino para juveniles, con sustratos fangosos en ambos casos. Aparentemente solo dos artículos han sido publicados sobre el efecto del tipo de suelo en el rendimiento de *P. vannamei* (Pruder et al. 1992, Bray y Lawrence 1993). Los resultados de estos estudios no fueron concluyentes y ninguno de ellos consideró el sustrato fangoso natural reportado por Holthuis (1980). Al mismo tiempo que hay pocos datos empíricos disponibles, hay evidencias anecdóticas que sugieren fuertes diferencias en el potencial del crecimiento entre sustratos de suelos naturales. Algunas veces, en la misma granja de camarón (aún con la misma densidad de siembra, agua y manejo), ocurren marcadas diferencias de producción entre estanques; han sido reportadas diferencias de más de 600%, dentro de la misma granja (G. Lipscomb y L. Hamper 1994, comunicación personal).

El objetivo del presente estudio fue determinar, bajo condiciones de laboratorio, si el suelo era un factor significativo que pudiera afectar el rendimiento de camarones *P. vannamei* producidos por acuicultura.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se adquirieron postlarvas de 6 días (PL6) de *Penaeus vannamei* de un laboratorio de producción comercial en Texas. Se mantuvieron los animales por 10 días en tanques de fibra de vidrio de 500 L en un sistema de recirculación semicerrado en el cual 20% del agua fue reemplazada diariamente. Se distribuyeron 3 animales por tanque en 100 tanques experimentales de plástico (30 x 30 x 60 cm) siguiendo un periodo de aclimatación de 10 días. El peso promedio en el momento de la distribución fue de 0.15 g (+ 0.013 DS). El diseño experimental incluyó 14 tratamientos con 2.5cms. de sustrato de suelo, y un tratamiento sin sustrato. Las muestras del fondo de los estanques fueron tomadas de 4 granjas de camarón del sur de Texas [Harlingen Shrimp Farm (97° 16' N, 260 06' W), Southern Star Shrimp Farm ad Taiwan Village (97° 27' N, 260 20' W) y Bowers Shrimp Farm (96° 13' N, 28° 42' W)] y del West Texas Aquaculture Project Farm cerca de Imperial (102° 55' N, 30° 55' W). Se utilizaron tanques sin sustrato como control. Para diez tratamientos se utilizaron 7 tanques como replicado con suelo mientras que para 5 tratamientos solo se utilizaron 6 replicados. Los tanques se asignaron aleatoriamente para los tratamientos. La salinidad del agua a lo largo del experimento se mantuvo a 24 g/L. El recambio diario de agua fue de 30% y se realizó a través de un drenaje central constituido por un tubo de PVC de 2.2cms. de diámetro perforado con agujeros de 2mm, a una altura de 45 cm del fondo del tanque. La aireación se proporcionó a través de una piedra aireadora puesta en la esquina, unos 5 cm por abajo del nivel del agua. El aire fue suministrado a las piedras aereadores por un soplador regenerativo. El flujo de aire en los tanques fue regulado por válvulas y ajustado 3 veces al día. Los tanques estaban cubiertos por una malla de plástico para prevenir el escape de los animales. La temperatura del aire fue monitoreada por medio de un registrador térmico de máximos y mínimos. Los niveles de oxígeno en los tanques fueron medidos una vez al día y mantenidos cerca de la saturación. La salinidad fue medida dos veces a la semana en la entrada del agua con un hidrómetro de vidrio para salinidad y el pH fue determinado semanalmente con un pHmetro Orion Research Modelo 231 (Orion Research Inc., Boston, MA, USA). El NH₄⁺-N fue medido semanalmente y analizado con la metodología de Solarzano (1969) y Spotte (1979). El NO₂-N fue medido semanalmente y analizado con la metodología Strickland y Parsons (1972) y Spotte (1979). Se tomaron muestras de agua compuestas para determinar pH y niveles de NH₄⁺-N, y NO₂-N para cada tratamiento con sustrato. Las muestras de superficie colectadas de cada tanque fueron combinadas por tratamiento y analizadas a través de un análisis de varianza de una vía, para determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de suelo para pH, NH₄⁺-N, y NO₂-N.

Los pesos de los grupos de animales, fueron registrados los días 30, 51 y 80 del experimento. En el día 30 la densidad de los animales se redujo a 2 animales por tanque, de tal manera que el efecto de densidad pudiera ser minimizado. Los animales excluidos fueron el más grande o el más pequeño en cada tanque de marginado. La tasa de alimentación diaria de los camarones se basó en una tasa de conversión asumida de 2:1. El crecimiento esperado de los camarones fue

considerado exponencial hasta 1.5g y de ahí es hasta el final del experimento (15-16 g), se asumió que fuera lineal.

Los suelos colectados para los experimentos fueron seleccionados sobre la base de los datos de producción de biomasa de las granjas para el año de 1993. Sin embargo, dado que Harlingen Shrimp Farm tuvo un ciclo muy irregular en ése tiempo, los datos promedio de 4 ciclos de producción fueron usados (1989-1992). Los suelos de los

“estanques de alta producción” y suelos de “estanques de baja producción” fueron tomados de Harlingen Shrimp Farm, Taiwan Shrimp Village, Southern Star Shrimp Farm, Bowers Shrimp Farm y de los West Texas Aquaculture Project Farm cerca de Imperial. Los estanques con producciones mayores en un 50% al promedio de la producción de la granja, fueron considerados como de “estanques de alta producción”. Los estanques con menos del 50% del rendimiento promedio de producción fueron considerados como “estanques de baja producción” (basado en los registros de producción de las granjas).

Los estanques b7, h7, sd18, t71, y wg fueron “estanques de alta producción”; los estanques b10, h5, sd17, t60, y wb, fueron los “estanques de baja producción”. El suelo de 4 estanques adicionales con un nivel de producción medio (b5, b8, b14, y b25), fue tomado de Bowers’ Shrimp Farm. En este estudio, las muestras de suelo fueron colectadas de sitios múltiples en cada estanque, en un muestreo en cuadrícula de 20 muestras/acre. El suelo fue colectado de los 10 cm superiores del fondo del estanque seco, usando un nucleador manual.

Las muestras de suelo colectadas fueron secadas al aire, pulverizadas y entonces combinadas y mezcladas para proveer una mezcla homogénea. La hipótesis alternativa experimental fue que bajo condiciones controladas, el suelo de estanques con altos rendimientos podría dar como resultado un mejor crecimiento en los camarones (una ganancia en peso mayor) que el suelo de estanques de bajos rendimientos de la misma granja.

Se utilizó un análisis de varianza de una vía para probar la variabilidad en la ganancia en peso promedio entre tratamientos del día 1 al 30, del 31 al 80 y del 1 al 80. La prueba de Levene de homogeneidad de varianza se llevó a cabo para detectar las diferencias en varianza al interior de los tratamientos.

Se establecieron contrastes de la siguiente manera: (h = Harlingen Shrimp Farm, sd = Southern Star Shrimp Farm, t = Taiwan Village, b = Bowers Shrimp Farm; wb y wg corresponden a los estanques “malo” y “bueno” de la granja West Texas farm, respectivamente):

Contraste 1: m ganancia en peso h7 >>>	m ganancia en peso h5
Contraste 2: m ganancia en peso wg >>>	m ganancia en peso wb
Contraste 3: m ganancia en peso t71 >>>	m ganancia en peso t60
Contraste 4: m ganancia en peso sd18 >>>	m ganancia en peso sd17
Contraste 5: m ganancia en peso b7 >>>	m ganancia en peso b10

Un análisis de varianza de una vía se utilizó para probar la varianza en el peso de los animales excluidos el día 30 entre los tratamientos, de acuerdo a los siguientes contrastes.

Contraste 1: m ganancia en peso h7=	m ganancia en peso h5
Contraste 2: m ganancia en peso wb	= m ganancia en peso wm
Contraste 3: m ganancia en peso t71	= m ganancia en peso t60
Contraste 4: m ganancia en peso sd18	= m ganancia en peso sd17
Contraste 5: m ganancia en peso b7=	m ganancia en peso b10

Una nueva variable fue creada para tratar de disminuir las diferencias entre las granjas debido a la diferente calidad del agua y prácticas de manejo. Esta se llamó la biomasa ajustada y fue la diferencia entre rendimiento de biomasa por estanque y el rendimiento promedio de la granja. Un análisis de regresión lineal simple se usó para construir un modelo lineal que explicara la variación en el rendimiento de los estanques de granjas en función de la ganancia en peso de los camarones en el laboratorio. En este análisis, la biomasa ajustada del estanque fue introducida como la variable dependiente mientras que la ganancia en peso promedio del tratamiento experimental se usó como variable independiente. Este análisis fue realizado para los periodos del día 1 a 30, del 31 al 80 y del 1 al 80. Los dos estanques de West Texas (wb y wg), y los cuatro estanques adiciones de la granja Bower (b5, b8, b14, y b25) fueron excluidos de este análisis. Debido a que no estuvieron disponibles los datos completos West Texas, esta granja no se incluyó en el análisis de regresión. Los 4 estanques adicionales de la granja Bower se excluyeron, porque sólo los estanques de las granjas con mejores y peores rendimientos fueron considerados. Un análisis de varianza de una vía se realizó sobre la tasa de sobrevivencia del día 1 al 80.

El área superficial de las partículas del suelo fue medida en 4 replicados con un analizador de partículas láser (Malvern system 3601, Malvern, England). Se realizó una regresión lineal simple para probar si la textura del suelo era un factor que influía en el crecimiento del camarón. En el análisis de regresión, la ganancia de peso promedio se utilizó como variable dependiente y el área promedio de la superficie de la partícula (m²/cc) se usó como variable independiente. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS (Norusis 1993).

RESULTADOS

La temperatura varió entre 23.9 y 32.8oC con un promedio de 30oC. Los niveles promedio de pH, NH₄⁺-N, y NO₂⁻-N durante el experimento variaron de 8.04-8.16, 0.09-0.32 ppm, y 0.04-0.06 ppm, respectivamente (Tabla 1). Los valores de F obtenidos en los análisis de varianza de los niveles de pH, NH₄⁺-N, y NO₂⁻-N entre tratamientos fueron de 0.37 (P = 0.979), 1.02 (P = 0.439), y 0.45 (P = 0.952), respectivamente.

La ganancia en peso para los 15 tratamientos en los días 31, 51 y 80 varió de 4.38-4.92, 10.42-11.35, y 13.75-16.04 g, respectivamente (Tabla 2). La tasa de crecimiento para los días 0 a 30, 31 a 50 y 51 a 80 variaron de 1.02-1.14, 1.83-2.04 y 1.06-1.53 g/semana, respectivamente.

Tabla 1. Niveles promedio de nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitritos y pH para

grupos de suelo del día uno al día 80 (t = Taiwan Village, wb y wg = West Texas, estanque “malo” y estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm, sd = Southern Star Shrimp Farm row d, y fd = fondo sin sustrato).

Promedio + DS			
Tratamiento	Amonio (ppm)	Nitritos (ppm)	pH
t71	.09 + .043	.05 + .016	8.14 + .136
t60	.10 + .048	.05 + .011	8.14 + .119
wg	.14 + .115	.05 + .026	8.12 + .115
wb	.15 + .134	.06 + .026	8.12 + .114
h7	.11 + .071	.06 + .022	8.13 + .128
h5	.11 + .071	.06 + .028	8.12 + .125
sd18	.09 + .044	.05 + .018	8.14 + .115
sd17	.09 + .044	.05 + .013	8.16 + .116
b7	.25 + .356	.05 + .034	8.04 + .147
b10	.24 + .334	.05 + .019	8.09 + .141
b8	.32 + .496	.04 + .017	8.08 + .134
b14	.14 + .123	.05 + .028	8.11 + .137
b5	.12 + .050	.04 + .017	8.05 + .127
b25	.13 + .098	.05 + .024	8.12 + .106
fd	.12 + .072	.06 + .039	8.13 + .123

Los valores F obtenidos en análisis de varianza de una sola vía entre grupos (tratamientos) para la ganancia en peso del día 1 al 80 y del día 1 al 30 fueron 2.22 (P = 0.013) y 1.91 (P = 0.036), respectivamente (Tabla 3). Los valores de la prueba de Levene para la homogeneidad de varianza dentro de los grupos para los días 1 al 80 y para los días 1 al 30 fueron 0.66 (P = 0.807) y 1.43 (P = 0.156). Dado que en ambos casos la prueba de Levene indicó una homogeneidad de varianza dentro de los tratamientos, se aplicó una prueba de t para varianza mancomunada.

Tabla 2. Ganancia de peso promedio para juveniles de *Penaeus vannamei* (+ DE) por grupo de suelo a los días 30, 51 y 80 (t = Taiwan Villaje,

wb y wg = West Texas, estanque “malo” estanque “bueno”, respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm, sd = Southern Star Shrimp Farm row d, y fd = fondo sin sustrato).

Tratamiento (Replicados)	Ganancia de peso promedio Día 30 (g)	Ganancia de peso promedio Día 51 (g)	Ganancia de peso promedio Día 80 (g)
t71 (7)	4.6 + 0.25	11.0 + 0.51	15.5 + 0.72
t60 (7)	4.5 + 0.22	10.4 + 0.63	13.8 + 1.40
Wb (7)	4.9 + 0.18	11.4 + 0.87	15.9 + 0.95
Wm (7)	4.4 + 0.37	10.8 + 0.45	14.8 + 0.66
H7 (7)	4.7 + 0.45	11.1 + 0.50	15.6 + 1.03
H5 (7)	4.5 + 0.19	10.5 + 0.82	14.3 + 0.98
Sd18 (6)	4.7 + 0.42	11.0 + 0.84	15.4 + 1.19
Sd17 (6)	4.5 + 0.11	10.5 + 0.58	14.7 + 1.01
B7 (7)	4.9 + 0.41	11.2 + 0.48	15.6 + 1.09
B10 (7)	4.6 + 0.35	11.3 + 0.45	15.0 + 1.19
B8 (7)	4.9 + 0.18	11.3 + 0.62	16.0 + 0.81
B14 (7)	4.6 + 0.24	10.8 + 0.78	15.3 + 1.42
B5 (6)	4.7 + 0.36	10.6 + 0.39	15.1 + 1.52
B25 (6)	4.7 + 0.34	10.7 + 0.71	15.1 + 0.92
Fd (6)	4.9 + 0.15	10.5 + 0.70	14.6 + 1.07

Tabla 3a. Resultados del análisis de varianza de una vía para la ganancia en peso del día 1 al día 80 para 15 grupos de juveniles de *Penaeus vannamei*.

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Prob.de F
Entre grupos	14	36.5143	2.6082	2.2166	.0132
Dentro de los grupos	85	100.0134	1.1766		
Total	99	136.5277			

Prueba de Levene para homogeneidad de varianza

Estadística	gl1	gl2	Significancia de 2 colas
0.6594	14	85	0.807

Tabla 3b. Resultados del análisis de varianza de una vía para la ganancia en peso del día 1 al día 30 para 15 grupos de juveniles de *Penaeus vannamei*.

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Prob. de F
Entre grupos	14	2.4165	.1726	1.9129	.0360
Dentro de los grupos	85	7.6698	.0902		
Total	99	10.0863			

Prueba de Levene para homogeneidad de varianza

Estadística	gl1	gl2	Significancia de 2 colas
1.4318	14	85	0.156

Tabla 3c. Resultados del análisis de varianza de una vía realizado para la ganancia en peso del día 31 al día 80 para 15 grupos de juveniles de *Penaeus vannamei*.

Fuente	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob. de F
Entre grupos	14	24.8186	1.7728	1.4521	.1477
Dentro de los grupos	85	103.7671	1.2208		
Total	99	128.5856			

Prueba de Levene para homogeneidad de varianza

Estadística	gl1	gl2	Significancia de 2 colas
1.1241	14	85	0.350

Los resultados del día 1 al 80 para las pruebas de t y sus correspondientes valores de P para un significado de una cola en el caso de los contrastes uno a 5 fueron los siguientes (Tabla 4a).

ganancia en peso h7	>>	m ganancia en peso h5,	t = 2.353 (P = 0.0105)
ganancia en peso wg	>>	m ganancia en peso wb,	t = 1.812 (P = 0.0365)
ganancia en peso t71	>>	m ganancia en peso t60,	t = 3.084 (P = 0.0015)
ganancia en peso sd18	>>	m ganancia en peso sd,	t = 17 0.969 (P = 0.1775)
ganancia en peso b7	>>	m ganancia en peso b10,	t = 1.068 (P = 0.1440)

Tabla 4a. Análisis de contrastes de varianza mancomunadas estimadas del día 1 al 80 (t = Taiwan Village, wb y wg = West Texas, estanque “malo” y

estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm y sd = Southern Star Shrimp Farm renglón d).

Contraste	Valor	Error Est.	Valor T	G.L.	Significancia de 2 colas
h7 >> h5	1.4	0.58	2.35	85	0.021
wg >> wb	1.1	0.58	1.81	85	0.073
t71 >> t60	1.8	0.58	3.08	85	0.003
sd18 >> sd17	0.6	0.63	0.97	85	0.355
b7 >> b10	0.6	0.58	1.07	85	0.288

Los resultados de las pruebas t y sus valores P correspondientes para los días 1 al 30, para una significancia de una cola en los contrastes 1 al 5 fueron como sigue (Tabla 4b):

ganancia en peso h7	>>	m ganancia en peso h5,	t = 1.24 (P = 0.109)
ganancia en peso wg	>>	m ganancia en peso wb,	t = 2.978 (P = 0.002)
ganancia en peso t71	>>	m ganancia en peso t60,	t = 0.483 (P = 0.315)
ganancia en peso sd18	>>	m ganancia en peso sd1,	t = 7 0.983 (P = 0.164)
ganancia en peso b7	>>	m ganancia en peso b10,	t = 1.533 (P = 0.065)

Tabla 4b. Análisis de contrastes de varianzas mancomunadas estimadas del día 1 al 30 (t = Taiwan Village, wb y wg = West Texas, estanque “malo” y estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm y sd = Southern Star Shrimp Farm renglón d).

Contraste	Valor	Error S.	Valor T	G.L.	Significancia de 2 colas
h7 >> h5 0.2	0.16	1.24	85	.219	
wg >> wb	0.5	0.16	2.98	85	.004
t71 >> t60	0.1	0.16	0.48	85	.630
sd18 >> sd17	0.2	0.17	0.98	85	.328
b7 >> b10	0.3	0.16	1.53	85	.129

El análisis de varianza de una sola vía para los animales excluidos en el día 30 produjo una $F = 1.879$ ($P = 0.040$). La prueba de Levene para homogeneidad de varianza dentro de los grupos de los animales excluidos fue 2.62 ($P = 0.003$) y los contrastes de la prueba de t para varianza separadas con sus correspondientes valores de probabilidad P para dos colas fueron como sigue (Tabla 4c):

m animales excluidos de h7	= m animales excluidos de h5;	t = -0.615 (P = 0.554)
m animales excluidos de wg	= m animales excluidos de wb;	t = -1.531 (P = 0.178)

m animales excluidos de t71 = m animales excluidos de t60; t = 0.275 (P = 0.790)
 m animales excluidos de sd18 = m animales excluidos de sd; t = 17 0.959 (P = 0.372)
 m animales excluidos de b7 = m animales excluidos de b10; t = -0.811 (P = 0.440)

Tabla 4c. Análisis de contrastes de varianzas separadas estimadas para el valor del peso promedio de los animales excluidos (t = Taiwan Village, wb y wg = West Texas, estanque “malo” y estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm y sd = Southern Star Shrimp Farm renglón d).

Contraste	Valor	Error Est.	Valor T	G.L.	Significancia de 2 colas
h7 = h5	0.25	0.41	0.62	8.7	.554
wg = wb	0.98	0.64	1.53	5.9	.178
t71 = t60	-0.19	0.71	-0.28	8.2	.790
sd18 = sd17	-0.32	0.49	-0.96	6.4	.372
b7 = b10	0.62	0.39	0.81	8.4	.440

La relación entre las biomاسas ajustadas por granja y la ganancia en peso promedio en el experimento puede describirse por los siguientes modelos lineales:

Del día 1 al 30, biomasa ajustada = -35541.0 + 7695.2 x (ganancia en peso en el experimento), r = 0.73 (P = 0.041) (Figura 1).

Del día 31 al 80, biomasa ajustada = -19612.3 + 1991.1 x (ganancia en peso en el experimento), r = 0.83 (P = 0.010) (Figura 2).

Del día 1 al 80, biomasa ajustada = -26102.4 + 1750.7 ganancia en peso en el experimento, r = 0.88 (P = 0.0041) (Figura 3).

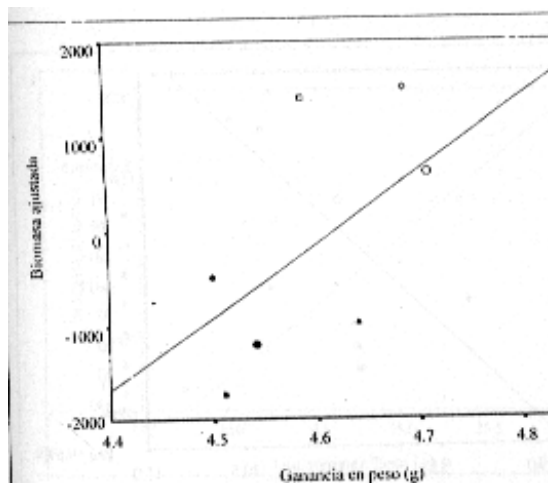


Figura 1. Biomasa ajustada por granja vs la ganancia en peso experimental para juveniles *Penaeus vannamei* del día 1 al 31.

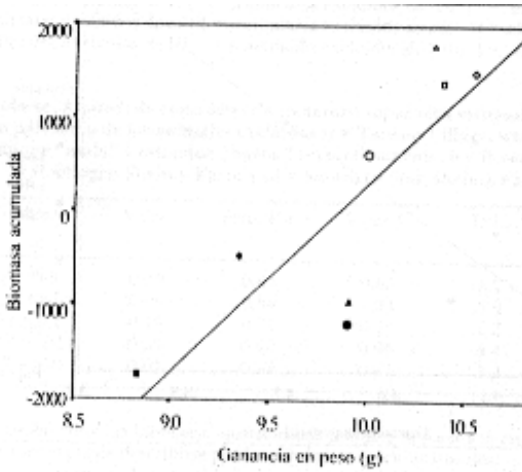


Figura 2. Biomasa ajustada por granja vs ganancia en peso experimental para juveniles *Penaeus vannamei* del día 31 al 80.

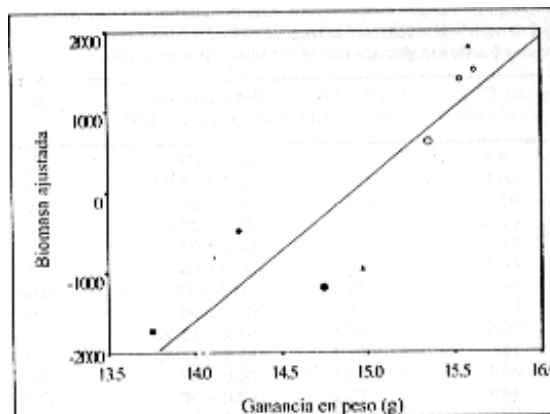


Figura 3. Biomasa ajustada por granja vs la ganancia en peso experimental de juveniles *Penaeus vannamei* del día 1 al 80.

Las ganancias promedio de peso del día 1 al 80 para los tratamientos con sustratos de estanques “buenos”, de estanques “malos” y los tratamientos sin sustrato (control) fueron 15.6, 14.5 y 14.6 g respectivamente. La ganancia promedio para estanques “buenos” fue estadísticamente mayor que para el tratamiento control, mientras la ganancia no fue estadísticamente diferente entre los tratamientos control y estanques “malos” ($P = 0.836$).

El análisis de varianza de una vía para la tasa de sobrevivencia del día 1 al 80 resultó en una $F = 0.695$ ($P = 0.774$). La sobrevivencia promedio por grupo varió entre 94.5-100% (Tabla 5).

La tasa de conversión alimenticia (TCA) para los 15 tratamientos para el periodo del día 1 al 30, 31 a 51, 52 al 80, y del 1 al 80, varió de 1.12 a 1.25, 1.19 a 1.41, 1.86 a 2.66, y 1.39 a 1.62, respectivamente (Tabla 6). La ganancia en peso fue estadísticamente independiente del área superficial de las partículas del suelo ($F = 0.003$; $P = 0.9604$).

Tabla 5. Porcentaje promedio de sobrevivencia de juveniles de *Penaeus vannamei* por grupo de suelo del día 1 al 80 (t = Taiwan Village, wb y wg = West Texas, estanque “malo” y estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm, sd = Southern Star Shrimp Farm renglón d, and fd = fondo sin sustrato).

Grupo	Porcentaje de sobrevivencia (+ DS)
t71	100.0 + 00
t60	95.2 + 12.62
wb	100.0 + 00
wm	95.2 + 12.62
h7	100.0 + 00
h5	100.0 + 00
sd18	94.5 + 13.7
sd17	100.0 + 00
b7	95.2 + 12.62
b10	95.2 + 12.62
b8	100.0 + 00
b14	100.0 + 00
b5	100.0 + 00
b25	100.0 + 00
fd	100.0 + 00

Tabla 6. Tasa de conversión alimenticia promedio para juveniles de *Penaeus vannamei* por grupos de suelo del día 1 al 30, 31 a 51, 52 a 80, y 1 a 80. (t = Taiwan Village, wb and wg = West Texas, estanque “malo” y estanque “bueno” respectivamente, b = Bowers Shrimp Farm, h = Harlingen Shrimp Farm, sd = Southern Star Shrimp Farm renglón d, and fd = fondo sin sustrato).

Grupo	TCA para días 1-30	TCA para Días 31-50	TCA para Días 51-80	TCA para días 1-80
t71	1.20	1.22	1.97	1.43
t60	1.22	1.33	2.66	1.62
wb	1.13	1.21	1.96	1.40
wm	1.25	1.24	2.18	1.50
h7	1.17	1.23	1.97	1.42
h5	1.22	1.32	2.34	1.56
sd18	1.17	1.25	2.04	1.45
sd17	1.21	1.33	2.07	1.51
b7	1.12	1.26	2.00	1.43
b10	1.17	1.19	2.41	1.49
b8	1.13	1.23	1.86	1.39
b14	1.19	1.27	1.98	1.46
b5	1.17	1.33	1.99	1.48
b25	1.18	1.31	2.00	1.47
fd	1.12	1.41	2.16	1.52

A partir de los valores de probabilidad P obtenidos mediante los análisis de varianza de una vía para los niveles de pH, NH₄⁺-N, y NO₂⁻-N entre grupos P = 0.979, P = 0.439 y P = 0.952, respectivamente, se concluye que ninguno de estos parámetros de calidad de agua puede explicar la variabilidad en este experimento de crecimiento.

A partir de los análisis de varianza de una vía para la ganancia en peso del día 1 al 30 y del 1 al 80 se concluyó que la ganancia en peso promedio real de los juveniles de *P. vannamei* fue diferente entre suelos (P = 0.036 y P = 0.013, respectivamente). Dado que nuestra suposición fue que el estanque con el nivel de producción más alto en granja pudiera desempeñarse mejor, que el estanque con un nivel de producción menor en condiciones controladas, los contrastes fueron formulados como una prueba de t de una sola cola. Dado que la prueba de Levene indicó una igualdad de varianzas entre tratamientos los contrastes fueron probados con la prueba de t usando las varianzas mancomunadas.

Los resultados de los contrastes de la prueba t para los días 1 al 30 indicaron tasas de ganancia en peso significativamente diferentes lo cual coincide con los resultados obtenidos en la West Texas y Bowers Shrimp Farms-2.978 (P = 0.002) y 1.533 (P = 0.065), respectivamente. La misma tendencia, aunque estadísticamente no significativa fue observada para Harlingen

Shrimp Farm, Southern Star Shrimp Farm, y Taiwan Shrimp Village—1.240 (P = 0.110), 0.983 (P = 0.164), y 0.483 (P = 0.315) respectivamente.

Los resultados de los contrastes de la prueba t para los días 1 al 80 indicaron diferencias estadísticas en las tasas de ganancia de peso, lo cual coincide con los resultados obtenidos en Harlingen Shrimp Farm, West Texas and Taiwan Shrimp Village—2.353 (P = 0.0105), 1.812 (P = 0.0365), y 3.084 (P = 0.0015), respectivamente. La misma tendencia, aunque estadísticamente no significativa se obtuvo para las granjas Southern Star and Bowers shrimp farms—0.969 (P = 0.1775), y 1.068 (P = 0.1440), respectivamente.

Entre los días 31 y 80 no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos [F = 1.452 (P = 0.148)]. Dado que la prueba de F no indicó diferencias estadísticamente significativas, la prueba para contrastes al interior de las granjas no procedió. Sin embargo, durante este tiempo la ganancia en peso para b7, h7, sd18, t71, y wg, fue mayor que la ganancia en peso para b10, h5, sd17, t60, y wb respectivamente; esa es la misma tendencia que la obtenida para los días 1 al 30 y 1 al 80.

El resultado del análisis de varianza de una vía para los animales excluidos en el día 30 es una F = 1.879 (P = 0.040), indicando que entre los 15 tratamientos al menos dos grupos no eran iguales. Sin embargo, los contrastes de la prueba de t para varianzas separadas indicaron que el peso promedio por animal excluido de los grupos b7, h7, sd18, t71, y wg eran iguales al peso promedio de los animales excluidos de los grupos b5, h5, sd17, t60, y wb respectivamente, con los correspondientes valores de probabilidad P- (P = 0.440), (P = 0.554), (P = 0.372), (P = 0.790), y (P = 0.178), respectivamente.

Adicionalmente, el análisis de regresión indica que una asociación lineal existía entre la ganancia en peso experimental y la biomasa ajustada, del día 1 al 30, del 31 al 80, y del 1 al 80— $r = 0.73$ (P = 0.041), $r = 0.83$ (P = 0.010), y $r = 0.88$ (P = 0.004), respectivamente. Las prácticas de manejo y el suministro de agua en este experimento fueron las mismas para los 15 tratamientos. Consecuentemente, a partir de las pruebas t de los contrastes antes mencionados y de los análisis de regresión se pudo concluir que el suelo es un factor que afecta el crecimiento de los juveniles *P. vannamei*.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la sobrevivencia entre los 15 tratamientos del día 1 al 80 (P = 0.774). La falta de significancia en el análisis de regresión para la ganancia en peso vs el área superficial de las partículas de suelo [F = 0.003 (P = 0.9604)] sugiere que no existe asociación entre la distribución del tamaño de partícula del suelo, y la ganancia en peso de los animales experimentales. De ahí que, se concluya que bajo nuestras condiciones, la textura del suelo no fue un factor que pudiera afectar el crecimiento de los camarones juveniles considerando los suelos evaluados

DISCUSION

Los parámetros de calidad de agua observados en éste experimento no pudieron tener ningún efecto adverso en el crecimiento y la sobrevivencia de los camarones como se esperaba de acuerdo a investigaciones previas (Wickins 1976; Chin y Chen 1987; Chen y Chin 1988).

Adicionalmente, no se encontraron diferencias estadísticas en la calidad del agua entre los 15 tratamientos.

El crecimiento de los camarones en el experimento fue elevado, especialmente para el periodo entre los días 31-51, donde el crecimiento semanal varió de 1.83-2.04 g/semana. La ganancia de peso promedio para los tanques con sustrato de los estanques “buenos” fue significativamente mayor que la de los estanques control y “malos”; la ganancia en peso promedio de los tanques control sin sustrato y de tanques con sustrato de estanques “malos” en este experimento no fue significativamente diferente.

Pruder et al. (1992) y Bray y Lawrence (1993) encontraron que *P. vannamei* crecía mejor en fondos arenosos que en arcillosos. Los últimos hipotetizaron que el menor crecimiento sobre fondos arcillosos podría deberse a una mayor turbidez en la columna del agua, y sugirieron que las partículas de arcilla suspendidas, al bloquear la luz, reducían la fotosíntesis y por lo tanto alteraban la cadena alimenticia. El nivel de intensidad de la luz en nuestro laboratorio fue muy bajo. Consecuentemente es muy probable que las diferencias en turbidez para los diferentes grupos de suelos no influenciaran en la producción de fitoplancton y de esa manera no se encontró asociación entre la ganancia en peso y la composición del tamaño de partícula.

Dall et al. (1990) en una revisión de literatura describieron como el material microbiológico y detritico constituye parte del hábitat alimenticio de los camarones. Harris (1993), en una revisión de la microflora del tracto digestivo de los invertebrados acuáticos, sugirió que asociaciones tales como incubación, contribución de enzimas y/o nutrientes y parasitismo existen entre los invertebrados acuáticos y los microbios del tubo digestivo, y menciona que los géneros más comúnmente aislados son: *Vibrio* y *Pseudomonas*, seguidos por *Flavobacterium*, *Micrococcus* y *Aeromonas*. Phillips (1984) mencionó que, al contrario de las bacterias que carecen de ácidos grasos poliinsaturados y esteroides importantes en la dieta de los invertebrados acuáticos, los protozoarios son abundantes y pueden servir como intermediarios en la cadena alimenticia de detritos. Este autor también sugiere que las bacterias pueden servir como una fuente de aminoácidos o vitaminas esenciales, como es el caso de las comunidades microbianas en rumiantes. Yasuda y Kitao (1980) encontraron que *Pseudomonas* era el género más común en el tracto digestivo de *Penaeus japonicus* capturado en medio silvestre, o cultivado y en buen estado de salud, así como en los sedimentos donde ellos vivían. Sin embargo en el estudio de Yasuda y Kitao (1980), *Aeromonas* y *Vibrio* fueron los géneros dominantes en el tracto digestivo de camarones con pobre crecimiento. Dempsey et al. (1989) encontraron que la biomasa de bacterias en el intestino fue más grande que en el estómago de *P. aztecus* y *P. setiferus*, y atribuyeron esto a las bacterias que se adhieren en la superficie del intestino posterior. Ellos sugieren que el rápido crecimiento de estas bacterias podría ser de mucha importancia, ya que el tracto digestivo del camarón es relativamente corto. En el presente experimento, cuando los animales fueron retirados de sus tanques para estimar su peso, el color de las heces de los camarones de los tanques sin sedimento fue similar al color del alimento. Sin embargo, el color de las heces de los camarones de los tanques que contenían suelo en el fondo tenían un color definitivamente más oscuro. Esto sugiere que *P. vannamei* obtiene parte de su alimento directamente del suelo. El hecho de que algunas veces la acumulación de heces en los tanques sin

substrato se redujera drásticamente (observación personal) sugiere que *P. vannamei* estaba pastoreando sobre los microbios que crecen en las heces. Adicionalmente, al final del experimento también se observaron diferencias en la coloración de los animales entre algunos tratamientos. Esto es, los animales cultivados en substrato de suelo de las granjas Bowers y Harlingen fueron más oscuros que los animales de los otros grupos.

En este estudio la TCA para todos los tratamientos, del día 1 al 80, varió de 1.39 a 1.62 con un promedio de 1.48 aunque la contribución de la productividad natural fue mínima debido a la ausencia de luz solar directa. Por otro lado, los valores de las granjas de camarones de Texas, dieron valores de TCA por arriba de 2.0. Estos hallazgos sugieren la posibilidad de una sobrealimentación en las granjas. De ahí que es muy importante que los acuacultores de Texas reevalúen su manejo de alimento. Podría ser posible reducir los costos del alimento y las descargas contaminantes al mismo tiempo.

Debido al funcionamiento de aireadores de paletas en los cultivos intensivos de camarón, el fondo de los estanques fue caracterizado por una acumulación heterogénea de material orgánico (observación personal). Similarmente, se presenta una gran variación en el nivel de carbón en el suelo de estanques para peces como se observó en Honduras (Ayub et al., 1993).

Los ciclos biogeoquímicos afectan directamente el crecimiento de los camarones, afectando los niveles de químicos y de la fauna que puede desarrollarse en el suelo. Hasta ahora los acuacultores han enfocado su atención principalmente al agua y su dinámica, viendo al suelo como una caja negra. Un esfuerzo futuro debería enfatizar el entendimiento de los factores del suelo que pueden influir en el crecimiento del camarón.

CONCLUSIONES

- El suelo es un factor que afecta el crecimiento de los camarones.
- Las diferencias en los rendimientos de biomasa entre estanques de una misma granja pueden ser explicadas, al menos en parte, por diferencias en sus suelos.
- El oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitritos y el pH no fueron diferentes entre todos los tratamientos.
- El peso promedio en los tanques con substrato proveniente de los estanques “buenos” fue significativamente mayor que el de los tanques control y “malos”; la ganancia en peso promedio en los tanques control y “malos” no fue significativamente diferente.
- Aunque los *P. vannamei* fueron alimentados con una dieta artificial completa, hay una interacción entre el suelo y la utilización del alimento.
- Los niveles de TCA sugieren una sobrealimentación en algunas de las granjas de camarón.

Para incrementar la producción de camarón se requiere de más información acerca de las relaciones entre el crecimiento de los camarones y las propiedades del suelo de los estanques.

LITERATURA CITADA

- Ayub, M. , Boyd, C. E. and Teichert, C. D. 1993. Effects of urea application, aeration, and drying on total carbon concentrations in pond bottom soils. *The Prog. Fish-Culturist*, 55:210-213.
- Aziz, K. A. and Greenwood, J. G. 1982. Response of juvenile *Metapenaeus bennettiae* Rcek & Dall, 1965 (Decapoda, Penaeidae) to sediments of differing particle size. *Crustaceana*, 43(2):121-126.
- Bagchi, S. , Haque, A., and Acharjee, S. 1990. Effect of pond soil on fish. *Environ. and Ecol.*, 8(3):1037-1038.
- Banerjea, S. M. 1967. Water quality and soil condition of fish ponds in some states of India in relation to fish production. *Ind. J. Fish.*, 14:113-144.
- Boddeke, R. 1983. Survival strategies of penaeid shrimps and their significance for shrimp culture. pp. 514-523 In: G. Rogers, R. Day and A. Lim eds., *Proceedings of the First International Conference on Warmwater Aquaculture Crustacea*. Brigham Young University, Laie, Hawaii, 9-11 February, 1983.
- Boyd, C. E. 1989. Water quality management and aeration in shrimp farming. *Fisheries and Allied Aquaculture Departmental Series No. 2*, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, 83 p.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama. 482 p.
- Bray, W. A. and Lawrence, A. L. 1993. The effect of four substrates on growth and survival of *Penaeus vannamei* at two salinities. *Ciencias Marinas*, 19(2):229-244.
- Chen, J. C. and T. S. 1988. Acute toxicity of nitrate to tiger prawn, *Penaeus monodon* larvae. *Aquaculture* 69:253-262.
- Chien, Y. H. 1989. The management of sediment in prawn ponds. In: *Proc. III Brazilian Shrimp Farming Congress*. Joao Pessoa-PB, Brazil.
- Chien, Y. H. , Lai, H. T., and Chang, S. K. 1989. The effect of using steel-making waste slags as substrates on shrimp *Penaeus monodon* reared in aquaria. *Asian Fish. Sci.*, 2:147-161.
- Chin, T. S. and J. C. Chen. 1987. Acute toxicity of ammonia to tiger prawn, *Penaeus monodon* larvae. *Aquaculture* 66:247-253.
- Dall, W. , Hill, B. J. , Rothlisberg, P. C. and Sharples, D. J. 1990. Food and feeding. Pages 315-330 in J.H.S. Blaxter and A.J. Spathward, editors. *The biology of the penaeidae*. *Advances in Marine Biology*, Vol. 27. Academic Press, New York, NY, USA.

- Dempsey, A. C., Kitting, C. L., and Rosson, R. A. 1989. Bacterial variability among individual penaeid shrimp digestive tracts. *Crustaceana*, 56(3): 266-278.
- Fuss, M. C. Jr. 1964. Observation on burrowing behavior of the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Carib.*, 14:62-73.
- Fuss, M. C. Jr. and Ogren, L. H. 1966. Factors affecting activity and burrowing habits of the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole.*, 130:170-191.
- Harris, J. M. 1993. The presence, nature, and role of gut microflora in aquatic invertebrates: a synthesis. *Microb. Ecol.*, 25:195-231.
- Holthuis, L. B. 1980. FAO species catalogue. Vol. 1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. synon.*, 125(1) 261 p.
- Liao, I. C. 1969. Study on the feeding of "Kuruma" prawn, *Penaeus japonicus* Bate. *Collected Reprints of the Tungkang Mar. Lab.*, 1969-1971, 1:17-24.
- Liao, I. C. and Chao, N. H. 1983. Development of prawn culture and its related studies in Taiwan. pp. 127-142 In: G. Rogers, R. Day and A. Lim (eds.), *Proceedings of the First International Conference on Warmwater Aquaculture-Crustacea*, Brigham Young University, Laie, Hawaii, 9-11 February, 1983.
- Moctezuma, M. A. and Blake, B.F. 1981. Burrowing activity in *Penaeus vannamei* Boone from the Caimanero-Huizache Lagoon system on the Pacific coast of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 31(2):312-317.
- Moller, T. H. and Jones, D. A. 1975. Locomotory rhythm and burrowing habits of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) and *Penaeus monodon* (Fabricius) (Crustacea: Penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 18:61-77.
- Norusis, M. J. 1993. *SPSS for Windows Base system user's guide release 6.0*. Chicago, USA.
- Phillips, N. W. 1984. Role of different microbes and substrates as potential suppliers of specific, essential nutrients to marine detritivores. *Bulletin of Marine Science*, 35(3):283-298.
- Pruder, G. D., Duerr, E. O., Walsh, W. A., Lawrence, A. L. and Bray, W. A. 1992. The technical feasibility of pond liners for rearing Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) in terms of survival, growth, water exchange rate and effluent water quality. *Aquacul. Eng.*, 11:183-201.
- Ruello, N. V. 1973. Burrowing, feeding and spatial distribution of the school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in the Hunter River region, Australia. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*,

13:189-206.

- Solorzano, L. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method. *Limnol. Oceanogr.*, 14: 799-801.
- Spotte, S. 1979. *Fish and invertebrate culture*. John Wiley and Sons, New York, USA, 179 pp.
- Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*, 2nd ed. Bull. 167, Fish. Res. Board Can., Ottawa, 310 pp.
- Subrahmanyam, C. B. and Oppenheimer, C. H. 1969. Food preference and growth of grooved penaeid shrimp. In: H. W. Youngken, Jr. (ed.), *Food-Drugs from the Sea Proceedings 1969*. Marine Technology Society, Washington, D. C., USA, pp. 65-75.
- Wickins, J. F. 1976. The tolerance of warm-water prawns to recirculated water. *Aquaculture* 9:19-37.
- Williams, A. B. 1958. Substrate as a factor in shrimp distribution. *Limnol. Oceanogr.*, 3(3):283-290.
- Yasuda, K. and Kitao, T. 1980. Bacterial flora in the digestive tract of prawns, *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture*, 19: 229-234.

CONTROL DE VIBRIO Y VIRUS EN LA ACUACULTURA DE CAMARÓN: ÚLTIMOS DESARROLLOS EN EL MANEJO DE ESTANQUERÍA Y ECOLOGÍA MICROBIANA

Randolph S. Porubcan

**Chief Executive Officer
Advanced Microbial Systems, Inc.**

Traducción: Roberto Mendoza Alfaro y Carlos Aguilera González

INTRODUCCION

Las infecciones causadas por *Vibrio* y virus han devastado la producción de camarón alrededor del mundo durante los años 1990's. La bacteria *Vibrio* y los virus que causan estas infecciones se originan en agua marina y varían en número por mililitro de lugar a lugar y de año en año, la habilidad de los microbiólogos para predecir de manera anticipada el potencial destructivo de estos microorganismos es muy limitado. Cuando se introduce agua marina sin filtrar en un estanque de camarón se está introduciendo un riesgo significativo ya que el agua que se agrega puede promover el desarrollo de enfermedades que pueden repercutir en los costos de producción. En la mayoría de los casos en los que se ven involucradas infecciones virales, tales como la infección viral manifestada por manchas blancas que viene afectando actualmente a los camarones asiáticos, la infección viral se presenta simultáneamente con una infección de *Vibrio* la cual aumenta la susceptibilidad del camarón al virus. Hemos aprendido que los métodos para reducir los *Vibrio* en un estanque de cultivo de camarón también reducen la incidencia y severidad de las infecciones virales.

Muchas granjas de camarón han quebrado debido a enfermedades relacionadas con *Vibrio* y virus; otras han tenido que disminuir su tamaño al sembrar menos estanques. Ha sido necesario cosechar camarones más temprano dentro de su ciclo de vida a o de la talla comercial para evitar la pérdida total de la cosecha en muchas localidades. Esta práctica ha originado que se inunden los mercados locales con camarón de menor talla y consecuentemente de menor valor, mientras que la demanda mundial de camarón de gran talla y de alta calidad ha seguido creciendo.

La crisis microbiana que la industria camaronera está experimentando no debe sorprender ya que los estanques de camarón son caldos microbianos donde muchos trillones de microorganismos buenos, malos e indiferentes compiten unos con otros por los nutrientes disueltos y suspendidos que provienen del alimento no ingerido y de las heces del camarón. Este manuscrito identifica tecnología importante y técnicas que relacionan la ganancia de control

positivo sobre este caldo microbiano. En particular las técnicas de tratamiento de aguas que reducen las poblaciones silvestres de microbios, la inoculación diaria de estanques con megadosis de microorganismos benéficos, Probióticos, y los requerimientos para las pruebas microbiológicas in situ serán enfatizados.

Mis asociados y yo hemos viajado frecuentemente en el sureste de Asia durante los últimos seis años y hemos enfocado nuestra atención a resolver problemas relacionados con la producción de camarón. Es fácil concluir de esa experiencia que toda la industria camaronera es responsable de la situación trágica actual. Todos deberíamos ser sacudidos por asumir que un ingrediente crítico y totalmente impredecible —el agua marina— puede ser usado en forma cruda, impura, sin considerar los tipos y cantidades de microorganismos que contiene. El cultivo de camarón es un proceso crítico de producción que es sensible a los microorganismos —cuando los microorganismos benéficos o Probióticos dominan la comunidad microbiana de los estanques las cosas van bien; mientras que, por el contrario, cuando los microorganismos patógenos dominan la situación esta se torna contraria. ¡Hay que pensar en esto!. No hay nada natural acerca de un estanque de cultivo intensivo de camarón— en ninguna parte en la naturaleza se encuentran ocho toneladas de camarones de 40 gramos nadando en una hectárea de agua de un metro de profundidad!. A partir de esta reflexión es claro que no podemos asumir que la microbiología natural del agua de mar sea necesariamente benéfica para los camarones en un estanque de cultivo intensivo.

Para sobrevivir como productor de camarón en los tiempos actuales, el productor requiere de la voluntad de invertir para evitar problemas antes de que estos ocurran. El énfasis de la industria de aquí en adelante se enfocará a la tecnología de tratamiento de agua, a las pruebas in situ microbiológicas y químicas, y a la utilización de Probióticos. Este manuscrito define tres clases de Probióticos: 1) Probióticos de Exclusión Competitiva; 2) Probióticos de Terapia Microbiana y 3) Ecto-Probióticos. Las primeras dos clases operan principalmente en la columna de agua del estanque en donde las condiciones son aerobicas —estos deben ser preparados al pie del estanque para poder desarrollar las megadosis de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) que son requeridas para controlar la comunidad microbiana del estanque. La tercera clase opera en la superficie del mismo camarón y es aplicada comúnmente en los laboratorios de producción de postlarvas y en las áreas de pre-engorda como un líquido concentrado listo para ser usado. Probióticos específicos tales como los productos BIOSTART Y MICROSPAN manufacturados por Advanced Microbial Systems, Inc., son cultivos de bacterias benéficas. Las bacterias de estos productos se presentan de manera natural, no son patógenas, y son heterotróficas, lo que significa que pueden degradar materia orgánica y convertirla en dióxido de carbono lo que resulta en una depuración del agua o en un efecto de bioremediación. De esta manera, en adición a la reducción de los efectos específicos de alguna enfermedad, estos Probióticos también son auxiliares en la reducción de la contaminación de los estanques.

Para que la utilización de los Probióticos sea más eficaz es importante sanear el agua entrante, esto se hace mediante un tratamiento de cloración del agua seguido por filtración. En la India se utiliza un tratamiento de cloro en un reservorio seguido por varios pasos de microfiltración a medida que el agua viaja a través de un canal de concreto hacia el estanque en

donde se repite otro paso de cloración. Obviamente, lo que se busca es un método para reducir o eliminar los *Vibrio* que ocurren naturalmente en el agua y los microorganismos virales de tal manera que los Probióticos tengan una mayor posibilidad de éxito. El programa combinado de saneamiento de agua seguido de una inoculación de grandes megadosis de Probióticos es aún experimental. Hemos venido comercializando Probióticos durante los últimos cuatro años con gran éxito pero únicamente durante este año hemos combinado su uso con técnicas de saneamiento de agua. Para que puedan funcionar bien las técnicas de saneamiento de agua y las inoculaciones de Probióticos en una granja de camarón se requiere de pruebas microbiológicas y químicas in situ. Para esto se necesita más que un pequeño cuarto con un pHmetro y un lavabo, que es lo que comúnmente existe en las granjas de camarón. Afortunadamente, últimamente han existido avances en las técnicas microbiológicas rápidas y en la disponibilidad de agares estériles preparados en cajas de petri desechables que hacen que las pruebas in situ sean más razonables. Sin embargo, ¡se requiere de técnicas más sofisticadas de laboratorio para las granjas de camarón!

El saneamiento de agua es una propuesta cara y el agua resultante puede ser valiosa. Cada esfuerzo para conservar el agua utilizada debe ser considerado. Esto significa contar con estanques para el tratamiento del agua utilizada, a fin que esta pueda volver a ser utilizada. ¡Lo que una vez fue una granja de 40 hectáreas puede convertirse en una granja de 10 hectáreas de cultivo de camarón y treinta hectáreas de tratamientos de aguas!. Sin broma.

Para la mayor parte de aquellos que se encuentran en el negocio de cultivo de camarón y que han gastado mucho dinero para construir granjas basadas en la mejor información disponible de las fuentes de la industria hasta 1995, lo que quiero decir aquí puede parecer una novela de terror ya que implica gastos de capital que no se habían considerado y pruebas y medidas de control que no se habían imaginado. Para aquellos que aún no están actualmente en el negocio pero, que contemplan entrar en el, las especificaciones emitidas en este manuscrito pueden ser recibidas de manera diferente. Como sucede con la mayor parte de las industrias emergentes, el principio desafortunado de tener que gastar inicialmente una gran cantidad de dinero, es que no se cuenta con suficientes recursos financieros, o existe la necesidad de reconstruir una vez que se ha aprendido lo que realmente se necesita hacer. Espero sinceramente que este no sea el caso para la mayor parte de la industria.

Los siguientes 15 puntos de la Fórmula de Ecología Microbiana para reducir enfermedades en el cultivo de camarón tocan los puntos cruciales que pueden hacer la diferencia —se omiten varios puntos básicos que se pueden encontrar en otras fuentes. No voy a decirle cuanta cal usar por ejemplo. Por favor acepte que todo lo que se presente aquí esta aún en desarrollo; en particular, los parámetros de sanidad acuícola. Lo que esta escrito aquí puede chocar a muchos científicos tradicionalistas. Esto es porque algunos aspectos aún no han sido probados por medio de experimentos controlados y no han sido publicados en revistas con arbitraje. Desafortunadamente la industria no puede esperar para que esto sea hecho y, por consiguiente, se presenta la mejor información reconociendo que aún se requiere de mucho refinamiento y confirmación. Tanto el diseño físico del estanque como la tecnología de tratamiento biológico y bioquímico están íntimamente relacionadas y se presentan en este contexto. Si algunas recomendaciones suenan excesivas en primera instancia, particularmente los requerimientos

para comenzar a tratar el agua de mar —minimizando los *Vibrio*— así como reemplazar el agua tratada biológicamente, entonces hay que considerar esto: ¿Que hubiera pensado un porcicultor en 1950 si se le hubieran dicho que los cerdos cultivados en el futuro, a partir de 1975 en adelante, estos estarían confinados dentro de instalaciones recibiendo aire filtrado presterilizado HEPA y atendidos por técnicos vestidos con trajes espaciales que caminarían a través de baños desinfectantes para los pies antes de entrar a las instalaciones donde estuvieran albergados los cerdos? ¿Hubiera considerado ridículo y con menosprecio excesivo este punto? ¡Lo más probable, es que sí! Y ahora es exactamente la manera en que operan las granjas intensivas porcinas con éxito. Así que entremos a los 15 puntos de la Fórmula de Ecología Microbiana sin mayor retardo.

FORMULA DE ECOLOGIA MICROBIANA PARA LA REDUCCION DE DAÑOS EN LOS SISTEMAS DE CULTIVO INTENSIVO DE CAMARON

Aquí se presenta una lista incondicional de 15 puntos que comprenden la fórmula:

1. Es conveniente comenzar con un estanque de tierra completamente pre-saneado — un estanque oval de 1/3 de hectárea resulta adecuado.
2. Es necesario llenar el estanque con agua marina o salobre —minimizada en *Vibrio*.
3. Agregar solo agua —minimizada en *Vibrio*— durante las operaciones de recambio de agua.
4. Fertilizar los estanques con fertilizantes puros y fertilizantes orgánicos limpios, nunca utilice excremento u otros productos contaminados.
5. Constituir la floración con la ayuda de cultivos de Probióticos y nutrientes microbianos limpios.
6. Usar exclusivamente turbo-aireadores —8 x 1 HP/Ha— no utilice aereadores de paleta.
7. Utilizar alimento de alta calidad —no contaminante— que esté libre de bacterias patógenas y certificado.
8. Alimentar frecuentemente —seis veces por día como mínimo— con un programa preciso para satisfacer los requerimientos alimenticios, evitando la sobrealimentación.
9. Remover el sedimento de los estanques de manera continua basado en la demanda química de oxido (DQO) en la columna de agua.
10. Tratar el agua utilizada en los estanques en estanques de producción separados para tratamiento de agua y reutilizarla a medida que sea necesario —utilizar un tratamiento de agua a base de Probióticos.
11. Sembrar con larvas libres de patógenos que hayan sido inoculadas con un Ecto-Probiótico.
12. Agregar megadosis diarias de Probióticos de Exclusión Competitiva en todos los estanques —se requiere de la tecnología BioBrew.
13. Tener a la mano Probióticos de Terapia Microbiana para cuando sean necesarios.
14. Realizar pruebas para detectar *Vibrio* dos veces por semana y regular las inoculaciones de Probiótico en función de esto.
15. Regular la salinidad de los estanques y mantenerla entre 8 y 12 ppt si existe una

amenaza de *Vibrio**.

* Esto no puede ser posible en áreas donde el agua marina de carácter oceánico es la única opción.

La única granja de camarón comercial en el mundo que aplica esta Fórmula de Ecología Microbiana actualmente, esta localizada en el oeste de Java en Indonesia —pertenece y es operada por nuestro asociado el Sr. Trisno Suhendra. La compañía del Sr. Trisno es P.T. Moisson Makmur cuya matriz se encuentra en Jakarta. Adicionalmente algunas de las nuevas supergranjas en la India están aplicando actualmente una versión parcial de la fórmula.

Muchos de los detalles que se describen a continuación son el producto de la experiencia aprendida en la granja del Sr. Trisno en donde se cultiva de manera intensiva *P. monodon*. He organizado esta información en dos secciones: La sección I presenta el caso ideal de los 15 puntos incorporados del Modelo Completo para Granjas de Camarón; la Sección II esta dirigida a una situación más práctica de lo que puede ser hecho para mejorar una granja en operación en donde únicamente algunos de los 15 puntos pueden ser incorporados, ya sea en parte o completamente, es el Modelo Parcial de Granja de Camarón. Recuerde, el objetivo es crear una granja en donde el *Vibrio* y virus patógenos sean eliminados o drásticamente reducidos por medio del control de la ecología microbiana del estanque. La información que se presenta también aplica para estanques de cultivo semi-intensivos modificados tales como los que están actualmente siendo operados en el Sur de la India; en resumen, estos son sembrados y aireados menos que sus contrapartes de cultivo intensivo pero en algunas veces de la misma manera.

La tecnología utilizada en los laboratorios de producción de larvas no será mencionada en este manuscrito en ningún momento, excepto para requerimientos importantes para Ecto-Probióticos.

SECCION I. EL MODELO COMPLETO DE GRANJA DE CAMARON (CONTROL OPTIMO DE LA ECOLOGIA MICROBIANA)

CONSTRUCCION DE ESTANQUES Y AIREACION (PUNTOS 1, 6 & 9)

Diseño: el diseño básico de estanques para una granja de camarón está constituido por estanques ovales de una hectárea con fondos de tierra y un aparato central para la remoción de sedimentos. **Aireación:** no se utilicen aeradores de paletas, son instrumentos del pasado, utilice únicamente turbo-aeradores impulsados por propelas. Los turbo-aeradores hacen el mejor trabajo para estimular la producción de microorganismos Probióticos y además proveen una aireación eficiente.

Principio del diseño: Los estanques con liners de plástico están exentos de arcilla y otras partículas inertes del suelo que son requeridas para la dinámica biológica de un estanque; por consiguiente, se especifican los estanques de tierra. Los Probióticos son la clave para controlar la ecología microbiana de los estanques, estos se adhieren a materia particulada que se suspende en la columna de agua cuando un estanque ha sido adecuadamente aireado y el agua ha sido

propriadamente recirculada — sin esta materia particulada los Probióticos no pueden operar de manera eficaz lo que origina que predominen los microorganismos indeseables. Los aireadores de paletas no permiten una buena circulación del agua mientras que los turbo-aireadores sí. La dinámica microbiana positiva requiere circulación. La granja del Sr. Trisno ahora utiliza exclusivamente turbo-aireadores, todos sus aireadores de paletas han sido desechados.

Todo debe ser hecho para minimizar los microorganismos indeseables y maximizar la existencia de microorganismos Probióticos en este Modelo Completo de Granja de Camarón; pero medidas correctivas, tales como los Probióticos de Terapia Microbiana listos para ser usados, son esenciales. Recuerde, que el Modelo Completo de Granja de Camarón no es estéril y tendrá una ecología microbiana controlada y este es un punto importante. No estamos sugiriendo un ambiente como el de la Biosfera sino un ambiente acuático con un control significativamente mayor que el que existe actualmente.

La remoción regular de sedimentos de los estanques es de suma importancia. Cuando la DQO excede un nivel crítico (120 ppm para los estanques del Sr. Trisno que son mantenidos a 10 ppt de salinidad), él sabe por experiencia que la remoción de sedimentos y el recambio de agua son requeridos. ¡La proliferación de *Vibrio* es fomentada por altos niveles de DQO!. La remoción de sedimento puede ser llevada a cabo succionándolo del fondo del estanque hacia tanques abiertos de concreto localizados en el centro del estanque por medio de tubería de PVC (con orificios de 1/2" localizados a lo largo de toda la tubería), esta tubería se expande radialmente en el fondo del estanque hacia la periferia y es propulsada por un mecanismo de air-lift. Una vez que ha sucedido esto, se utilizan bombas sumergibles para remover el sedimento de los tanques de concreto. Las fotografías de este diseño están disponibles en la compañía AMS, Inc.

Otras características del diseño que se dirigen a problemas regionales especiales también pueden ser parte del Modelo Completo de Granja de Camarón a medida que se necesite. Control de predadores y aves, técnicas para la reducción de la evaporación, implementación de medidas contra tormentas, nuevas fuentes de energía eléctrica, etc., no está dentro de la visión de este documento especificar tales características. Debemos permanecer enfocados a las técnicas y diseños para reducción de *Vibrio* y virus— los 15 puntos de la Formula de Ecología Microbiana.

TRATAMIENTO DE AGUA (PUNTOS 2, 3, 10 & 15)

En el Sur de la India, a lo largo del Mar de Bengala a partir del Norte de Madras, esta sucediendo una cosa sorprendente. Se están construyendo nuevas super-granjas para el cultivo de camarón para producir *P. monodon* en agua de mar que ha sido clorinada (25-50 ppm) en grandes reservorios después de los cuales esta agua es conducida a través de cámaras de filtración múltiple a medida que corre a través de canales de cemento hacia los estanques, en donde otro tratamiento de cloración (25 ppm) es aplicado. El agua en los estanques, después de este segundo paso de cloración, es muy limpia (¡pero no estéril!) y esta esencialmente libre de *Vibrio*, virus, y otros microorganismos patógenos. Esta técnica, o algunas versiones de la misma es a la que nos referíamos en los puntos 2 y 3 en donde se mencionaba “agua de mar tratada-minimizada en *Vibrio*”. Por otra parte, los tratamientos con un solo paso de cloración a los

cuales no sigue un tratamiento de filtración y un segundo tratamiento de cloración han fracasado para eliminar de manera suficiente los patógenos del agua. El reto actualmente es perfeccionar estos tratamientos y considerar otras opciones de cloración tales como ozonización a gran escala, tratamiento por U.V. y/o lagunas de oxidación con inoculaciones masivas de Probióticos. La granja Trisno utiliza inoculaciones masivas de Probióticos diariamente en lagunas de oxidación bien aireadas y con buena circulación que reciben toda el agua entrante—esto es “minimizadas en Vibrio” biológicamente!.

¡El agua de mar tratada es el requerimiento medular para el futuro del cultivo de camarón!. Es una cuestión de un principio lógico que no se pueda esperar cultivar exitosamente camarones en un agua que contiene microorganismos que afecten a estos, sin embargo, la mayoría de las granjas de camarón alrededor del mundo han sido construidas sin ninguna consideración para tratar el agua entrante. En Tailandia, los reservorios de agua que comprenden hasta un 30% del área total de las granjas no son raros, y a excepción de la pequeña ventaja ganada para remover partículas por sedimentación, solo se ha realizado un esfuerzo inicial durante este año para tratar químicamente el agua a fin de reducir los niveles de Vibrio y virus. Espero fomentar estos esfuerzos en 1997 basado en la experiencia creciente de la India.

Debido a la gran inversión que se requiere para tratar el agua o bien remover substancialmente los patógenos, la conservación del agua después de la remoción de los estanques es una cuestión obvia en nuestro Modelo Completo de Granja. Esta agua requiere de bioremedación después de la cual podrá ser reutilizada para las operaciones de recambio de agua y llenar los nuevos estanques de producción. Estanques con compartimentos múltiples con aguas de desecho — bien aireados / con buena circulación de agua y con divisiones centrales establecidas en serie reciben el agua utilizada de los estanques de producción— sería esencial este tipo de estructura para tratamiento de agua destinada a la bioremediación de los efluentes de los estanques. Actualmente esto se esta probando en la granja Trisno con resultados muy prometedores; este año los camarones fueron llevados hasta su madurez (8 ton/ha. y un conteo de 24 camarones/kg) sin ninguna “agua nueva” del mar — toda el agua que se utilizó para reemplazar provino de los estanques de tratamiento!. Este no es el documento para detallar el tratamiento del agua pero es pertinente dar a conocer que lo que una vez fue espacio suficiente para tres estanques de camarón de una hectárea se ha acomodado actualmente a un estanque de cultivo de camarón y dos estanques de tratamiento de agua (cada uno dividido en dos compartimentos).

La tecnología de tratamiento de aguas puede reducir la contaminación ambiental, pero un propósito que debe sobresalir es el proveer un reemplazo de agua económico. Adicionalmente a los gastos implícitos en el tratamiento químico o biológico para remover los Vibrio y virus existe un gasto adicional para disminuir la salinidad, cuando esto sea posible, para así tratar de impedir la proliferación de bacterias de tipo Vibrio. Los Vibrio y otras bacterias patógenas marinas son disminuidas de manera significativa al descender la salinidad, este es el caso de la granja Trisno en donde se utilizan salinidades de 10 ppt, la razón es que los Vibrio prefieren el agua estrictamente marina. Cuando es posible producir agua a 10 ppt tiene un sentido económico conservarla. El Modelo Completo de Granja utiliza agua más cara y una tecnología de conservación más adecuada.

Ahora podemos pasar de la discusión de los tratamientos da agua directamente a los aspectos biológicos del Modelo Completo de Granja —ya que todo encaja. Cuando utilizamos tratamientos químicos en un estanque para eliminar microorganismos patógenos también estamos eliminando microorganismos benéficos que están presentes— esto hace que la inoculación subsecuente con Probióticos en los estanques sea vital. ¡Los Probióticos aseguran que la ecología microbiana benéfica de los estanques sea restaurada!

PROBIOTICOS Y TECNOLOGIA DE TRATAMIENTO BIOLOGICO (PUNTOS 11, 12, & 13).

El tratamiento de agua por si solo no es la respuesta para el control de los Vibrio y los virus. Altas dosis de inoculaciones de Probióticos —en una base diaria— y su floración antes de la siembra con la ayuda de cultivos de Probióticos son técnicas esenciales que restauran la ecología microbiana benéfica del estanque.

Los Probióticos son microorganismos muy relacionados con mi compañía, Advanced Microbial Systems, Inc. He trabajado con Probióticos durante 15 años en diferentes aplicaciones dentro del contexto de la agricultura. Los Probióticos acuáticos son especies seleccionadas de bacterias benéficas, más frecuentemente bacterias de tipo Bacillus que producen efectos benéficos en los estanques donde se realiza acuicultura. Los Probióticos de Exclusión Competitiva tales como el BIOSTART HB-1 y HB-2 funcionan compitiendo con microorganismos patógenos como las especies de Vibrio por los mismos nutrientes orgánicos. La materia fecal disuelta y suspendida de los camarones y el alimento no ingerido son los nutrientes más comunes para este tipo de microorganismos en los estanques donde se realiza la acuicultura. Cuando microorganismos patógenos de tipo Vibrio tienen poca competencia dentro de una comunidad microbiana en un estanque, crecen de manera desmedida y aumentan rápidamente compitiendo por los nutrientes. Cuando se utilizan grandes dosis de Probióticos al ser inoculadas en un estanque, preferiblemente en una base diaria, las bacterias tipo Vibrio experimentan una competencia sustancial y sus números son reducidos.

Hemos encontrado que se requiere un mínimo de 1000 UFC/ml de BIOSTART HB, bacterias tipo Bacillus, por semana para poder producir un efecto benéfico positivo. En la práctica una mezcla 50/50 de BIOSTART HB-1 y HB-2 son aplicados semanalmente, o para lograr una eficacia mayor se subdivide en dosis diarias como es especificado en el punto número 12. Cuando la población total de Vibrio en un medio T.C.B.S. es menor a 2000 UFC/ml, una dosis semanal total de Probióticos de 1000 UFC/ml puede resultar adecuada para descender las poblaciones de Vibrio (granja Trisno). Un punto importante que cabe mencionar aquí es el tamaño relativo de las bacterias tipo Bacillus contenidas en el BIOSTART comparadas con las bacterias tipo Vibrio —los Bacillus del BIOSTART son al menos 100 veces más grandes (en volumen celular total) que las bacterias tipo Vibrio. ¡Esto significa que 1000 UFC de BIOSTART tienen una ventaja metabólica de 50000 sobre 2000 UFC de Vibrio!. Cuando la población de Vibrio excede 2000 UFC/ml la salud del camarón se encuentra en riesgo, una de las consecuencias puede ser a menudo un ataque viral. Cuando esto llega a suceder utilizamos el doble o incluso el

triple de BIOSTART con éxito; pero cuando las cantidades de *Vibrio* exceden 4000 UFC/ml se requiere de una aproximación terapéutica más allá de la exclusión competitiva.

Un desarrollo reciente de Advanced Microbial Systems Inc. ha sido la introducción de Probióticos de Terapia Microbiana (punto 13). Los primeros de estos cultivos introducidos este año —MICROSPAN AV-1— son especies de *Pseudomonas* marinas que atacan directamente a las bacterias *Vibrio* eliminando las células. La habilidad para dirigir los ataques a microorganismos patógenos de una manera predadora es lo que define a la Terapia Microbiana Probiótica.

Estudios conducidos en los laboratorios BBC en Phoenix, Arizona, muestran que la bacteria patógena *Vibrio harveyi* al ser retada con MICROSPAN AV-1 fue drásticamente reducida, después de 7 días de reto en 2 log (100 veces). Esto es una respuesta muy significativa y actualmente estamos llevando a cabo pruebas de campo con camarón tigre en Asia.

Las dosis recomendadas para MICROSPAN AV-1 para estos ensayos son de 1 a 2 ppm semanalmente, pero dosis mayores, de 10 veces pueden llegar a ser requeridas. Estamos apenas en la curva de aprendizaje con los Probióticos de Terapia Microbiana, en comparación hemos estado trabajando con Probióticos de Exclusión Competitiva durante 5 años.

Es muy importante mencionar que de ninguna manera se deben considerar los Probióticos de Terapia Microbiana como un remplazo de los Probióticos de Exclusión Competitiva. Los primeros se utilizan únicamente cuando una población alta en *Vibrio* ha sido confirmada haciendo cultivos en placas de agar con T.C.B.S. sobre el agua de los estanques o si los camarones tienen signos definitivos de *Vibrio*. Los Probióticos de Exclusión Competitiva son usados en cualquier ocasión, aún cuando se utilicen los Probióticos de Terapia Microbiana.

TECNOLOGIA BIOBREW (PUNTOS 12 & 13)

Para la utilización económica de las dosis recomendadas para el uso de los Probióticos en los estanques es necesario preparar los productos in situ utilizando el proceso BioBrew desarrollado por Advanced Microbial System Inc. Esta técnica implica el proceso de controlar el cultivo de manera que aumente significativamente el número de bacterias probióticas sin incrementar el costo para el acuicultor. El proceso BioBrew es muy similar a la eclosión de quistes de *Artemia*. Un tanque de plástico bien aireado (conteniendo 4 veces el número de difusores que un tanque de *Artemia*) es llenado con 200 l de agua fresca a 30°C seguido de la adición del contenido de un paquete de BIOSTART o un paquete doble de MICROSPAN. Un paquete doble contiene un paquete de medio de crecimiento NUTRISTART y un paquete de concentrados Probióticos BIOSTART o MICROSPAN. Después de adicionar los contenidos del paquete doble, el tanque es cubierto y aireado vigorosamente durante 18 h después de las cuales el “cultivo BioBrew de Probióticos” está listo para ser utilizado. Puede ser mantenido a temperatura ambiente y utilizado en cualquier tiempo dentro de 3 días después de que se comenzó la preparación. Un buen programa de dosis es 2 l/ha/día de BioBrew fresco, 1 l de BIOSTART HB-1 y BIOSTART HB-2. Las instrucciones detalladas están disponibles en Advanced Microbial System Inc. en Shakopee Minnesota. No puedo soslayar el valor intrínseco

de la utilización de BioBrew sobre los Probióticos listos para ser utilizados en las aplicaciones para estanques; los productos listos para ser utilizados a pesar de ser útiles para los laboratorios de producción de postlarvas no proveen la fuerza en número de microorganismos (UFC) que requieren los estanques.

PRODUCCION DE LA FLORACION CON AYUDA DE LOS PROBIOTICOS (PUNTOS 4 &5)

Existe una aplicación muy importante de los Probióticos de Exclusión Competitiva que precede su utilización en los estanques que han sido sembrados. Producir un florecimiento sano de fitoplancton y zooplancton en armonía con las bacterias probióticas, es uno de los puntos más importantes que un acuicultor debe considerar para asegurar una cosecha exitosa. Un bloom sano y con biodiversidad actúa como un buffer microbiano en la columna de agua y evita la proliferación de los patógenos (como *Vibrio harveyi*) del que estábamos hablando anteriormente. Aún en estos días, recientemente en la historia del cultivo de camarón, pocos acuicultores comprenden la importancia del papel que juegan las bacterias probióticas en el proceso de la producción de un florecimiento. Una tasa benéfica de zooplancton a fitoplancton, por ejemplo, está estrechamente relacionada con la concentración de bacterias probióticas en el estanque, cantidades insuficientes de bacterias probióticas favorecen una población altamente desproporcionada de fitoplancton y resulta en el florecimiento de algas verde-azules y otros florecimientos indeseables de algas.

Las especies de *Bacillus* contenidas en el BIOSTARTTM HB1 Y HB-2 son bacterias heterotróficas que pueden degradar una gran variedad de compuestos de carbono y nitrógeno. Los subproductos de la mineralización de esta degradación son capaces de estimular el fitoplancton mientras que los *Bacillus* resultantes proveen la fuente de nutrientes preferida para el zooplancton. Únicamente los microbiólogos acuáticos pueden apreciar completamente como se realiza este trabajo de manera sinérgica.

¡El excremento crudo como fertilizante para incitar un florecimiento debe volverse una cosa del pasado!. Existen grandes números de microorganismos contaminantes, muchos de los cuales pueden ser patógenos que se encuentran contenidos en el excremento. No tiene sentido tomar medidas extraordinarias para tratar el agua a fin de remover microorganismos patógenos y después agregar trillones de microorganismos no identificados durante el proceso de floración. El personal del Sr Trisno, en particular los microbiólogos han desarrollado un método para “hacer agua” utilizando cubetas con alimento para camarón con agua que ha sido inoculada con BIOSTART HB-1 y son aireadas toda la noche. Cada una de estas cubetas contiene 20 l de agua, 1 kg de alimento para camarón y 10g de polvo de HB-1, y son adicionadas diariamente a los estanques durante 10 días, periodo en el que se produce la floración. A un estanque de cultivo intensivo de 1/3 de hectárea generalmente se le agregan 2 cubetas por día durante 10 días. Una manera alternativa de utilizar el alimento para camarón en la fórmula antes mencionada es el uso de levadura de cerveza inactiva la cual también funciona muy bien; es un buen ejemplo de un producto orgánico limpio que puede ser utilizado sin dañar su estanque.

La adición de fertilizante orgánico limpio (muy bajo en contenido de bacterias) es todo lo que se requiere para completar el proceso de floración cuando están presentes cantidades suficientes de bacterias probióticas. Un fertilizante inorgánico aceptable puede ser el 15-15-15 NPK que es aplicado en una proporción de 12-15 kg/ha.

PROGRAMAS PRECISOS DE ALIMENTACION (PUNTOS 7 & 8).

El Modelo Completo de Granja de Camarón requiere de grandes cantidades de alimento no contaminante de alta calidad basado en programas de alimentación computarizada. Algunos granjeros en Ecuador y en Indonesia están llevando a cabo esto en estos momentos. En la granja Trisno en el oeste de Java, individuos de *P. monodon* son alimentados 6 veces por día (¡sí, y también comen durante la noche!) y requieren cantidades determinadas de alimento a partir de un monitoreo preciso de numerosas charolas en el día anterior, 35% del alimento total es aplicado en charolas para alimentación. El objeto es no sobrealimentar o subalimentar. La sobrealimentación, la cual es muy común en muchas partes, crea serios problemas dentro de la comunidad microbiana del estanque. La proliferación de *Vibrio* es fomentada por el exceso de materia orgánica que resulta del alimento no ingerido, en estado de putrefacción y bacterias anaeróbicas que también incitan esta proliferación de *Vibrio* así como el decremento de la demanda de oxígeno; consecuentemente el zooplancton muere y los camarones mueren también. La lista de riesgos que pueden presentarse a raíz de la sobrealimentación no se debe tomar a la ligera. Los Probióticos de Exclusión Competitiva ayudan a eliminar estos efectos de la sobrealimentación pero no pueden compensar totalmente la falta de manejo de esta alimentación, espero que este mensaje sea claro en cuanto los Probióticos como producto, y que estos resultan vitales y que no hay sustituto para un manejo poco cuidadoso de otros recursos.

SEMBRAR CON LARVAS TRATADAS CON ECTO-PROBIOTICOS (PUNTO 11).

Cuando las postlarvas son transferidas del laboratorio de producción, ya sea a una pre-engorda o a un estanque de cultivo, estas experimentan un gran estrés durante el proceso de transferencia. Este estrés reduce el número de microorganismos benéficos que coloniza la superficie exterior del exoesqueleto del camarón. Una postlarva al verse afectada se vuelve vulnerable al ataque de microorganismos patógenos inmediatamente después de la transferencia. El concepto de Ecto-Probióticos es muy simple de entender: Las postlarvas en el laboratorio de producción son inoculadas con grandes dosis de un Ecto-Probiótico diariamente durante tres días previamente a la transferencia. Los Ecto-Probióticos se adhieren al exoesqueleto y llenan todos los espacios vacíos. Cuando la postlarva llega a su nuevo ambiente es muy resistente y los patógenos oportunistas en su nuevo medio ambiente no pueden hallar espacio disponible para adherirse teniendo así dificultad para atacar al camarón. El BIOSTART AB-1 es comercializado como líquido microbiano listo para usar y es concentrado para este propósito. Típicamente las postlarvas son tratadas con 100 ppm de AB-1 diariamente durante tres días antes de la transferencia del laboratorio de producción. Cuando los estanques de pre-engorda son utilizados, los Ecto-Probióticos deben ser aplicados nuevamente durante tres días antes de

la transferencia al estanque de producción. No se requiere de preparación previa para los Ecto-Probióticos, los laboratorios de producción y los estanques de pre-engorda contienen un volumen de agua muy pequeño comparado con los estanques de producción lo que significa que se pueden agregar concentraciones más efectivas de Ecto-Probióticos a un precio razonable como productos listos para ser utilizados.

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO IN SITU —EL LABORATORIO DE LA GRANJA DE CAMARON (PUNTO 14)

El punto 14 requiere que se lleven a cabo pruebas de *Vibrio* dos veces por semana. Otras pruebas microbiológicas tales como conteo de Probióticos, y Gram positivas y Gram Negativas son una extensión lógica del programa para las pruebas de *Vibrio*. Todo se relaciona con el status de la ecología microbiológica de los estanques. Hay que recordar que un estanque de producción es un caldo microbiano que contiene trillones de microorganismos y, coincidentemente, camarones nadando en el. Así que no es broma que el Modelo Completo de Granja de Camarón deba tener un laboratorio microbiológico in situ. La granja Trisno esta completamente equipada con autoclaves, microscopios de fluorescencia, campanas para hacer transferencias estériles, mesas para realizar los conteos de placas, etc. La sofisticación del laboratorio requerida ha sido moderada por varios tests microbiológicos rápidos que están apareciendo en el mercado. El efectuar conteos de *Vibrio*, conteos de Probióticos, DQO, amonía y análisis de nitritos junto con otros análisis microbiológicos y químicos in situ va a permitir que el granjero haga ajustes inmediatos en el manejo de los estanques así como en el tipo de Probiótico utilizado, la dosis y la tasa de Probiótico utilizado, etc. La capacidad de respuesta rápida es vital.

SECCION II) MODELO PARCIAL DE GRANJA DE CAMARON (CONTROL PARCIAL DE LA ECOLOGIA MICROBIANA)

Siguiendo a fondo los 15 puntos de la fórmula se puede definir el Modelo Completo de Granja. De lo que aprendimos en la granja de Trisno en Indonesia y lo que esta pasando en el sur de la India resulta claro que el Modelo Completo de Granja resulta eficaz para controlar las poblaciones de *Vibrio* y virus en los cultivos intensivos de camarón y provee la mejor seguridad para alcanzar grandes rendimientos en las cosechas de camarones. Pero el Modelo Completo de Granja puede ser solo un objetivo para el futuro del los granjeros actuales.

La gran pregunta que me han hecho alrededor del mundo es esta: ¿Existen cosas que pueden ser hechas para mejorar actualmente las granjas de camarón si se aplican solo algunos de los principios que se han presentado aquí, que pueden aún ser mejorados, en el control de *Vibrio* y virus? La respuesta es un sí calificado. Calificado en la medida en que aún estamos en la curva de aprendizaje con el Modelo Completo de Granja y no puede ser seguro si llegamos a ser culpables de sobre-eliminar. Sobre-eliminar esta definido como hacer cosas que resulten innecesarias y que impliquen un costo económico. En China actualmente estamos completando experimentos importantes en granjas de camarón en donde únicamente algunos de los principios definidos aquí han sido aplicados. Los primeros reportes indican excelentes respuestas comparando los estanques control los cuales han sido enteramente destruidos por los *Vibrio* y

virus.

¡La granja Trisno de acuerdo a su Director de Producción Mr. Trisno Suhendra, no puede operar sin Probióticos!. Pero su granja ya ha incorporado todos los avances discutidos en este manuscrito, avances que ciertamente potencializan los Probióticos. ¿Cómo puede ayudar esto si esta uno en problemas con una granja de camarón convencional en donde los Vibrio y los virus están destruyendo el negocio?. Bueno, aquí hay cosas que usted puede hacer y cosas que usted no puede hacer si quiere mejorar su situación. Lo presentaré más adelante como lo que se debe hacer y lo que no se debe hacer. Hay que tener en mente que estos son problemas muy severos que enfrenta el cultivador de camarón actualmente. No hay una varita mágica que pueda resolver este tipo de problemas, solo la aplicación del programa completo sugerido en los 15 puntos de la formula puede ofrecer resultados con cierta previsión. Más abajo encontrará algunas redundancias de los tópicos ya cubiertos pero con una perspectiva adicional y una inclinación para iniciarse en estos procedimientos. Entre más cosas que se deben hacer y menos cosas que no se deben hacer se realicen, el éxito será mayor. Por favor siéntanse libres de contactar el Departamento de Servicio Técnico de Advanced Microbial System Inc. en Shakopee, Minnesota, USA al teléfono 1 612 445 4251 o fax 1 612 445 7233, para detalles adicionales y soporte técnico.

Aquí está lo que se Debe hacer y lo que no se debe hacer para un modelo parcial de granja de camarón:

1) No agregue agua de mar no tratada a los estanques de producción de camarón si el conteo de Vibrio se encuentra por encima de 1,500/ml (conteo total en agar T.C.B.S.)

OPCION A: El agua contaminada debe ser llevada a un reservorio y tratada con 50 ppm de hipoclorito mientras que se permite que la materia orgánica del agua se sedimente. Enseguida el agua se debe pasar a través de varias bolsas de naylon de 5 micrones de porosidad a medida que es bombeada de este reservorio hacia un estanque limpio que reciba esta agua, el cual puede ser un estanque de camarón. Aquí una segunda dosis de hipoclorito a 25 ppm es agregada después de tres días de aireación para remover el Cloro libre. Después de tres días de aireación el proceso de floración puede comenzar. Estas recomendaciones no son rígidas y pueden requerir de alguna experimentación dependiendo de las condiciones locales.

OPCION B: Llevar agua a estanques de oxidación de 2 compartimientos bien aireados y con buena circulación de agua que hayan sido inoculados con grandes dosis de Probióticos de Exclusión Competitiva tales como el BIOSTART HB-1 y HB-2 antes de permitir que el agua entre en los estanques de producción.

2) Bioremediación —. Utilice el agua de los estanques de producción en estanques para tratamientos de agua (pueden ser estanques de camarón que no hayan sido sembrados) que hayan sido aireados e inoculada con Probióticos —después utilice esta agua nuevamente en los estanques de producción como parte de un programa de recambio total de agua. Es vital llevar a cabo muestreos de laboratorio in situ, usted debe conocer la calidad del agua.

Un arreglo aceptable es bombear el agua efluente de los estanques dentro de un estanque de decantación facultativo suficientemente profundo (3 a 6 m) seguido de un estanque aeróbico de oxidación (de 1.5 m de profundidad), el estanque de oxidación deberá estar bien aireado y con buena circulación de agua e inoculado diariamente con Probióticos de *Exclusión Competitiva*.

Este estanque de oxidación está dividido en dos compartimentos por medio de una partición central: el flujo de agua va del estanque de producción de camarón hacia el estanque de decantación facultativo, de ahí hacia el primer compartimento del estanque de oxidación, después al segundo compartimento del estanque de oxidación y de aquí de regreso al estanque de producción. Como una regla el estanque de oxidación requiere 2 veces el poder de aireación que requiere un estanque de producción de camarón. Consulte con AMS, Inc., para más detalles adicionales.

Recuerde que si usted escogió no llevar a cabo un tratamiento de bioremediación utilizando un estanque de tratamiento de agua, entonces debe mantener agua de mar suficientemente preclorada o baja en *Vibrio* (una cuenta de *Vibrio* no mayor de 1500/ml) o bien agua salobre para todas las operaciones de recambio de agua.

3) Agregue *Probióticos* de Exclusión Competitiva diariamente a todos los estanques de producción.

Utilice BIOSTART HB-1 y HB-2 preparados in situ por el proceso BioBrew. Aquí se deberá volver un cultivador de bacterias y aprender a cultivar Probióticos, los Probióticos listos para usar no son suficientemente fuertes (en cuanto a conteo de bacterias totales) para hacer una gran diferencia en los estanques de producción. Vea el texto para la preparación y proceso BioBrew y consulte con AMS, Inc. para más detalles.

4) No utilice aireadores de paleta, no circulan adecuadamente.

El manejo microbiano de los estanques requiere de una circulación adecuada para poder mantener los microorganismos en movimiento al mismo tiempo que un porcentaje de detritus, los turbo aireadores son la mejor opción para esto. ¡Los Probióticos son fomentados por medio de una buena circulación!. Introduzca turbo-aireadores! hay modelos baratos hechos en Asia que trabajan bien y son durables. Si usted tiene aereadores de 4 paletas en el estanque manténgalos y agregue 2 turbo aereadores, después cambie a cuatro turbo aereadores y solamente 2 de paletas para el próximo año, etc. La granja Trisno utiliza turbo-aireadores de 8 x 1 HP por hectárea con *P. monodon* sembrados a una densidad de 40-601 PL13/m².

5) Controle la materia orgánica disuelta y suspendida en el estanque controlando las tasas de alimentación y su frecuencia, utilice frecuencias de alimentación pequeñas (6 por día) dan mejor resultado.

Llana y simplemente: ¡No sobrealimente!. Vea el texto antes mencionado e infórmese sobre los últimos métodos para mantener regimenes de alimentación exactos. Es un tema que aparece en los libros de texto pero pocos lo hacen bien. La granja de Mr. Trisno utiliza varias charolas

de alimentación y calcula las cantidades precisas de alimento basándose en estos resultados. Lleve todo esto a una computadora y permítase calcular cuanto debe alimentar.

6) Realice conteos de Vibrio del agua del estanque en agar TCBS al menos dos veces por semana, si encuentra más de 2000/ml duplique la dosis recomendada de Probióticos de Exclusión Competitiva y empiece a utilizar Probióticos de Terapia Microbiana.

Aquí debe estar al tanto de los diferentes tipos de Probióticos y prepararse para agregar Probióticos de Terapia Microbiana en adición a los Probióticos de Exclusión Competitiva. AMS, Inc, utiliza BIOSTART en el caso de los Probióticos de Exclusión Competitiva y el MICROSPAN como Probióticos de Terapia Microbiana. Sepa lo que esta haciendo antes de comenzar, llame a AMS, Inc.

Un programa de dosificación típica para estanques con conteos de Vibrio menores a 2000/ml es la utilización de 7.5 l de BIOSTART HB -1 y 7.5 l de BIOSTARTTM HB -2, ambos de BioBrew fresco, por semana, pero cuando se dividen en dosis crecientes diarias, se utiliza un litro de cada uno por día por hectárea. Cuando las cuentas de Vibrio exceden 2000/ml se utiliza el doble de esta dosis y se comienzan a agregar de 1 a 2 ppm de MICROSPAN AV-1 por semana hasta que el Vibrio baja de 2000/ml; se pueden utilizar dosis más frecuentes sin daño.

7) Remueva los sedimentos de los estanques de producción utilizando un colector central, es necesario evaluar la remoción de sedimentos utilizando la demanda química de oxígeno por medio de lecturas realizadas dos veces por semana.

¡Esto puede llevarse a cabo por medio de un diseño casero!, un tanque abierto de cemento en el centro del estanque cuya circulación sea propiciada por air-lifts. Recuerde que la demanda química de oxígeno es un índice de contaminación. ¡A mayor DQO mayor contaminación, esto significa una comunidad microbiana afectada y el favorecimiento de las poblaciones de Vibrio!.

8) Controle la salinidad.

El Vibrio se desarrolla mejor en agua de mar a salinidad de 35 ppt, el reducir la salinidad a 10 ppt tiene un efecto sustancial en detrimento del crecimiento de los Vibrio. El control de la salinidad combinado con la utilización de Probióticos es una de las combinaciones más importantes que pueden resultar en una diferencia positiva en el Modelo Parcial de Granja. de camarón

9) ¡No utilice alimento barato!.

Los alimentos de baja calidad contribuyen a incrementar las poblaciones de Vibrio más que las poblaciones de camarón. Pregunte por información técnica acerca de los índices de contaminación de su alimento con su vendedor. Un ligante de mala calidad en el alimento va a causar una liberación rápida de nutrientes en el agua y el Vibrio va a recuperar estos nutrientes, no los camarones.

10) No utilice liners de plástico, utilice fondos de tierra.

La arcilla del suelo tiene un efecto remarcablemente estimulante sobre los microorganismos Probióticos y estimula el ambiente microbiano dinámico en el estanque. Muchas granjas que cuentan con estanques con fondos de liners han comenzado a agregar suelo nuevamente en sus estanques, esto es una mala práctica si el suelo está contaminado con microorganismos. La desventaja de tener estanques de tierra es tener que limpiarlos después de su utilización. La utilización de Probióticos y la remoción continua de sedimento hace que la limpieza sea más fácil. La sanidad eficaz del fondo del estanque después de limpiarlo para prevenir infecciones en la siguiente cosecha es de vital importancia. Utilice un buen programa de enclado seguido de la aplicación de 100 ppm de hipoclorito.

11) Sea muy cuidadoso en la manera de estimular la floración fitoplanctónica

Utilice únicamente materiales estériles o pasteurizados. ¡Nunca utilice excremento! Se puede llegar a utilizar gallinaza hervida durante 30 min (200kg/ha de una solución al 20%). La levadura de cerveza inactiva es uno de los mejores productos orgánicos para constituir una floración con Probióticos. Una floración efectiva puede salvar al estanque de una enfermedad. Para el desarrollo de algas utilice un fertilizante químico limpio como el 15-15-15 NPK que tiene un bajo conteo de bacterias no-Vibrio.

12) Después de la aplicación cualquier antibiótico o biocida, utilice dosis masivas de Probióticos.

El formol es un biocida potente que se utiliza a 20 ppm cuando la producción ha sido infectada por virus. Mata a todos los microorganismos buenos malos e indiferentes de aquí que deba seguirse esto con la aplicación de altas dosis de Probióticos de Exclusión Competitivos para repoblar el estanque con bacterias benéficas. Una dosis fuerte es generalmente el triple de la dosis recomendada.

13) No dude en utilizar tratamientos probados para el fondo de los estanques.

Se requiere de mucho sol, cal, hipoclorito o peróxido si existen problemas con Vibrio. No tiene sentido rellenar un estanque cuyo fondo ha sido tratado con agua de manera cara. Busque tecnología nueva y productos que aparezcan para este propósito específico.

14) Utilice postlarvas sanas, libres de Vibrio y virus, que hayan sido tratadas con Ecto-Probióticos tres días antes de su envío a la granja.

EVALUACION DE PREMEZCLAS VITAMINICAS EN DIETAS PARA CAMARONES PENAEUS VANNAMEI.

José Ignacio Arango G.

Roche Ecuador S.A.
Ave. 10 de Agosto 5133 y NNUU
Casilla 1711-06185 Quito, Ecuador
Tels. (005932) 465 210/464 934
Fax. 439 638
E-mail: jose_i.arango@roche.com

Las vitaminas son un complejo grupo de sustancias orgánicas requeridas en pequeñas cantidades, las cuales son esenciales para el mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales. En realidad poco se conoce sobre los requerimientos de vitaminas en camarones cuando lo comparamos con otras especies acuícolas, tales como: salmones y truchas.

Según Kanazawa, A., (1982); Concklin, D. E., (1990); Tacon A. G., (1991) y Akiyama, D.M (1992); los camarones requieren quince vitaminas, cuatro liposolubles: vitamina A, E, D y K y once vitaminas hidrosolubles; tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico, cianocobalamina, inositol, colina y ácido ascórbico. Sin embargo, según He, H. et al (1992), consideran que en *P. vannamei* el requerimiento de vitamina K es cuestionable.

Las vitaminas se caracterizan por ser requeridas en pequeñas proporciones por los animales; por existir en baja proporción en los ingredientes y en la producción primaria de las piscinas y siendo, su concentración extremadamente heterogénea no están relacionadas químicamente entre ellas. La mayoría no son sintetizadas por los animales y si lo son, es a niveles menores que los requeridos para su mantenimiento, crecimiento y/o reproducción.

Cada una de las vitaminas cumple funciones biológicas específicas en el organismo. En el caso de las vitaminas liposolubles, la vitamina A es responsable del mantenimiento de la integridad de los tejidos y la vitamina E es un potente antioxidante biológico dentro de la célula. Con respecto de las vitaminas hidrosolubles, la mayoría de ellas hacen parte de los sistemas enzimáticos, los cuales, inciden directamente en el metabolismo de las grasas, proteínas y carbohidratos. Como ejemplo podemos citar dos vitaminas: la Tiamina, la cual, hace parte del metabolismo de carbohidratos por intermedio de la enzima Tiamina Pirofosfato y la Riboflavina, la cual está involucrada en el metabolismo energético a través de las enzimas Flavina

Mononucleotido (FMN) y Flavina Dinucleotido (FAD).

Una de las vitaminas que mayor atención ha recibido en nutrición acuícola ha sido la vitamina C. Tanto peces como camarones son especies vitamina C-dependientes, esto quiere decir, que no tienen la capacidad para sintetizar las cantidades diarias requeridas para el crecimiento normal y reproducción. La vitamina C es necesaria para el mantenimiento de la integridad de los tejidos conectivos y actúa como un fuerte agente reductor dentro del organismo.

Varios trabajos de investigación han sido publicados en cuanto a evaluación de los requerimientos vitamínicos en camarones, todos ellos bajo condiciones de laboratorio. En vitaminas liposolubles, He, H., et al (1992), evaluaron la esenciabilidad de las vitaminas A, D, E y K, He, H. y Lawrence, A.L. (1994), evaluaron el requerimiento de vitamina E; vitamina K, Shiau S-Y y Jia, Shium. L. (1994) y Shiau, S-Y. y Jia-Shium, L. (1994). En vitaminas hidrosolubles; Catacutan y de la Cruz, (1989), evaluaron la importancia de todas las vitaminas hidrosolubles en el desarrollo histológico del hepatopáncreas. Tiamina, Chen et al (1991); Riboflavina, Chen, H. y Huang, G. (1992); vitamina B12, Shiau, S-Y. y Chuan Qui Lung (1993). Tiamina, piridoxina y colina, Deshimaru, O. y Kuroki, K. (1979), colina e inositol, Kanazawa, A. et al. (1976). Niacina, Shiau, S-Y y Gow-Shyang, Sue (1994). En vitamina C, Guary, M. et al. (1976), Hunter, et al. (1979), Lightner, D.V et al. (1977) y (1979), Magarelli Jr. P.C. et al (1979), Shigueno, K. y Itoh, S. (1988), Moncreiff, C.A et al (1991), Shiau y Jan Fun Lin (1992), Gabaudan, J. (1992) y He, H. y Lawrence, A.L.(1993).

Es indiscutible que las vitaminas son esenciales para el crecimiento de especies acuícolas, a este respecto ha existido la inquietud en el medio productor acuícola Ecuatoriano de la necesidad e importancia de las vitaminas en la nutrición de camarones bajo condiciones extensivas y semintensivas. Con el objetivo de dar respuesta a esta necesidad sentida del medio productor acuícola, la compañía Roche Ecuador S.A. subsidiaria de Hoffmann La-Roche, decidió desde el año de 1993 emprender un proyecto de investigación aplicada en el área de nutrición vitamínica. Dentro de este marco, a continuación encontrarán el resumen de los dos primeros proyectos de investigación sobre uso de Premezclas Vitamínicas en la alimentación de camarones *P. vannamei*.

PROYECTO I.

Evaluación de dos sistemas de alimentación usando niveles altos y bajos de inclusión de vitaminas en alimentos para camarones *P. vannamei*.

Este trabajo fue hecho en asociación con el Biól. Fabricio Marcillo .

Objetivo: Evaluar bajo condiciones comerciales, dos sistemas de alimentación considerando niveles altos y medios de vitaminas liposolubles e hidrosolubles en camarones *P. vannamei* durante dos (2) fases de la vida productiva.

METODOLOGÍA

La evaluación tuvo lugar en tres camaroneras del grupo Banaca-Enaca, Toyo en Playas, Fafra en Naranjal y Bonanza en Isla Puna. Tres diferentes zonas ecológicas del Golfo de Guayaquil, Ecuador. Las piscinas fueron sembradas en las primeras dos semanas del mes de Octubre de 1993 y cosechadas entre Febrero y Marzo de 1994.

En total catorce (14) piscinas fueron seleccionadas, de las cuales, siete (7) fueron consideradas como control, sistema tradicional, y siete (7) recibieron el tratamiento. Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las piscinas para los tratamientos proyecto I.

Tratamiento	Camaronera	Piscinas	Ha.
Control	Toyo	P.4	0.64
	Toyo	P.7	1.04
	Fafra	P.2	0.80
	P.4	0.80	
	Bonanza	P.7	1.10
	P.10	0.50	
	P.11	0.50	
Total			5.38
Tratamiento	Toyo	P.5	0.94
	Toyo	P.6	0.88
	Fafra	P.7	0.80
	P.8	0.80	
	Bonanza	P.2	0.80
	P.8	0.80	
	P.12	0.50	
Total			5.52

Como tratamientos, fueron considerados dos niveles de concentración de vitaminas: entre 0-4 g., alta concentración vitamínica y de 4 g. a peso de la cosecha, mediana concentración vitamínica (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de vitaminas usadas en la evaluación Proyecto I.

Vitaminas	Unidades	Tratamientos. Dosis de vitaminas		
		Control normal	Primera fase	Segunda fase
Altos niveles de vitaminas				
A	UI./Ton.	5.400.000	10.000.000	8.000.000
D3	UI./Ton	1.067.000	2.500.000	2.300.000
E	UI./Ton	6.7	200.000	50.000
K	mg./Ton	2.000	3.000	2.000
Tiamina	mg./Ton		50.000	17.000
Riboflavina	mg./Ton	6.600	40.000	15.000
Niacina	mg./Ton	13.600	200.000	70.000
Pantoténico	mg./Ton	8.000	100.000	50.000
Piridoxina	mg./Ton	1.330	60.000	20.000
Biotina	mg./Ton		500	250.000
Acido fólico	mg./Ton		5.000	2.000
Cianocobalamina	mg./Ton	10	100	20
Colina	mg./Ton	133.000	500.000	500.000
Inositol	mg./Ton			
Vitamina C	mg./Ton	8.000	450.000	150.000

La camaronera tenía definido dentro de su sistema de alimentación el uso de dietas de 35% de proteína de 0 a 4gr de peso vivo y entre 4.0 g. a peso de cosecha 25% de proteína. Todas las piscinas fueron sembradas con el mismo tipo de larva y una densidad de 15 PL./m2.

En todas las piscinas se estimó el crecimiento semanal durante todo el período de evaluación por intermedio de muestreos semanales, así como, mediciones rutinarias para determinar la calidad del agua. La tasa de recambio fue variable de acuerdo a la información sobre la calidad del agua.

Las piscinas fueron alimentadas de acuerdo a la tabla del Libro “Practical Manual for semi-intensive comercial production of marine shrimp” del Dr. José Villalón.” En los primeros 60 días y a partir de los 60 días de acuerdo a la tabla de alimentación de la compañía Banaca.

Para determinar el efecto del tratamiento se estimaron los siguientes parámetros: sobrevivencia, lb cosechadas, peso final y conversión alimenticia.

RESULTADOS

En la Tabla 3 se puede observar un resumen de los resultados obtenidos. No se observó diferencia significativa ($P \gg 0.05$) en cuanto a sobrevivencia, libras cosechadas, crecimiento semanal, peso final y conversión alimenticia. A pesar de no haberse encontrado diferencia significativa, es importante notar que la sobrevivencia (15.4%), el total de libras cosechadas (18.9%), el peso final (2.8%) siempre fueron superiores en las piscinas recibiendo el tratamiento y la conversión alimenticia fue 43% inferior en las piscinas recibiendo el tratamiento con vitaminas cuando las comparamos al control.

Tabla 3. Resultados efecto de altas dosis de vitaminas en el rendimiento productivo de camarones *P. vannamei* Proyecto I.

Parámetro	Control	Tratamiento
No. Piscinas	7	7
Densidad. PL./Ha.	148.404+/-4220	148.404+/-404
Peso final promedio (g.)	18.63+/-3.47	19.16+/-2.27
Mejora en peso final (g.)		0.53 (2.8%)
Conversión.	4.04+/-3.06	2.81+/-1.40
Mejora en conversión.		1.23 (69.5%)
No. de días.	148+/-29	152+/-17.2
% sobrevivencia.	17.88+/-7.76	20.64+/-6.43
Mejora en sobrevivencia.		2.76 (15.4%)
Lb. Cosechadas/Ha.	1091.4+/-477.9	1298+/-454.8
Incremento neto en Producción. Lbs/Ha		206.6 (18.9%)

La falta de diferencia significativa entre los tratamientos en parte está asociada a la enorme variabilidad observada entre y dentro de los tratamientos (Tabla 4). Esta variabilidad está asociada a factores externos a los tratamientos, los cuales no fueron correctamente controlados.

Tabla 4. Coeficiente de variación de los principales estimativos de producción, Proyecto I

Parámetro	Control	Tratamiento
No. Piscinas	7	7
Peso final promedio (g.)	18.62	11.84
Conversión.	75.74	49.82
No. de días.	19.60	11.30
Sobrevivencia (%).	43.34	31.15
Lb. Cosechadas/Ha.	43.78	35.03

Entre los factores que podemos citar que inciden en la variabilidad de los datos obtenidos tenemos: presencia de enfermedades, principalmente síndrome de taura; diferente profundidad

de las piscinas, alta fluctuación de la relación entre biomasa de camarón y biomasa de la producción primaria de la piscina y calidad del alimento. En este último punto, considero primordial la calidad de la harina de pescado. Paralelamente al ensayo, en asociación con otra compañía productora de alimento para camarón en Ecuador, se corrieron pruebas biológicas de evaluación de calidades de harina de pescado existente en el mercado. La mayoría de las harinas de pescado existentes en el mercado en ese momento estaban con escores entre 2 y 3 dentro de la clasificación de 0 a 4 de la Fundación Chile. Según Cruz., E. y Ricque, D. (1995) la calidad de la harina de pescado incide significativamente en la sobrevivencia de camarones, principalmente en estados juveniles.

En parte como respuesta a la dificultades en la ejecución del primer ensayo se planeó y ejecutó una segunda evaluación del uso de una premezcla vitamínica bajo condiciones mejor controladas. Uno de los objetivos fue disminuir al máximo la variabilidad de los estimativos de los principales parámetros productivos.

PROYECTO II

Evaluación del Rovimix Camarones Plus en dietas para camarones *P. vannamei*.

Este trabajo fue realizado en asociación con: Dr. Oscar Mora, Camaronera Deli, y la Dra. Amparo de Zuñiga, El Molino Alimentos Dietas y Alimentos S.A.

El objetivo fue evaluar bajo condiciones comerciales el uso de una premezcla vitamínica completa, Rovimix Camarones Plus, en las dietas de camarones *P. vannamei* desde el momento de la siembra hasta la cosecha, con una producción por hectárea superior a 1500 libras.

METODOLOGIA

La segunda evaluación tuvo lugar en la Camaronera Deli, ubicada en Isla Puna, Ecuador. Las piscinas fueron sembradas apartir del 3 de Marzo de 1995 y cosechadas entre el 31 de Julio y el 3 de Agosto de 1995.

Un total de seis piscinas fueron seleccionadas, de las cuales tres fueron consideradas como control, sistema tradicional de alimentación de la camaronera y tres piscinas recibieron alimento control mas la premezcla vitamínica. (Tabla 5).

Tabla 5. Niveles de vitaminas usadas en la evaluación proyecto II.

Vitaminas	Unidades		Tratamientos
	Control normal	Rovimix camarones plus	
A	UI./Ton		10.000.000
D3	UI./Ton		3.500.000
E	UI./Ton		150.000
K	mg./Ton		3.000
Tiamina	mg./Ton		30.000
Riboflavina	mg./Ton		25.000
Niacina	mg./Ton		100.000
Pantoténico	mg./Ton		50.000
Piridoxina	mg./Ton		35.000
Biotina	mg./Ton		1.000
Acido fólico	mg./Ton		4.000
Cianocobalamina	mg./Ton		40
Colina	mg./Ton		400.000
Inositol	mg./Ton		200.000
Vitamina C*	mg./Ton		250.000

* Vitamina C como Rovimix Stay C 25%.

Las dietas fueron similares en composición y proporción de ingredientes y en la dieta tratamiento se adicionó la Premezcla Vitamínica Rovimix Camarones Plus a razón de 4.0 kg./Ton de alimento mas 400 g. de Cloruro de Colina 60% por Tonelada de alimento. Todos los alimentos fueron elaborados por la compañía El Molino Alimentosa Dietas y Alimentos S.A.

Todas las piscinas fueron sembradas con larva de nauplio de reproductor silvestre salvaje del laboratorio Somico S.A. Las densidades y los tamaños de las piscinas pueden apreciarse en la Tabla 6. En promedio las piscinas control fueron sembradas con 34.39 PL./m² y las piscinas tratamiento con 34.3 PL./m².

Tabla 6. Distribución de las piscinas para los tratamientos, Proyecto II.

Tratamiento	Camaronera	Piscinas	Ha.
Control	Camaronera Deli	P.1	0.70
		P.11	0.80
		P.12	0.80
Total			2.30
Tratamiento	Camaronera Deli	P.8	0.50
		P.9	0.50
		P.10	0.50
Total			1.50

Una vez sembradas las piscinas se estableció el siguiente manejo alimenticio: De la siembra a 3.0 g. de peso vivo los camarones recibieron alimento granulado de 28% de proteína, a partir de los 3.0 g los camarones recibieron alimento peletizado (3/32) hasta el momento de la cosecha con el mismo nivel de proteína inicial.

La distribución del alimento fue en forma similar, entre 1 a 3 veces por día, dependiendo de la etapa de desarrollo. Cada semana se realizó un estimativo del peso de los camarones y un análisis externo para detectar enfermedades, así como mediciones rutinarias para estimar la calidad del agua.

El recambio de agua fue manejado en forma similar a las piscinas en producción y no mayor al 3%.

Para determinar el efecto del uso de la premezcla vitamínica se estimaron los siguientes parámetros: sobrevivencia, libras cosechadas por hectárea, peso final, crecimiento semanal y conversión alimenticia. Con los datos técnicos obtenidos el ensayo se procedió a realizar una evaluación costo beneficio del tratamiento.

RESULTADOS

En la Tabla 7 se puede observar un resumen de los resultados obtenidos. Se observó un efecto significativo al usar la premezcla vitamínica en: peso final ($P \hat{=} 0.10$), crecimiento semanal ($P \hat{=} 0.10$), conversión alimenticia ($P \hat{=} 0.005$) y total de libras cosechadas ($P \hat{=} 0.005$).

Tabla 7. Efecto del Rovimix Camarones Plus en dietas en el rendimiento productivo de camarones *P. vannamei*, Proyecto II.

Parámetro	Control	Rovimix Camarones Plus
No. Piscinas	3	3
Densidad. PL./Ha.	343.950	343.000
Peso Final Promedio g.	7.78+/- 2.4	11.53+/-1.25 (P \hat{a} 0.10)
Mejora en Peso Final g.		3.75 (48.2%)
Crecimiento Semanal g.	0.356+/-0.10	0.53+/-0.06 (P \hat{a} 0.10)
Mejora en Crecimiento g.		0.174 (48.8%)
Conversión	1.82+/-0.05	1.6+/- 0.03 (P \hat{a} 0.005)
Mejora en Conversión		-0.22 (12.0%)
No. de Días.	151.3	151.0
% Sobrevivencia.	31.0+/-9.16	34.3+/-3.5
Mejora en Sobrevivencia.		3.3 (10.6%)
Lb. Cosechadas/Ha.	1675.3+/-162.5	2886.6+/-51.3 (P \hat{a} 0.005)
Incremento neto en Producción. Lbs/Ha		1211.3 (72.3%)

En peso final se logró una mejora de 48.2%; 7,78 g. para el control vs 11.53 g. para el tratamiento. En crecimiento semanal se obtuvo una mejora de 48.8%, 0.356 g. semanales para el control vs 0.53 g. semanales para el tratamiento. En conversión alimenticia se observó una mejora de 12.0%, 1.82 para el control vs 1.60 para el tratamiento y en libras cosechadas por hectárea se encontró una mejora de 72.3%, 1675.3 lbs/Ha para el control vs 2886.6 lb/Ha para el tratamiento. Es conveniente recalcar que todas las piscinas fueron cosechadas en un rango de cuatro días, por lo cual, no existe efecto directo por mayor o menor tiempo de permanencia de los camarones en las piscinas.

En nuestro trabajo, no se encontró efecto significativo (P \hat{a} 0.10) en cuanto a sobrevivencia. Para el control se encontró 31% vs 34.3% para el tratamiento. La mayor pérdida de la sobrevivencia se presentó en los primeros 45 días y la falta de efecto significativo en la sobrevivencia estuvo asociado a la presencia del Síndrome de Taura. Un factor que indirectamente pudo contribuir en parte al incremento de la mortalidad, fue el sistema de alimentación y el tamaño de partícula del alimento usada en las primeras fases de desarrollo de la larva y juveniles en las piscinas, lo cual dificultó la toma del alimento y como tal, los mayores niveles vitamínicos por el camarón.

Un punto importante a recalcar, fue la enorme disminución en la variabilidad, coeficiente de variación, entre y dentro de tratamientos (Tabla 8). Cuando comparamos los coeficientes de variación obtenidos dentro de tratamientos en: peso final, crecimiento semanal, conversión alimenticia, sobrevivencia y total de libras cosechadas por hectárea en las piscinas control y tratamiento se pudo observar una disminución entre 46.5% para conversión alimenticia y 548% en total de libras cosechadas por hectárea.

Tabla 8. Coeficiente de variación de los principales estimativos de producción, Proyecto II.

Parámetro	Tratamiento Control	Rovimix Camarones Plus %
No. piscinas	3	3
Peso final promedio	31.10	10.84
Crecimiento semanal	28.00	11.32
Conversión	2.74	1.87
% Supervivencia	29.54	10.20
Lb. Cosechadas/Ha.	9.70	1.77

Por último, se realizó una evaluación costo beneficio del uso de la premezcla vitamínica, Rovimix Camarones Plus, se pudo constatar una utilidad adicional de 37.2 US\$ por un (1) US\$ invertido en la premezcla vitamínica (Tabla 9).

Tabla 9. Evaluación costo/beneficio del uso de Rovimix camarones plus en dietas para camarones, Proyecto II.

Parámetro	Control	Rovimix camarones Plus
Producción por Hectárea lbs/Ha.	675.3	2886.6
Precio del Camarón. US\$/Lb.	2.60	3.00
Ingresos Totales. US\$.	4355.8	8659.8
Conversión.	1.82	1.60
Consumo de Alimento. Kg./Ha.	1386	2097
Costo de Alimento. US\$/Kg.	0.42	0.42
Costo Alimento Total. US\$.	582.1	880.7
Costo Rovimix Camarones Plus(50US\$/Ton). US\$.		104.8
Total Costos: Alimento+ Rovimix Camarones Plus.	582.1	985.5
Utilidad. US\$.	3773.7	7674.3
Utilidad Adicional.		3900.6
Relación: Utilidad Adicional/Costo Rovimix Camarones Plus.		37.2 / 1.0

Para justificar el uso de unos adecuados niveles de vitaminas dentro de las dietas para camarones, con una producción esperada de 1500 lb de camarón entero/ha, una conversión de 1,7 y un precio del alimento de 420 US\$/Ton tendríamos que esperar una mejora de 20 lb adicionales de camarón entero/ha a un precio de 3.0 US\$/lb.

De acuerdo a la información obtenida, bajo las condiciones experimentales del segundo ensayo, sistema semintensivo, con producciones superiores a 1500 lb/ha podemos concluir que una adecuada premezcla vitamínica es esencial para: mantener un crecimiento semanal continuo, obtener un mayor peso a la cosecha, una menor conversión, un mayor rendimiento por hectárea y principalmente una menor variabilidad de los principales parámetros técnicos entre las piscinas. En resumen una producción más homogénea.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y la experiencia acumulada con estos dos trabajos de investigación y la experiencia acumulada de otros seis trabajos de investigación en Ecuador, la compañía Roche Ecuador S.A., subsidiaria de Hoffmann La Roche, decidió construir e inauguró a partir del 18 de Octubre de 1996 su Centro Regional de Investigación en Acuicultura Roche-Cachugran, para continuar esta misma línea de investigación y poder dar respuesta a varias inquietudes, tales como: ¿A partir de que biomasa de camarón existente en las piscinas, es conveniente entrar a recomendar el uso de alimento externo y/o alimento externo con micronutrientes bajo las condiciones comerciales nuestras?. En situaciones de alto reto ambiental, ya sea cualquier tipo de estrés, ¿Hasta qué punto son importantes los micronutrientes bajo condiciones comerciales? ¿Qué micronutrientes usar antes de cosechar el camarón para evitar al máximo la presencia de camarón flácido?.

BIBLIOGRAFIA

- Arango. G. José Ignacio., Mora., O y De Zuñiga Amparo. 1995. Evaluación del Rovimix Camarones Plus en dietas para camarones, *Penaeus vannamei*. Primer Seminario Internacional Roche de Acuicultura. 18 de Octubre de 1996, Restaurante el Cantones, Guayaquil, Ecuador. Por editar.
- Akiyama D.M. 1992. Future consideration shrimp nutrition and the aquaculture fed industry. In proceedings of the Special Session on Shrimp Farming. Wayban J. Editor. World Aquaculture Society. Baton Rouge. L.A. p.198-205.
- Chen H.V., F.C. Wu and S-Y Tang. 1991. Thiamin requirement of juvenile shrimp (*Penaeus monodon*). *J. Nutrition* 121:1984.
- Chen H.V. and G. Hwang 1992. Estimation of dietary riboflavin required to maximize tissue riboflavin concentration in juvenile shrimp (*Penaeus monodon*). *J. Nutrition* 122: 2474-2478.
- Conklin D.E. 1990. Vitamin requirements of juvenile *Penaeus* shrimp. In: *Advances in Tropical Aquaculture. Actes de Colloques* 9:287-308.

- Cruz. S., L.E., y Ricque. M. D., 1995. Indices de calidad de harinas de pescado y su efecto en la producción de camarón. Tercer Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. Octubre 27 a noviembre 1 de 1995. Acuicultura del Ecuador.
- Deshimaru O. and Katsunobu Kuroki. 1979. Requirement of prawn for dietary thiamin, pyridoxine and choline chloride. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 45(3):363-367.
- Gabuadan J. 1992. Biological efficacy of ascorbate polyphosphate in shrimp (*Penaeus vannamei*). V. International symposium on fish nutrition and feeding. Santiago de Chile. Abstracts p 93.
- Guary. M., Kanazawa A., Tanaka. N and Ceccaldi H.J. 1976. Nutritional requirements of prawn. VI. Requirement for ascorbic acid. Men. Fac. Fish. Kagashima. University. Vol. 25(1):53-57.
- He. H., A.L. Lawrence and R. Liu. 1992. Evaluation of dietary essentiality of fat soluble vitamin A, D, E and K for penaeid shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture 103:177-185.
- He. H and Lawrence A.L. 1993. Vitamin C requirement of the shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture 114:305-316.
- Hunter B., Magarelli Jr. P.C., Lightner D.V. and Colvin L.B. 1979. Ascorbic acid dependent collagen formation in penaeid shrimp. Comp. Biochem. Physiol. 64B:381-385.
- Kanazawa A., Shin-ichi Teshima and Noriho Tanaka. 1976. Nutritional requirements of prawn- V. Requirements for choline and inositol. Mem. Fac. Fish., Kagashima Univ. Vol.25, No.1, pp 47-51.
- Lightner D.V., Colvin L.B., Brand C and Donald D.A. 1977. Black death, a disease syndrome of penaeid shrimp related to a dietary deficiency of ascorbic acid. Proc. World Maricult. Soc. Pp. 661-623.
- Lightner D.V., Hunter B., Magarelli Jr. and Colvin L.B. 1979. Ascorbic Acid: Nutritional requirement and role in wound repair in penaeid shrimp. Proc. World Maricult Soc. 10:513-528.
- Magarelli Jr. P.C. , Hunter. B., Lightner and Colvin L.B. 1979. Black death: An ascorbic acid deficiency disease in penaeid shrimp. Com. Biochem Physiol. Vol. 63A:103-108.
- Moncreiff C.A., D'Abramo L.R., Holcomb F. and Ronald K. 1991. Ascorbic acid requirement of juvenile freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. Abstracts 22nd Annual Conference & Exhibition of the World Aquaculture Society. San Juan Puerto Rico.

- Shi-Yen and Gow-Shyang Sue. 1994. The dietary requirement of juvenile grass shrimp (*Penaeus monodon*) for niacin. *Aquaculture*. 125(2):139-145.
- Shiau Shi-Yen and Jan Fun-Lin. 1992. Ascorbic Acid requirements of grass shrimp *Penaeus monodon*. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 58(2):363.
- Shiau Shi-Yen and Chun-Qui Lung. 1993. Estimation of the vitamin B12 requirement of the grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 117(2):157-163.
- Shigueno K and Itoh S. 1988. Use of Mg-L-Ascorbyl-2 Phosphate as vitamin C source in shrimp diets. *Journal of the World Aquaculture Society*. 19(4):168-174.
- Shiau Shi-Yen and Jian-Shium Liu 1994. Quantifying the vitamin K requirement of juvenile marine shrimp (*Penaeus monodon*) with manadione. *J. Nutrition* 124(2):277-282.
- Tacon A. G. 1991. Vitamin nutrition in shrimp and fish. In. *Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop*. D.M. Akiyama and R.K. Tan. Edited. Thailand and Indonesia. September 19-25. American Soybean Association, p10-41.
- Villalon. Jose R. 1991. *Practical manual for semi-intensive commercial production of marine shrimp*. TAMU-SG-91-501. Texas A&M University Sea Grant College Program by the National Sea Grant Office, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce. 104 p.