

Policultivo de camarón blanco y tilapia roja en agua salina en Zamorano, Honduras

Edgar Geovanny Freire Vallejo

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

301792

301792

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2003

#1712

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Policultivo de camarón blanco y tilapia roja en agua salina en Zamorano, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo en
el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Edgar Geovanny Freire Vallejo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Edgar Geovanny Freire Vallejo', written in a cursive style.

Edgar Geovanny Freire Vallejo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2003

DEDICATORIA

A Dios.

A mi padre Edgar Freire, por tanto cariño y confianza, por inculcar en mi la perseverancia el trabajo y la sencillez, por ser un buen padre y amigo.

A mi madre Nelly Vallejo, por todo su amor y comprensión, por estar siempre a mi lado en todo momento y sobre todo por enseñarme los valores y principios de la vida.

A mi hermanos Karina y Freddy, por todo el cariño, el apoyo, la confianza y la fe que depositaron en mí.

A mi sobrina Nathaly, por haber llenado de alegría mi hogar.

A mis Tíos, Primos, y Abuela por creer en mi, por acompañarme siempre a pesar de la distancia y por todos sus consejos.

A mis abuelos Enrique Vallejo y Dolores V. de Freire, y a mi tío José Freire por su ejemplo y su carisma ante la vida, que en paz descansen, los llevaré siempre en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiarme y haberme dado la salud necesaria para concluir otra etapa de mi vida.

A mis padres, por el apoyo incondicional y por acompañarme siempre en todo momento.

Al Dr. Daniel Meyer por su paciencia y dedicación en la realización de este proyecto.

Al Ing. Franklin Martínez, por el tiempo dedicado y las ideas brindadas durante la elaboración del proyecto.

A mis colegas y amigos, F. Zabala, R. Endara, L. Andrade, E. Andrade, E. El Malouf, J. Salazar, P. Gutiérrez, D. Vilaplana, J. Velástegui, L. Castillo, W. Wong, y A. Salinas por compartir inolvidables momentos en esta etapa de mi vida, por su valiosa amistad y su confianza.

A mis amigos, Iván, Paulina y Lina; que siempre estuvieron conmigo demostrándome su cariño y apoyo.

Al Sr. Adonis Galindo por el apoyo y trabajo prestado en la realización de este estudio y sobre todo por su amistad.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por haber confiado en mí y por hacer esta gran inversión en mi vida.

A la Escuela Agrícola Panamericana, por financiar gran parte de mi carrera.

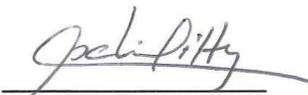
Al Fondo Solidario Ecuatoriano por su valiosa y oportuna aportación en la última etapa de mi carrera.

RESUMEN

Freire Vallejo, E. 2003. Policultivo de camarón blanco y tilapia roja en agua salina en Zamorano, Honduras. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras 17 p.

El policultivo permite producir dos o más especies en un mismo cuerpo de agua. El camarón asociado con tilapia en agua salina es una alternativa para mejorar la rentabilidad de la producción acuícola. El objetivo fue evaluar el crecimiento y la supervivencia del camarón y la tilapia en policultivo con agua salina bajo condiciones de Zamorano, Honduras. El ensayo se realizó en un estanque de 200 m² que se llenó con agua preparada a 10.000 ppm de salinidad. Los camarones y peces fueron manejados a una densidad de 25 y 0,35 individuos por metro cuadrado, respectivamente y fueron alimentados con concentrado peletizado para camarones con 40 y 25% de proteína cruda y 28% para peces. Cada 25 días se tomó una muestra de los camarones, los cuales fueron pesados y medidos individualmente. Se comparó la calidad de los camarones producidos en Zamorano en monocultivo y policultivo, y de camarones de supermercado, en una prueba organoléptica. Se estimaron los costos de producción y se realizó un análisis de sensibilidad del policultivo. Durante el ensayo, la temperatura promedio del agua fue de 24° C, el nivel de oxígeno estuvo por debajo del óptimo y los valores de pH, TAN, salinidad y turbidez, estuvieron dentro del rango aceptable. La supervivencia fue de 0,1 y 30% para camarones y peces, respectivamente. Se detectaron síntomas de Mancha Blanca, Taura y vibriosis en los camarones. Hubo una ganancia diaria en peso de 0,62 g/semana y 3,22 g/día en camarones y peces, respectivamente. Los camarones producidos en Zamorano en policultivo y en monocultivo fueron superiores ($P < 0,01$) en calidad a la muestra del supermercado. El crecimiento lento y la alta mortalidad de los camarones se debieron principalmente a las bajas temperaturas y a enfermedades. La alta mortalidad en peces se debió a bajas concentraciones del oxígeno, bajas temperaturas en el agua y pobre adaptación de la tilapia roja a las condiciones de este policultivo. El estudio resultó en una pérdida económica debido a la alta mortalidad en ambas especies. El punto de equilibrio del policultivo se determinó con una supervivencia de 50% de camarones y 60% de las tilapias.

Palabras clave: Calidad de agua, *Litopenaeus vannamei*, *Oreochromis niloticus*, prueba organoléptica, salinidad, supervivencia.


Abelino Pitty, Ph. D.

CONTENIDO

Portadilla.....	I
Autoría.....	Ii
Página de firmas.....	Iii
Dedicatoria.....	Iv
Agradecimientos.....	V
Agradecimientos a patrocinadores.....	Vi
Resumen.....	Vii
Contenido.....	Vii
	i
Índice de cuadros.....	Ix
Índice de figuras.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
ESTANQUE.....	2
CAMARONES.....	2
PECES.....	3
ALIMENTACIÓN.....	3
VARIABLES EVALUADAS.....	4
Muestreos para tamaño y peso de camarones.....	4
Monitoreo de calidad de agua.....	4
Prueba organoléptica.....	4
ANÁLISIS DE DATOS.....	5
Análisis estadístico.....	5
Análisis de costos.....	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
CALIDAD DE AGUA.....	6
SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.....	9
PRUEBA ORGANOLÉPTICA.....	11
ANÁLISIS DE COSTOS.....	12
CONCLUSIONES.....	15
RECOMENDACIONES.....	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Parámetros de calidad de agua monitoreados en el policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.....	4
2.	Producción e indicadores de desempeño del policultivo de camarón blanco y tilapia roja en condiciones de Zamorano, Honduras, 2003.....	10
3.	Comparación organoléptica entre tres muestras de camarón, Honduras, 2003.....	12
4.	Estado de resultados en US\$ de un policultivo de camarón blanco y tilapia roja en agua salina en un estanque de 200 m ² en Zamorano, Honduras, 2003.....	13
5.	Punto de equilibrio para la producción de un policultivo de camarón con Tilapia en un estanque de 200 m ² en Zamorano, Honduras, 2003.....	14
6.	Análisis de sensibilidad en función del precio de venta en US\$/kg y la supervivencia de camarón para el policultivo de camarón blanco y tilapia Roja en Zamorano, Honduras, 2003.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Salinidad y turbidez del agua en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003..... 7
2. Valores de pH y concentración de TAN en el agua salina en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003..... 7
3. Promedio semanal de la concentración de oxígeno en solución del agua salina en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja y precipitaciones semanales en Zamorano, Honduras, 2003..... 8
4. Promedio semanal de la temperatura del agua en el policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003..... 8
5. Crecimiento del camarón blanco en policultivo con tilapia roja en un ciclo de 110 días en Zamorano, Honduras, 2003..... 11

INTRODUCCIÓN

El aumento constante de la demanda de alimentos causada por el aumento de la población y el estancamiento de la captura marina, han sido incentivos para incrementar la producción de especies acuícolas (Hepher y Pruginin, 1991).

Algunas enfermedades virales han ocasionado importantes problemas en fincas camaroneras en las Américas y otras partes del mundo. Muchos productores, basándose en resultados positivos obtenidos en Asia, Estados Unidos y Ecuador, han incursionado en el cultivo de camarón tierra adentro, una opción viable para alejarse de las fuentes de infección y aumentar la bioseguridad en sus fincas (Marcillo, 2001).

El camarón blanco de mar (*Litopenaeus vannamei*) es un crustáceo eurihalino que se adapta a un rango amplio de salinidad. Puede ser cultivado en agua dulce y salina, siempre y cuando éstas tengan la dureza necesaria y un balance mineral correcto (Boyd, 1989). La tilapia roja (*Oreochromis spp.*) es una especie que tolera salinidades de hasta 15.000 ppm sin que ésta afecte su normal crecimiento (Pretto, 1994).

El cultivo mixto o policultivo es una técnica que permite la producción de dos o más especies en un mismo cuerpo de agua sin que exista entre ellas una competencia por el espacio y el alimento (Urdiales, 1996). La siembra de camarón asociado con tilapia es una alternativa que permite incrementar la producción y mejorar la rentabilidad de la producción acuícola (Green *et al.*, 2000).

El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento y supervivencia de camarón blanco y tilapia roja en policultivo con agua salina en Zamorano.

MATERIALES Y MÉTODOS

LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en el Laboratorio de Acuicultura del Zamorano, ubicado a 32 km al este de Tegucigalpa. Zamorano se encuentra a 800 msnm y tiene una temperatura promedio anual de 24° C y una precipitación anual de 1.100 mm distribuidos entre mayo y noviembre.

ESTANQUE

El ensayo se llevó a cabo en un estanque de 200 m² de espejo de agua con un muro de retención en su interior de ladrillo repellido y fondo de tierra. El fondo seco del estanque se encaló con cal agrícola (0,25 kg/m²).

Se colocó en el fondo un total de 80 cajillas plásticas para refresco como refugios para los camarones. Las cajillas fueron amarradas a estacas de madera en posición vertical bajo la superficie del agua.

Siete días antes de la siembra de los camarones se llenó el estanque con agua dulce bombeada del lago Monte Redondo. Se agregó al agua sal rústica y cloruro de potasio (KCl) para alcanzar una salinidad de 10.000 ppm.

El cultivo se manejó con cero recambios de agua. Se instaló un sistema de aireación que consistió en un soplador de marca ROTRON de 0,5 HP unido a un tubo de PVC de cuatro metros de largo y 12 cm de diámetro. Al tubo se conectaron 20 difusores de aire de 10 cm de largo cada uno. El sistema de aireación funcionó de manera continua durante los 110 días que duró el estudio.

Para evitar la depredación por aves se colocó sobre el estanque una malla de plástico con una luz de 25 mm. La malla fue suspendida y atada a estacas fijas en el suelo alrededor del estanque.

CAMARONES

Se utilizaron 10.000 post-larvas (P-Ls) de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) provenientes de un laboratorio comercial en Cedeño, Choluteca, Honduras. Las P-Ls fueron transportadas desde Cedeño a Zamorano en una bolsa conteniendo 15

litros de agua a 6.000 ppm de salinidad. Al llegar a Zamorano se colocaron las P-Ls en un tanque conteniendo 300 litros de agua salina (6.000 ppm).

Las P-Ls estuvieron 20 días en el tanque con aireación continua. Durante este tiempo fueron alimentadas con un concentrado fabricado especialmente para camarón joven. El alimento fue molido y ofrecido a razón de 24 gramos por día en dos porciones (7:30 a.m. y 3:30 p.m.).

Previo a la siembra se efectuó un muestreo de las P-Ls. Se tomaron cinco muestras de un litro de agua cada una y se contó el número de P-Ls en cada muestra. Se calculó el promedio para estimar la población total del tanque.

Se realizó la aclimatación de las P-Ls aumentando la salinidad del agua del tanque en aproximadamente 1.000 ppm/hora hasta alcanzar 10,000 ppm. Posteriormente las P-Ls se transfirieron al estanque.

PECES

Se utilizaron 70 ejemplares machos de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) del Laboratorio de Acuicultura de Zamorano con pesos iniciales de 40 a 50 g. Éstos fueron pesados y medidos individualmente para ser sembrados 21 días después de los camarones.

ALIMENTACIÓN

Se ofreció a los camarones alimento concentrado peletizado con 40% de proteína cruda en el primer mes y 25% en los dos siguientes. El alimento fue colocado en seis bandejas o charolas; cada charola se fabricó con un aro de metal galvanizado de 60 cm de diámetro cubierto por un pedazo de tela metálica y atado a un flotador mediante una cuerda, para facilitar su ubicación en el fondo del estanque a un metro de la orilla. Se revisaron las charolas dos veces por día (7:00 a.m. y 3:00 p.m.) para observar el consumo de alimento y ofrecer el concentrado en forma *ad libitum*.

Los peces recibieron un alimento concentrado peletizado flotante con 28% de proteína cruda. La cantidad diaria de concentrado se dividió en dos porciones. Cada porción fue ofrecida 15 minutos antes de alimentar a los camarones. Se ajustó la cantidad de alimento para los peces según las tablas de consumo desarrolladas en Zamorano (Meyer y Martínez, 2003).

Durante los primeros dos meses del cultivo se aplicó al agua del estanque 13,4 kg MS/semana de gallinaza proveniente de la unidad de aves de Zamorano.

VARIABLES EVALUADAS

Muestreos para tamaño y peso de camarones

Los muestreos de camarón se realizaron los días 25, 65, 95 y 110 del cultivo con los individuos encontrados sobre las charolas. Se midió la longitud (desde el tallo del ojo hasta el punto final del telson) y el peso de cada individuo capturado.

El día 95 del cultivo se capturaron 10 camarones encontrados sobre las charolas. Estos fueron revisados por un técnico de la Empacadora San Lorenzo del sur de Honduras para identificar síntomas de patologías.

Monitoréo de calidad del agua

Se hizo un monitoreo de la calidad de agua del estanque. Los parámetros evaluados, métodos utilizados y la frecuencia de cada medición son presentados en el Cuadro 1.

Prueba organoléptica

Un técnico de la Empacadora San Lorenzo, Honduras, organizó una prueba organoléptica con seis personas en Zamorano. La prueba incluía muestras de camarón cultivados en Zamorano en agua con baja salinidad en monocultivo (5.000 ppm) y policultivo (10.000 ppm), y camarones comprados en un supermercado en Tegucigalpa.

Cada muestra de camarón fue cocida en agua durante cinco minutos. Previo a la prueba, cada panelista fue instruido a oler un pedazo de tronco de madera húmedo, granos de maíz con humedad y lodo tomado del fondo del estanque. Cada panelista evaluó el sabor y la textura de cada muestra en una escala de uno a diez, sin saber el origen del camarón.

Cuadro 1. Parámetros de calidad de agua monitoreados en el policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.

Parámetro	Método o aparato	Frecuencia
Oxígeno disuelto	Medidor Poligráfico (YSI 57)	Diario (7:00 a.m. y 3:00 p.m.)
Temperatura	Medidor Poligráfico (YSI 57)	Diario (7:00 a.m. y 3:00 p.m.)
PH	Potenciómetro (Fisher AB15)	Semanal
Turbidez	Disco de Secchi	Semanal
TAN	Espectrofotómetro + Nessler	Semanal
Salinidad	Tenciómetro	Semanal

ANÁLISIS DE DATOS

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y separación de medias (SNK) con los resultados de la prueba organoléptica con el programa SAS V.8. (SAS INSTITUTE, 1996).

Análisis de costos

Para el análisis se estimaron los costos fijos en US\$ 50,00, este valor representa la suma de la depreciación del estanque, del sistema de aireación y de los equipos utilizados para determinar la calidad del agua. Se estimaron los costos variables y el ingreso obtenido de la venta de los animales producto del policultivo.

Se determinó el punto de equilibrio según la supervivencia de los camarones y de los peces y se realizó un análisis de sensibilidad variando del precio de venta y la supervivencia de los camarones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CALIDAD DEL AGUA

A lo largo de los 110 días del cultivo hubo variación en la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez del agua (figuras 1, 3 y 4). Esta variación se explica principalmente por las precipitaciones (Figura 3). Durante la sexta y séptima semanas hubo algunas precipitaciones que provocaron un descenso en la salinidad, turbidez y oxígeno disuelto en el agua.

La variación de la salinidad del agua probablemente no afectó el crecimiento y supervivencia de ambas especies; *L. vannamei* es una especie eurihalina y crece bien en salinidades entre 2.000 y 40.000 ppm (Wyban y Sweeney, 1991). Una salinidad de 54 ppm no provocó una reducción en el ritmo de crecimiento ni mortalidades en *L. vannamei* cultivado en Ecuador en época lluviosa (Marcillo, 2001). La tilapia roja (*Oreochromis spp.*) es una especie de agua dulce que tolera agua salobre con 15.000 ppm de sal (Pretto, 1994).

La turbidez del agua estuvo siempre dentro del rango aceptable para el cultivo de *L. vannamei* y la tilapia (Figura 1). Una turbidez entre 20 y 35 cm se considera aceptable para la producción de camarones y peces (Pretto, 1994).

El valor de pH siempre estuvo dentro del rango óptimo para las dos especies (Figura 2). El rango deseado de pH para el cultivo de tilapia está entre 6,5 y 9,0 (Hepher y Pruginin, 1991). El pH óptimo para cultivar camarón oscila entre 6,2 y 8,2 (Boyd, 1989).

Durante las primeras 11 semanas del ensayo las concentraciones de TAN en el agua del estanque se mantuvieron por debajo de 0,4 ppm. A partir de la semana 12 se observó un incremento progresivo de esta concentración (Figura 2); éste pudo haber sido provocado por la descomposición del alimento no consumido en el estanque debido a la mortalidad de los camarones a lo largo del ensayo. Las concentraciones de TAN observadas en el agua del estanque no representan niveles tóxicos para las dos especies en este estudio (Boyd, 1989; Urdiales, 1996).

Durante las primeras seis semanas del cultivo la concentración promedio semanal de oxígeno disuelto en el agua se encontró dentro del rango aceptable para el camarón y tilapia (Figura 3). A partir de la séptima semana se observó un descenso progresivo en la concentración de oxígeno en el agua del estanque que coincidió con las precipitaciones de la época. Durante el último mes del estudio y en horas de la mañana, con frecuencia se encontraron concentraciones de oxígeno inferiores a 0,5 ppm. Una concentración de oxígeno por debajo de 1 ppm puede ser letal para la tilapia (Boyd, 1982).

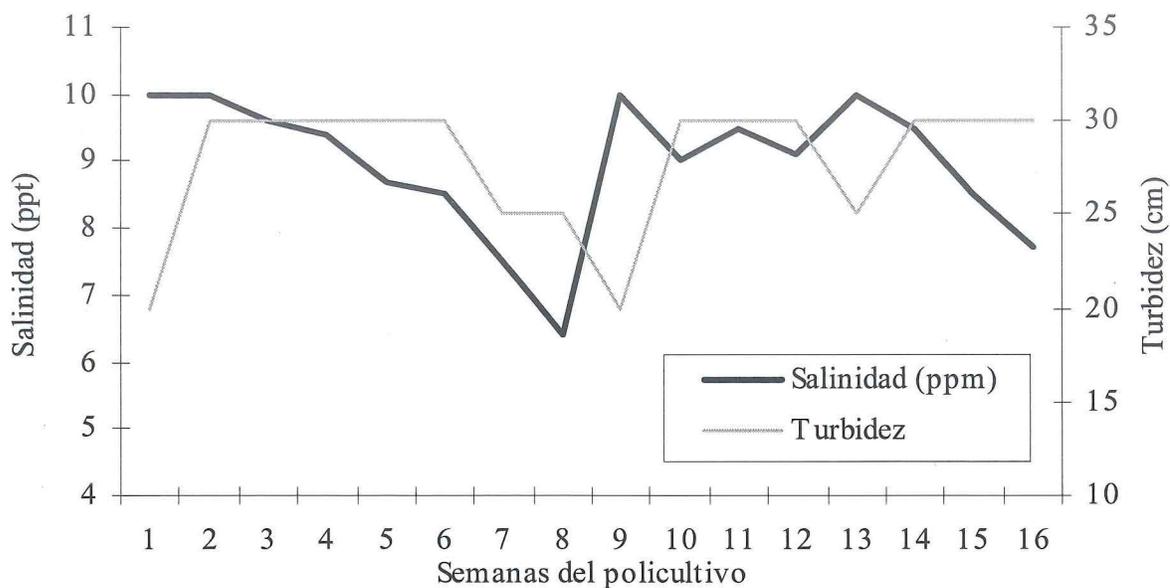


Figura 1. Salinidad y turbidez del agua en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.

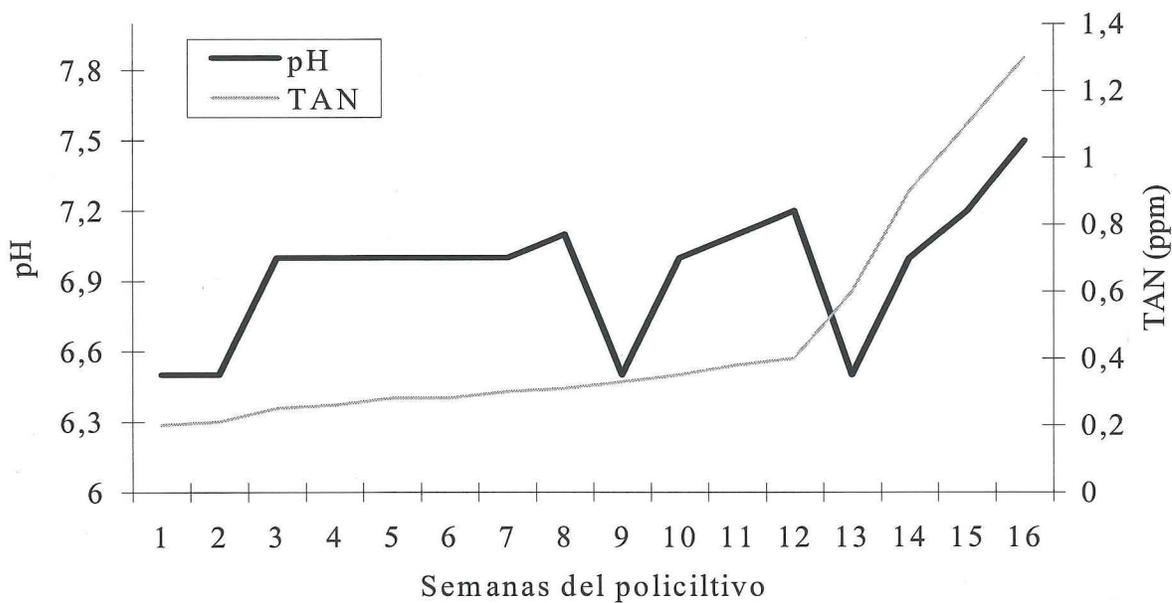


Figura 2. Valores de pH y concentración de TAN en agua salina en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.

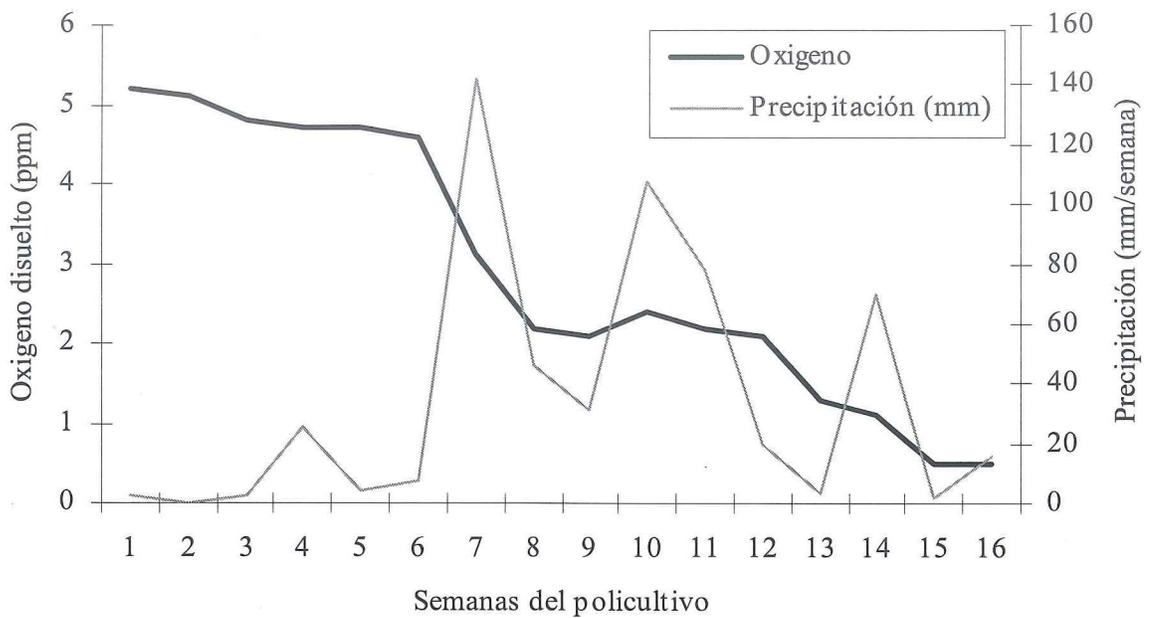


Figura 3. Promedio semanal de la concentración de oxígeno en solución del agua salina en un estanque de 200 m² con policultivo de camarón blanco y tilapia roja y precipitaciones semanales en Zamorano, Honduras, 2003.

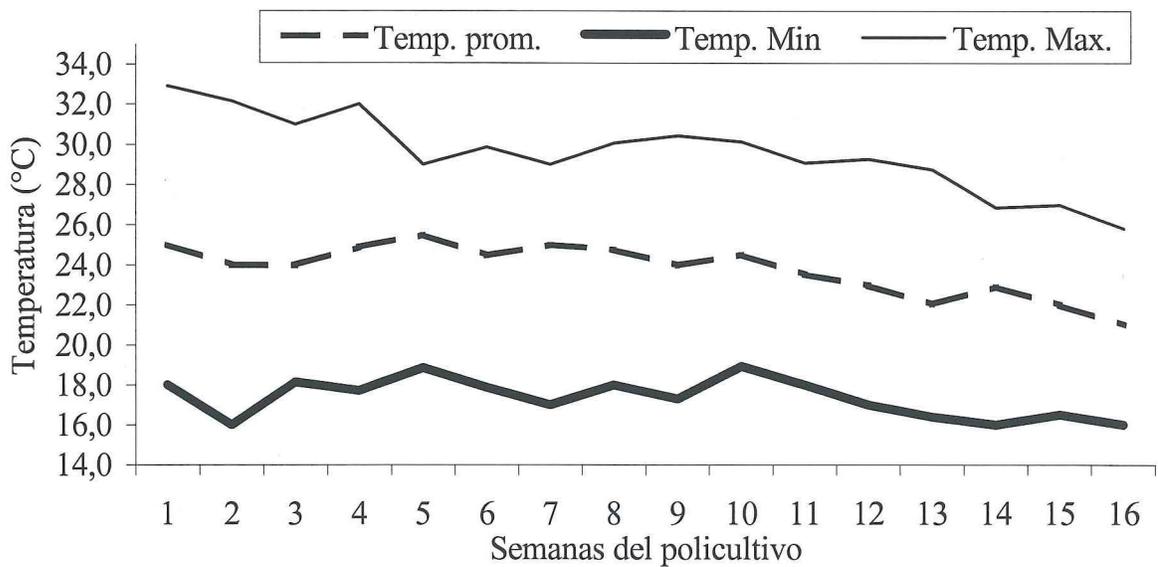


Figura 4. Promedio semanal de la temperatura del agua en el policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.

Los niveles por debajo de tres ppm de oxígeno disuelto en el agua afectan el metabolismo del camarón y le provocan estrés. Camarones estresados son más vulnerables al ataque de microorganismos (Urdiales, 1996). Niveles de oxígeno superiores a tres ppm son los recomendados para el cultivo de camarón y tilapia (Donoso, 1995; Boyd, 1989). Los camarones juveniles pueden morir con concentraciones de oxígeno por debajo de 0,8 ppm (Martínez *et al.*, 1998).

Se encontraron gran cantidad de larvas de zancudo (Orden Diptera; Familia Chironomidae) y cucarachas de agua (Orden Hemiptera) (Pennak, 1953) en el fondo del estanque y en las cajas para refrescos usadas como refugio para los camarones. Estos contribuyeron al consumo de oxígeno disuelto en el agua y su proliferación fue debida, probablemente, a la acumulación de alimento en el estanque. En la acuicultura el mayor consumo de oxígeno disuelto en el agua se atribuye a los microorganismos en el estanque y no a los peces y camarones del cultivo (Boyd, 1989).

Durante gran parte del ensayo los camarones estaban en condiciones subóptimas debido a las bajas temperaturas del agua (Figura 4), ya que la temperatura promedio del agua a lo largo del ensayo estuvo por debajo de los 25° C. El rango óptimo de temperatura para el cultivo de camarón está entre los 25 y 30° C (Pretto, 1994) y el rango óptimo para el cultivo de tilapia entre 25 y 32° C (Boyd, 1982). A temperaturas menores a 20° C la tilapia presenta un ritmo lento de crecimiento y deja de reproducirse (Torrans, 1998).

SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

Al momento de drenar el estanque se encontró que la gran mayoría de los animales sembrados, tanto camarones como peces, había muerto a lo largo del ensayo. Todos los demás parámetros de producción e indicadores fueron fuertemente influenciados por la pobre supervivencia de ambas especies (Cuadro 2).

El día 95 del cultivo se encontraron síntomas de la Mancha Blanca y Síndrome de Taura en el 30% de los camarones examinados por un técnico especialista. Estos virus son capaces de provocar una mortalidad del 100% de la población afectada (Withyachumnarkul, 1999). A temperaturas inferiores a los 30° C los camarones son susceptibles al ataque de virus causantes de Mancha Blanca y Síndrome de Taura (Montgomey-Brock y Shimojo, 2003).

En la misma fecha se observó una coloración luminiscente verde en las colas de todos los camarones examinados. La presencia de esta coloración es síntoma de vibriosis (*Vibrio splendidus*) una enfermedad bacterial capaz de causar mortalidades muy elevadas en camarón. La vibriosis se asocia con acumulaciones de materia orgánica descompuesta y una elevada concentración de nitratos en el agua de los estanques (Baticados *et al.*, 1990).

Cuadro 2. Producción e indicadores de desempeño del policultivo de camarón blanco y tilapia roja en condiciones de Zamorano, Honduras, 2003.

	Camarón	Tilapia
Siembra:		
Número de animales	5000	70
Peso promedio (g)	--	43,5
Peso total (g)	40	3045
Longitud promedio (cm)	--	12
Cosecha:		
Número de animales	5	22
Peso promedio (g)	11	277
Peso total (g)	55	5817
Longitud promedio (cm)	12	22
Indicadores:		
Producción neta (kg)	0,1	3,45
% Supervivencia	0,1	30
Producción kg/ha/año	--	602

En un estanque contiguo a este policultivo hubo un nivel similar de supervivencia de camarones explicado por circunstancias parecidas (Enríquez, 2003). Existen diferentes maneras de transmisión de virus entre estanques. Estas incluyen aves, insectos, y el uso de equipos sin su adecuada desinfección. La Mancha Blanca y Síndrome de Taura pueden transmitirse en forma vertical entre generaciones sucesivas, y horizontalmente entre individuos de la misma población (Whityachumnarnkul, 1999).

La alta mortalidad de los peces fue atribuida a la baja concentración de oxígeno disuelto, a la baja temperatura del agua y a la genética de las tilapias sembradas. En un ensayo en Zamorano se observó una alta mortalidad de alevines de tilapia roja a temperaturas inferiores de 22° C (Orozco, 1998).

Los peces rojos sembrados en este ensayo provenían de un pre-engorde realizado en Zamorano en el cual hubo una supervivencia de solamente 4% de la población. La tilapia roja es poco resistente al manejo y presa fácil de los depredadores debido a su coloración (Lagos, 2000).

Alemán (2003) obtuvo supervivencias de hasta 95% en el engorde de la tilapia del Nilo en estanques aledaños a este ensayo con similares condiciones climáticas, pero en agua dulce. Esto indica que la tilapia del Nilo se adapta mejor que la roja a las condiciones de Zamorano.

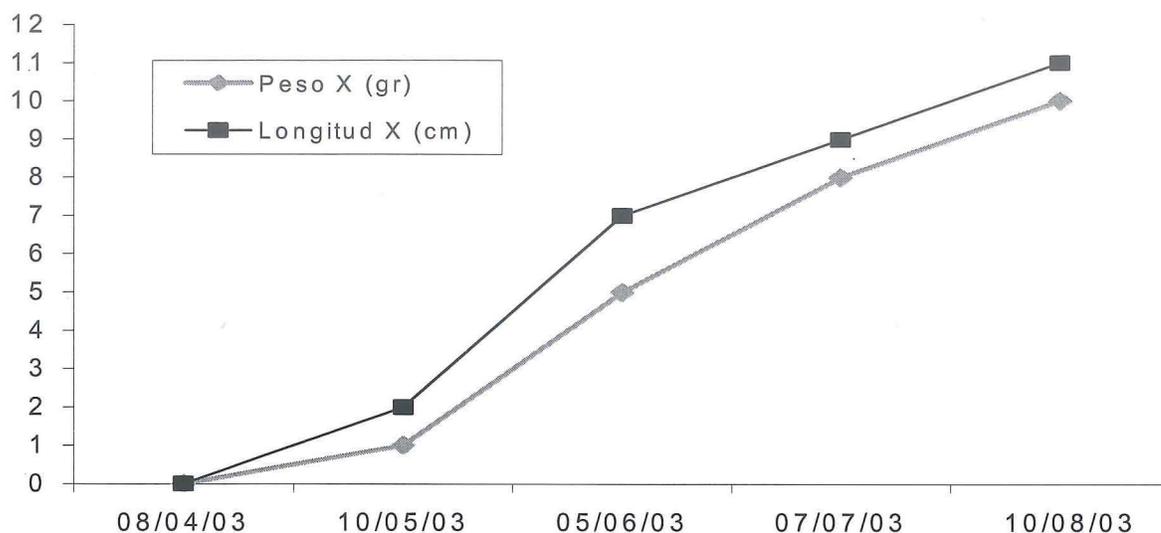


Figura 5. Crecimiento del camarón blanco en policultivo con tilapia roja en un ciclo de 110 días en Zamorano, Honduras, 2003.

Los camarones incrementaron su peso en 0,62 g por semana (figura 5), ritmo parecido al observado por De Mora (2002) y Urdiales (1996) en monocultivo y policultivo, respectivamente, en Zamorano. Los peces presentaron un incremento en peso igual a 19,2 g por semana, valor superior al reportado por Urdiales (1996) para tilapia en un policultivo con camarón blanco.

PRUEBA ORGANOLÉPTICA

Se encontraron diferencias ($P \leq 0,01$) en la calidad de los camarones. Las muestras de camarones producidos en Zamorano obtuvieron una mayor calificación en la prueba organoléptica que los camarones adquiridos en un supermercado de Tegucigalpa (Cuadro 3). Con una evaluación sobre de 9,3 el camarón califica para la exportación (Wiese¹, 2003).

¹ Wiese, A. 2003. Calidad de carne del camarón (comunicación personal). Zamorano, HN. Escuela Agrícola Panamericana.

Cuadro 3. Comparación organoléptica entre tres muestras de camarón, Honduras, 2003.

Muestra	Calidad
Policultivo en Zamorano	10,00 a
Monocultivo en Zamorano	9,66 a
De Supermercado	8,66 b
CV (%)	5,91
P =	0,01

Valores seguidos por letras diferentes son estadísticamente diferentes.

ANÁLISIS DE COSTOS

EL policultivo generó pérdida. El ingreso bruto por la venta de peces y camarones fue bajo debido a la alta mortalidad de ambas especies. Los mayores costos variables en este estudio fueron el alimento para camarón, la sal rústica y la mano de obra (Cuadro 4).

El cultivo de camarón en Centroamérica es una actividad con riesgos y con frecuencia genera pérdidas. Teichert-Coddington y Rodríguez (1995) presentaron resultados del sur de Honduras con ingresos netos que varían de US\$ 7.108 a -1.582/ha para el cultivo semi-intensivo del camarón en la época lluviosa y seca del año, respectivamente.

Con una supervivencia de 50% de los camarones y 60% de los peces se alcanza el punto de equilibrio para este policultivo (Cuadro 5). En cultivos semi-intensivos en Honduras sin la presencia de virus, la supervivencia de los camarones supera 80% (Teichert-Coddington y Rodríguez, 1995).

Debido al mayor número sembrado y al mayor precio de venta de los camarones, su supervivencia tiene un efecto más importante que la de los peces en el resultado económico del policultivo. Con una supervivencia del 100% de la tilapia y cero producción de camarones, no se logra cubrir todos los costos del cultivo (Cuadro 5).

La variación en el precio de venta del camarón tiene un efecto sobre el resultado económico del policultivo. Si se mantiene la supervivencia de la tilapia en 30% y del camarón en 50%, y el precio del camarón aumenta en 20%, el policultivo sería rentable (Cuadro 6). Al contrario, si el precio del camarón disminuyera en un 20%, se necesitaría una supervivencia del 80% o más del crustáceo para obtener una ganancia.

Cuadro 4. Estado de resultados en US\$ de un policultivo de camarón blanco y tilapia roja en agua salina en un estanque de 200 m² en Zamorano, Honduras, 2003.

Descripción (unidad)	Precio unitario	Cantidad	Valor Total	%
Ingresos:				
Venta de camarón (kg)	8,70	0,05	0,50	4
Venta de tilapia (kg)	2,20	5,82	12,80	96
Ingreso Bruto:			13,30	100
Costos Variables:				
Cal agrícola (kg)	0,07	40	2,80	1
Muriato de potasio (kg)	0,19	9	1,73	1
Gallinaza (kg)	0,01	182	1,82	1
Sal rústica (kg)	0,02	2.000	40,00	18
Mano de obra (hora)	0,51	74	37,74	17
Energía eléctrica (kw/hora)	0,01	2.400	24,00	10
P-Ls de camarón (millar)	5,00	5	25,00	11
Tilapia roja (alevín)	0,20	70	14,00	6
Alimento camarón (kg)	0,43	166	71,39	31
Alimento tilapia (kg)	0,28	29	8,12	4
Total Costos Variables:			226,60	100
Total Costos Fijos:			50,00	
Total Costos:			276,60	
Utilidades (pérdida):			-263,30	

US\$ 1,00 = 17,40 Lps.

Cuadro 5. Punto de equilibrio para la producción de un policultivo de camarón con tilapia en un estanque de 200 m² en Zamorano, Honduras, 2003.

		Supervivencia (%)	Camarón					
			0	40	50	60	80	100
Tilapia	Supervivencia (%)	Producción (kg)	0	22	27	33	44	66
	30	5,8	-262,49	-59,09	-11,25	36,60	132,30	228,00
	40	7,8	-246,22	-54,82	-6,95	40,87	136,57	232,27
	60	11,6	-237,69	-46,29	1,55	49,40	145,10	240,80
	80	15,5	-229,15	-37,75	10,88	57,94	153,64	249,34
	100	19,4	-220,62	-29,22	45,65	66,48	162,18	257,88

Cuadro 6. Análisis de sensibilidad en función del precio de venta (US\$/kg) y la supervivencia de camarón para el policultivo de camarón blanco y tilapia roja en Zamorano, Honduras, 2003.

Variación	Precio	Variación Supervivencia de camarón (%)							
		0	20	35	50	56	65	80	100
-30%	6,09	-263,3	-196,3	-146,1	-95,8	-77,4	-45,6	4,7	70,0
-20%	6,96	-263,3	-186,7	-129,3	-71,9	-50,8	-14,5	43,0	117,6
-10%	7,83	-263,3	-177,2	-112,6	-48,0	-24,3	16,6	81,2	165,2
0%	8,70	-263,3	-167,6	-95,8	-24,0	2,3	47,7	119,5	212,8
10%	9,57	-263,3	-158,0	-79,1	-0,1	28,8	78,8	157,8	260,4
20%	10,44	-263,3	-148,4	-62,3	23,8	55,4	109,9	196,1	308,0
30%	11,31	-263,3	-138,9	-45,6	47,7	82,0	141,0	234,4	355,7

CONCLUSIONES

El crecimiento y supervivencia del camarón fue influenciado negativamente por las bajas temperaturas y la presencia de enfermedades virales.

La tilapia roja no se adaptó a las condiciones del policultivo en Zamorano.

La calidad del agua del estanque fue inadecuada para camarones y peces, especialmente en la última etapa del policultivo.

El equipo de aireación usado no fue adecuado para mantener suficiente oxígeno en el agua.

Los camarones de este estudio cumplieron con los estándares de calidad de exportación.

El policultivo generó pérdida económica debido a la alta mortalidad de ambas especies.

RECOMENDACIONES

Para futuros ensayos con el camarón en Zamorano se deben buscar medios para controlar la temperatura del agua.

Probar la posibilidad de cultivar la tilapia gris en agua salina.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, E. 2003. Evaluación productiva de tres protocolos para alimentar tilapia. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 10 p.
- Baticados, M., E. Cruz, M. De La Cruz, R. Durembez, R. Gacutan, C. Lavilla y G. Lio-Pio. 1990. Diseases of Penaeid shrimps in the Philippines. Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center. Tigbauan, Iliolo, PH.46 p.
- Boyd, C. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture: Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier. Amsterdam, NL. 318 p.
- Boyd, C. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming. Auburn University Agriculture Experiment Station. Alabama, US. 83 p.
- Donoso, G. 1995. Crecimiento de tilapia (*O. niloticus*) en jaulas usando dos dietas en dos lugares de Zamorano. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 18 p.
- De Mora, L. 2002. Cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) con cuatro sustratos en agua de baja salinidad en Zamorano. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 19 p.
- Enríquez, F. 2003. Cultivo instensivo de *Litopenaeus vannamei* en agua con baja salinidad en Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 18 p.
- Green, B.W., D.R. Teichert-Coddington y T. R. Hanson. 2000. Desarrollo de Tecnologías de Acuicultura Semi-Intensiva en Honduras. Centro Internacional para la Acuicultura y Medio Ambientes Acuáticos, Series para la Investigación y Desarrollo. Auburn University, Alabama, US. 48 p.
- Hepher, B. y Y. Pruginin. 1991. Cultivo de peses comerciales. México D.F., MX. Editorial Limusa. 316 p.
- Lagos, H. 2000. Comparación de la supervivencia y crecimiento de dos líneas de tilapia cultivadas bajo dos sistemas de manejo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 17 p.
- Marcillo, F. 2001. Cultivo de camarón tierra adentro en agua de baja salinidad en el Ecuador. Acuicultura del Ecuador 44:31-42.

Martínez, E., M. Aguilar, L. Trejo, I. Hernández, E. Díaz-Iglesia, L. Soto, A. Sánchez y C. Rosas. 1998. Lethal Low Dissolved Oxygen Concentrations for Postlarvae and Early Juvenile *Penaeus setiferus* at Different Salinities and pH. *Journal of the World Aquaculture Society* 29:221-229.

Meyer, D y F. Martínez. 2003. *Acuicultura: Manual de Prácticas*. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 109 p.

Montgomery-Brock, D. y R. Shimojo. 2003. Increased water temperature improves survival of TSV-exposed shrimp. *Global Aquaculture Advocate* 6:14-15.

Orozco, F. 1998. Comparación del crecimiento temprano de tres líneas de tilapia (*Oreochromis sp.*). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 27 p.

Pennak, R. 1953. *Fresh-Water Invertebrates of the United States*. Ronald Press. New York, US. 453 p.

Pretto, R. 1994. *Manual de cría de camarones peneidos en estanques de aguas salobres*. Editorial Guillermo Ríos Durán. Panamá, PA. 250 p.

SAS INSTITUTE Inc. 1996. *User's guide versión 8.0* SAS Institute Inc. Cary. NC. US. 512 p.

Teichert-Coddington, D y R. Rodríguez. 1995. Semi-intensive Commercial Grow-Out of *Penaeus vannamei* Fed Diets Containing Differing Levels of Crude Protein During Wet and Dry Seasons in Honduras. *Journal of the World Aquaculture Society* 26:72-79.

Torrans, L. 1998. *Blue Tilapia culture in Arkansas*. Publication EC60-4M-4-88, University of Arkansas at Pine Bluff, Arkansas, US. 19 p.

Urdiales, M. 1996. *Policultivo de Camarón (Penaeus vannamei) y Tilapia (Oreochromis niloticus) en pilas de concreto*. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, HN. 45 p.

Whityachumnarnkul, B. 1999. Results from black tiger shrimp *Peneus monodon* culture ponds stocked with postlarvae PCR-positive or negative for white-spot syndrome virus (WSSV). *Dis Aquat Org.* 39:21-27

Wyban, J. y J. Sweeney. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology*. The Oceanic Institute, Honolulu, Hawaii and Argent Chemical Laboratories, Redmond, Washington, US. 158 p.

301792