

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE CAMARÓN BLANCO DEL PACÍFICO (*Litopenaeus vannamei*) EN POLICULTIVO CON TILAPIA ROJA (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) BAJO UN SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA

Evaluation of growth pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) in polyculture with red tilapia (Oreochromis mossambicus x O. niloticus) under a water recirculation system

Por César Arturo Hernández-Barraza
Ph.D., profesor-investigador de la Facultad de
Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño
Zapata", UAT.
Correspondencia: cbarraza@uat.edu.mx

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones del laboratorio de investigación ambiental de la Universidad de Arizona con el propósito de evaluar, a través de un estudio preliminar, policultivos de camarón blanco del Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) y tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Los policultivos de camarón representan una importante alternativa para resolver y minimizar algunos de los problemas de la acuicultura que la camaronicultura ha enfrentado desde décadas anteriores: contaminación ambiental, enfermedades y disminución de precios. El experimento fue conducido durante 5 semanas utilizando tres grupos de tilapias y tres grupos de camarón con cuatro repeticiones. Los diferentes parámetros evaluados en este estudio revelaron las ventajas que los policultivos tienen para ambas especies, logrando no solo un buen rendimiento productivo sino además una elevada tasa de sobrevivencia. Los camarones se pesaron y colocaron en canastas construidas con malla mosquitera, las que a su vez se colocaron dentro de piscinas plásticas conteniendo 300 litros de agua salinizada a 5 ppm. Las tilapias fueron distribuidas al azar en tres acuarios: cuatro peces con un peso grupal de 40 g en el primero, ocho peces con 80 g en el segundo y doce peces con 120 g en el tercero, respectivamente. La capacidad de los acuarios fue de 40 L cada uno. Estos acuarios fueron colocados sobre travesaños de madera, por en-



Fuentes: cortesía del autor.

cima de las piscinas plásticas. Los peces y camarones fueron alimentados con una dieta comercial con 35 % de proteína, considerando un 10 % y 6 % de su peso vivo, respectivamente. Los camarones fueron pesados y distribuidos al azar en canastas considerando 5 individuos/canasta. Los datos obtenidos fueron evaluados utilizando un análisis de varianza (ANOVA), considerando los incrementos promedio de peso de los camarones durante su evaluación. Los resultados mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$). Los parámetros como oxígeno, temperatura, nitrato, nitrito, pH y salinidad fueron mantenidos dentro de los rangos recomendados para crecimiento de tilapia y camarón. En conclusión, se determinó que los policultivos de tilapia y camarón pueden ser una alternativa

viable para la producción comercial en Tamaulipas y México, pero es importante realizar prácticas y pruebas en estanques a mayor escala para estimular el cambio de mono- a policultivo en los productores de camarón.

PALABRAS CLAVE: policultivos, camarón blanco del Pacífico, tilapia roja, sistemas de recirculación y repeticiones.

ABSTRACT

This study was conducted in the facilities of the Environmental Research Laboratory, University of Arizona for the purpose of evaluation by a preliminary study polyculture of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus* x *O.*

**FIGURA 1.**

Fotografía que muestra el sistema y las unidades de producción y experimentación utilizadas en el estudio llevado a cabo en las instalaciones del ERL.

niloticus). The experiment was conducted for 5 weeks using three groups of tilapia and shrimp three groups with four replicates. The various parameters evaluated in this study revealed the benefits that have both species polyculture, achieving good performance not only productive but also a high rate of survival. The shrimp were weighed and placed in baskets constructed with mosquito netting, which in turn were placed in plastic pools containing 300 liters of salty water to 5 ppm. Tilapia were randomly divided into three aquariums. Four fish weighing 40 g group in the first eight fish with 80 g in the second and twelve fish with 120 g in the third, respectively. The capacity of the tanks was 40 L each. These tanks were placed on wooden beams, over plastic wading pools fish and shrimp were fed a commercial diet containing 35% protein whereas 10% and 6% of their body weight respectively. The shrimp were weighed and randomly distributed in 5 individuals considering baskets/basket .. The data were evaluated using analysis of variance (ANOVA), considering the average weight gains of shrimp during their evaluation. The results showed significant difference ($P < .05$). Parameters such as oxygen, temperature, nitrate, nitrite, pH and salinity were maintained within the recommended ranges for growth of tilapia and shrimp. The results showed that there was a significant difference ($P < .05$). The parameters such as oxygen, temperature, nitrate, nitrite, PH and salinity were maintained at adequate level for growing tilapia and pacific white shrimp.

KEYWORDS: polyculture, *Litopenaeus vannamei*, recirculation systems and repetitions.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad es de vital importancia la búsqueda de alternativas de producción que reduzcan costos en la producción de los camarones y peces. Los camarones son actualmente cultivados bajo un amplio rango de sistemas y estrategias de producción y alimentación, a través de su ciclo de vida (Cuzon *et al.*, 2004; Jory *et al.*, 2001; y Tacon, 2002).

De acuerdo con Watanabe *et al.* (2006), la adición de tilapia dentro de estanques de camarón puede mejorar la calidad de agua y la eficiencia de utilización de los alimentos. Akiyama y Anggawati (1999) reportaron que la tilapia roja en policultivo con camarón, incrementa los rendimientos de producción del camarón. Ha sido mencionado que la tilapia, por ser filtradora, puede reducir la excesiva biomasa de fitoplancton en sus últimas etapas de crecimiento y recircular los nutrientes de manera efectiva (Stickney *et al.*, 1979).

Algunos granjeros de camarón han cambiado a policultivos con tilapia como una alternativa en los sistemas de producción. De hecho, algunos productores emplean de manera satisfactoria la rotación de cultivos de tilapia y camarón (Fitzsimmons, 2001). Ellos han incluido tilapia roja (*Oreochromis spp.*), tilapia nilótica (*O. niloticus*), o tilapia mozámbrica (*O. mossam-*

bicus). La tilapia puede ser cultivada en agua salada y dulce, con la ventaja de que los policultivos se practican en una amplia variedad de salinidad con niveles de 0 a 30 % (Watanabe *et al.*, 2006).

El presente estudio evaluó el crecimiento de los camarones (*Litopenaeus vannamei*) en un sistema de policultivo utilizando tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*) distribuida en pequeños acuarios a varias densidades para medir el efecto de la tilapia en el cultivo de camarón, empleando un sistema de recirculación de agua. Ello para ofrecer una referencia técnica y productiva y demostrar la factibilidad del policultivo de camarón con tilapia, optimizando la infraestructura existente. Los sistemas de recirculación de agua son utilizados como una forma de reducir descargas al medio ambiente (Rakocy, 1997) y reducir los consumos de agua. Los resultados revelaron una mayor eficiencia en el crecimiento de los camarones cultivados en asociación con tilapia en densidades alta y media, logrando una supervivencia del 100 % para ambas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento

Distribución del material biológico

El presente experimento se realizó en las instalaciones del laboratorio de investigación ambiental de la Universidad de Arizona, localizada en Tucson (Estados Unidos). Utilizando tres acuarios y tres piscinas plásticas con capacidades de 40 L y 300 L, de manera respectiva. Se emplearon además piedras aireadoras para suministro de oxígeno tanto en tilapia como en camarón.

Para el suministro y recirculación de agua se utilizaron bombas sumergibles Fp-28 para agua salada que la enviaba a través de tubos de PVC de las piscinas a los acuarios en donde estaban los peces y de ahí regresaba a las piscinas nuevamente a través de pequeñas mangueras colocadas sobre las cuatro canastas en donde se encontraban los camarones en cada una de las piscinas (figura 1).

Examen de los animales

Los camarones juveniles (*L. vannamei*) utilizados en este estudio fueron obtenidos de la compañía denominada Shrimp Improvement Systems, Inc., localizada en Miami, Florida (Estados Unidos), mientras que las tilapias rojas empleadas pertenecen a una línea híbrida con existencias en el laboratorio de investigación ambiental (LIA) de la Universidad de Arizona, las que a su vez provienen de cruza de híbridos

(*O. aureus* x *O. mossambicus*, y *O. aureus* x *O. urolepis hornorum*).

Con el fin de probar la productividad de estas dos especies, tilapia (*O. niloticus* x *O. mossambicus*) y camarón (*L. vannamei*), se establecieron tres tratamientos (3 piscinas y 3 acuarios) (tabla 1). Los camarones con un peso inicial promedio de 1.34 ± 0.39 g fueron colocados en canastas a una densidad de 5 individuos por canasta, siendo 4 canastas por piscina, mientras que las tilapias con un peso individual promedio de 10.4 ± 0.87 g fueron colocadas a densidades de 4, 8 y 12 peces por acuario para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente.

Desempeño productivo

El crecimiento de los camarones y tilapias durante el periodo experimental fue medido a través del peso individual de ambas especies basado en: 1) peso individual inicial; 2) peso individual final a la cosecha; 3) tasa de crecimiento (μ_{TC}), índice de conversión alimenticia (ICA) y mortalidad existente. El peso total, tasa de crecimiento e índice de conversión fueron calculados de la siguiente manera:

Peso total (g) = suma del peso del total de individuos.

Tasa de crecimiento (g por día) = peso final húmedo - peso inicial húmedo/días de cultivo.

Ganancia de peso (g) = peso final húmedo - peso inicial húmedo.

ICA = alimento consumido (g)/ganancia de peso húmedo (g).

Tasa de sobrevivencia = número de individuos a la cosecha x 100/núm. de individuos sembrados.

Análisis estadístico

Un análisis de varianza (ANOVA) con un solo factor fue llevado a cabo para examinar las diferencias de medias entre los tratamientos y determinar el efecto de las tilapias sobre los camarones. Posteriormente se realizó un examen, llamado Bonferroni, que se calcula mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows, para determinar el mejor grupo resultante del experimento.

El nivel de probabilidad de 0.5 % fue considerado significativo. El mismo análisis fue establecido para evaluar los datos sobre parámetros de calidad de agua.

Adicionalmente, se empleó estadística descriptiva para evaluar los datos resultantes del estudio de policultivos. Las medidas utilizadas para describir los datos son medidas de tendencia central y medidas de variabilidad o dispersión.



Tratamiento	Camarones/piscina	Canastas/piscina	Camarones/canasta	Tilapias/acuario	Ratio de camarón: tilapia
T1	20	4	5	4 (Baja densidad)	5/1
T2	20	4	5	8 (Densidad media)	2.5/1
T3	20	4	5	12 (Alta densidad)	1.66/1

Medidas de los acuarios: 45 cm L x 30 cm A x 30 cm A (40 L de capacidad).

Medidas de las piscinas: 124 cm D x 25 cm A (300 L capacidad).

FIGURA 1.

Densidad de introducción de los camarones y tilapias en el experimento, cultivados durante 35 días bajo diferentes densidades de los peces.

PARÁMETROS	7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS	35 DÍAS
OD (mg/L)	7.6 ± 0.16	7.5 ± 0.23	7.8 ± 0.15	8.1 ± 0.27	7.7 ± 0.12
Temperatura (°C)	28.6 ± 0.2	28.9 ± 0.1	28.1 ± 0.1	28.5 ± 0.2	28.5 ± 0.2
Salinidad (ppm)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
pH	7.2 ± 0.2	7.5 ± 0.1	7.9 ± 0.1	7.9 ± 0.2	7.8 ± 0.1
TAN (mg/L)	0.12 ± 0.011	0.33 ± 0.01	0.44 ± 0.001	0.39 ± 0.002	0.42 ± 0.001
NH ₃ (mg/L)	0.000 ± 0.001	0.001 ± 0.002	0.004 ± 0.001	0.007 ± 0.001	0.005 ± 0.002
NO ₂ (mg/L)	0.04 ± 0.001	0.03 ± 0.003	0.02 ± 0.001	0.01 ± 0.001	0.03 ± 0.002
NO ₃ (mg/L)	0.155 ± 0.008	0.175 ± 0.005	0.158 ± 0.007	0.183 ± 0.003	0.188 ± 0.007

TABLA 3.

Promedio \pm DE valores de parámetros de calidad de agua medidos durante el periodo de desarrollo experimental.

Alimentación

Los camarones y peces fueron alimentados una vez al día por 5 semanas, utilizando *pellets* comerciales elaborados por Rangen Company, Buhl, ID y Ace Hi Feed Star-Milling Co Perris, CA, respectivamente. Los rangos de alimentación para camarones y tilapia fueron de 10 % y 6 % de su peso vivo por día en forma respectiva. Los ajustes de las dietas de ambas especies fue-

ron hechas de acuerdo con los incrementos de peso de los camarones y peces una vez cada semana. Dicho alimento fue servido tanto en las canastas como en los acuarios de manera directa.

Calidad de agua

La salinidad y la temperatura fueron medidas una vez al día con un refractómetro Atago ATC-S/Mill-E. La cantidad de oxígeno disuelto

(OD) y el pH fueron determinados dos veces por semana en las unidades experimentales, utilizando un medidor múltiple de oxígeno YSI modelo 550A y un combo conductor de pH/(SDT) sólidos disueltos totales y temperatura de manera respectiva. Los parámetros de calidad de agua, como amoníaco (NH_4), nitrito (NO_2) y nitrato (NO_3), fueron evaluados dos veces a la semana con un colorímetro portátil modelo Hach DR/890.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al inicio del estudio, se analizaron los pesos de los individuos de cada grupo para ambas especies, no encontrando efecto de tanque en los pesos promedio de tilapia y camarón. Sin embargo, al final del experimento, ambas especies tuvieron un mayor crecimiento en densidades medias de tilapia (T_2) y alta (T_3) resultando el T_2 ser el más efectivo con, inclusive, menor ICA (1.63 ± 0.02). Los coeficientes de variación calculados para el peso final de los individuos indicaron ligera variabilidad entre tratamientos, resultando más evidente dicha diferencia en el grupo de camarones con baja densidad de tilapia (8.92 %), en contraste con media y alta densidad (7.96 % y 7.93 %) de forma respectiva. Para el caso de tilapia, los porcentajes de variabilidad fueron 2.31 %, 2.06 % y 2.61 % para las tres diferentes densidades de peces en el orden señalado.

Crecimiento de los camarones

El peso individual promedio de los camarones al final del experimento fue de 9.7 ± 0.87 , 11.1 ± 0.88 y 10.5 ± 0.83 g para el tratamiento uno, dos y tres, respectivamente.

La tasa de crecimiento promedio de los camarones sembrados en policultivo para las diferentes densidades de tilapia (baja, media y alta) fue de 0.240 ± 0.009 , 0.282 ± 0.008 y 0.262 ± 0.010 g/día, respectivamente. Al final del experimento el peso individual promedio y conversión alimenticia fueron 9.77 ± 0.87 g y 1.73 ± 0.01 en baja densidad de peces; 11.12 ± 0.88 g y 1.63 ± 0.02 en densidad media; y 10.57 ± 0.83 g y 1.70 ± 0.01 en alta densidad. Mientras, la sobrevivencia resultó en un 100 % para ambas especies en todos los grupos tratados.

Las ganancias de peso individual al final del estudio fueron de 8.33 ± 0.35 g, 9.85 ± 0.13 g y 9.1 ± 0.23 g para el primero, segundo y tercer grupo, respectivamente. Se observó diferencia significativa en el crecimiento de los camarones a diferentes densidades de tilapia ($F_{2, 57} = 12.29$, $P < 0.0001$) (tabla 2).

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS		
CAMARÓN	T_1	T_2	T_3
Densidad	20	20	20
Peso promedio individual	1.37 ± 0.23	1.25 ± 0.41	1.40 ± 0.54
Consumo de alimento estimado (g)	291.6	322.7	312.9
COSECHA			
Peso promedio individual (g)	9.7 ± 0.87	11.1 ± 0.88	10.5 ± 0.83
¹ Tasa de crecimiento GR (g)	0.240 ± 0.009	0.282 ± 0.008	0.262 ± 0.010
² (Índice de conversión alimenticia (ICA))	1.73	1.63	1.70
Tasa de sobrevivencia (%)	100	100	100
Coefficiente de variación (CV) %	8.92	7.96	7.93
TILAPIA			
Densidad/acuario (peces)	4	8	12
Peso promedio inicial (g)	10 ± 0.05	10 ± 0.17	10 ± 0.17
Consumo de alimento estimado (g)	127.6	277.0	402.1
COSECHA			
Peso promedio individual (g)	25.5 ± 0.59	28.6 ± 0.59	27.7 ± 0.72
¹ Tasa de crecimiento GR (g)	0.442 ± 0.010	0.531 ± 0.009	0.505 ± 0.009
² (Índice de conversión alimenticia (ICA))	2.05 ± 0.03	1.85 ± 0.01	1.89 ± 0.02
Coefficiente de variación (CV) %	2.31	2.06	2.61

TABLA 2.

¹ TC (g) = peso final húmedo - peso inicial húmedo/días de cultivo.
² ICA = alimento consumido (g)/ganancia de peso corporal (g).

Media y \pm DE del crecimiento de los camarones y tilapias en sistemas integrados de recirculación cerrada durante el periodo experimental (35 días).

Crecimiento de las tilapias

El peso promedio individual de los peces al final del experimento fue mayor en el tratamiento con densidad media de tilapia, alcanzando 28.6 ± 0.59 g, seguido por los tratamientos con alta 27.7 ± 0.72 g y baja densidad 25.5 ± 0.59 , respectivamente. El índice de conversión alimenticia (ICA) calculado para los diversos grupos de evaluación fue de 2.05 ± 0.03 en T_1 , 1.85 ± 0.01 en T_2 y 1.89 ± 0.02 en T_3 , respectivamente. Con respecto a las ganancias de peso obtenidas al término del experimento, estas fueron al final del estudio de 15.5 g, 18.6 g y 17.7 g para el primero, segundo y tercer grupo en el orden señalado.

Los camarones en el tratamiento 2, integrados al acuario con 8 tilapias, lograron obtener el mayor peso, mientras que los de menor peso fueron los del tratamiento 1, integrados al acuario de menor densidad de tilapia.

Parámetros físico-químicos del agua

Los parámetros de calidad de agua no resultaron diferentes entre los tratamientos durante la fase de experimentación. Estos parámetros fueron medidos y analizados cada semana entre 10:00 a. m. y 12:00 p. m. y permanecieron

dentro de los límites recomendados para ambas especies (camarón y tilapia) (Stone y Thomforde, 2004).

Los rangos de pH estuvieron entre 7.5 y 8.1; la temperatura promedio fue de 28.5 ± 0.28 °C. La concentración de amoníaco total se encontró en un rango de entre 0.12 y 0.44 mg/L, nitrito (NO_2) de 0.01 a 0.03 mg/L y nitrato (NO_3) de 5.5 a 8.8 mg/L (tabla 3).

Cada uno de los valores promedio representa los datos colectados durante las 5 semanas del periodo de evaluación de las dos especies acuáticas. No se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio mostraron que es factible y benéfica la adopción de una eficiente combinación de tilapia y camarón bajo un sistema de policultivos.

A pesar de que los camarones asociados con el primer grupo de peces con una densidad media consumieron más alimento que aquellos cultivados en asociación con tilapia a baja y alta densidad, su índice de conversión alimenticia



Es factible comercialmente el policultivo de camarón y tilapia.

(ICA) fue menor con $(1.63 \pm 0.02 \text{ g})$, seguido por los camarones en alta densidad $(1.70 \pm 0.02 \text{ g})$ y baja densidad (1.73 ± 0.01) en forma respectiva.

La alta tasa de sobrevivencia de los camarones en este ensayo pudo haber sido el resultado del efecto inhibitorio que las tilapias ejercen sobre ciertos microorganismos patogénicos que afectan el crecimiento y desarrollo del camarón de acuerdo con Cruz *et al.* (2008). Las tilapias pueden de manera indirecta ayudar a los camarones debido a la producción de enzimas en la mucosa de su piel y saliva lo cual inhibe el crecimiento de, inclusive, una poderosa bacteria denominada *Luminous bacteria* (Seafdec, 2000). Esta saliva le ofrece soporte a las bacterias gram (+) lo que le otorga un efecto probiótico al camarón. Cuando la tilapia se encuentra bajo condiciones de estrés, se sugiere que la misma saliva le proporciona protección contra bacterias oportunistas y hongos que estuviesen presentes

en el sistema de cultivo.

De acuerdo con Tendencia *et al.* (2004) existen dos grandes mecanismos que pudiesen ser considerados como los principales efectos inhibitorios de la tilapia sobre *V. harveyi*. Uno es la producción de moco sobre la superficie y otros metabolitos; y el otro, la microflora asociada con el cultivo de la tilapia, lo que podría tener un efecto competitivo en contra de *V. harveyi*. El mismo efecto con especificidad antibacterial ha sido reportado por Akiyama y Anggawati (1998).

Con respecto del incremento de peso logrado tanto en camarones como en tilapia en policultivos, estos tienen como base los valores nutricionales contenidos en el alimento. Típicamente, la eficiencia de asimilación es de 70 % para proteína y 51 % de energía (Bowen, 1982). Cabe señalar que el uso de dietas comerciales en la actualidad debe mostrar valores de asimilación más elevados, sin embargo, se consideró la referencia antes mencionada como una estimación conservadora.

Debido al alimento servido y no consumido, algunas partículas siempre alcanzan el fondo donde llegan a estar disponibles para el camarón, el cual es beneficiado. Sin embargo, es importante resaltar que la materia fecal de la tilapia contribuye de manera adicional a la descomposición de células de algas muertas que benefician a los camarones (Yi *et al.*, 2002).

Las bacterias nitrificantes y bacterias heterótrofas en el sistema son también una importante fuente alimenticia, encontrándose en forma de *biofilms* en todas las superficies del sistema

(Stickney *et al.*, 1993). Estas adicionales formas de alimento pudieron haber sido utilizadas por la tilapia y los camarones por su alto valor nutricional, cuando estas dos especies son cultivadas juntas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la realización de estudios adicionales que consideren la colecta de material fecal de tilapia, utilizando dióxido de cromo (CrO_2) como un indicador inerte, incorporado a la dieta como un marcador del alimento. Este marcador es comúnmente utilizado a una concentración de 1 % para la estimación de digestibilidad de nutrientes (Furukawa y Tsukahara, 1966; Austreng, 1978); ello permitiría determinar la proteína y energía contenida a través de un análisis de digestibilidad y entonces estimar cuánta proteína y energía adicional puede estar disponible para el camarón cuando estos están consumiendo de manera directa o indirecta materia fecal de las tilapias en un policultivo.

CONCLUSIÓN

La tilapia y el camarón cultivados en forma conjunta en un sistema de policultivo simultáneo, o secuencial, podría proveer un método alternativo de producción para las granjas camaroneras, lo que conduciría al desarrollo de una industria acuícola más sostenible. Sin embargo, es importante y necesaria la realización de más investigaciones que conduzcan a la conversión de monocultivos de camarón y tilapia a policultivos de estas dos especies.■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akiyama, D. M. y Anggawati, A. M. (1998). "Growing tilapia with shrimp increased shrimp production, tended to improve pond condition", en *Aquaculture Asia*. 3: 18-19.
- Akiyama, D. M. y Anggawati, A. M. (1999). "Polyculture of shrimp and tilapia in East Java", en *American Soybean Association (ASA), Technical Bulletin AQ*. 47.
- Austreng, E. (1978). "Digestibility determination in fish using chromic oxide marking and analysis of contents from different sections of the gastrointestinal tract", en *Aquaculture*. 13: 265-272.
- Bowen, S. H. L. (1982). "Feeding, digestion and growth - qualitative considerations", en Pullin, R. S. V. y Lowe-McConnell, R. H. (eds.). *The Biology and Culture of Tilapia*. ICLARM Conference, Proceedings 7, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Filipinas.
- Cruz, P. S., Andalecio, M. N., Bolívar, R. B. y Fitzsimmons, K. (2008). "Tilapia-Shrimp Polyculture in Negros Island, Philippines: A Review", en *Journal of the World Aquaculture Society*. 39: 713-725.
- Cuzon, G., Lawrence, A., Gaxiola, G., Rosas, C. y Guillaume, J. (2004). "Nutrition of *Litopenaeus vannamei* reared in tanks or ponds", en *Aquaculture*. 235: 513-551.
- Fitzsimmons, K. (2001). "Polyculture of tilapia and penaeid shrimp", en *Global Aquaculture Advocate*. 4: 43-44.
- Furukawa, A. y Tsukahara, H. (1966). "On the acid digestion method for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed", en *Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries*. 32: 502-50.
- Jory, D. E. *et al.* (2001). "A global review of shrimp feed management: status and perspectives", en Browdy, C. L., Jory, D. E. (eds.), *The New Wave. Proceedings of the Special Session on Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001, 21-25 January 2001, Orlando*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge.
- Rakocy, J. E. (1997). "Integrating tilapia culture with vegetable hydroponics in recirculating systems", en Costa Pierce, B. A. y Rakocy, J. E. (eds.). *Tilapia Aquaculture in the Americas*. Vol 1. World Aquaculture Society, Baton Rouge.
- Seafdec. (2000). "Environmental friendly shrimp farming", en *Seafdec Asian Aquaculture*. 22: 6-8.
- Stickney, R. R., Hesby, J. H., McGeachin, R. B. e Isbell, W. A. (1979). "Growth of Tilapia (*O. niloticus*) in ponds with differing histories of organic fertilization", en *Aquaculture*. 17: 189-194.
- Stickney, R. R. (1993). *Principles of aquaculture*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- Stone, N. M. y Thomforde, H. K. (2004). "Understanding your fish pond water analysis report". FSA9090, Cooperative Extension Program, University of Arkansas at Pine Bluff.
- Tacon, A., Cody, J. J., Conquest, L. D., Divakaran, S., Forster, I. P. y Decamp, O. E. (2002). "Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets", en *Aquaculture Nutrition*. 8: 121-137.
- Tendencia, E. A., De la Peña, M. R., Fermín, A. C., Lio-Po, G. y Choresca, C. H. Jr. (2004). "Antibacterial activity of tilapia *Tilapia hornorum* against *Vibrio harveyi*", en *Aquaculture*. 232: 145-152.
- Yi, Y., Saelee, W., Naditrom, P. y Fitzsimmons, K. (2002). *Stocking densities for tilapia-shrimp polyculture in Thailand. Twentieth Annual Technical Report, Pond Dynamics/Aquaculture, Collaborative Research Support Program*, Oregon State University, Corvallis, Oregon, EE. UU.
- Watanabe, W., Fitzsimmons, K. y Yang Yi. (2006). "Farming Tilapia in Saline Waters", en Lim, C. y Webster, C. (eds.) *Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition*. Hawthorn Press.