

Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii* y *Oreochromis hornorum* con fertilización orgánica e inorgánica y alimentación complementaria

Germán Muñoz Córdova*
Mario Garduño Lugo**

Resumen

Se evaluó la producción del cultivo mixto de *Macrobrachium rosenbergii* y *Oreochromis hornorum* bajo la adición de estiércol de bovino, superfosfato simple y alimentación complementaria, en estanques rústicos llenados por agua de lluvia. Con este propósito se confinaron juveniles de *M. rosenbergii* de 0.57 g y alevines de *O. hornorum* de 0.16 g en dos estanques de 100 m² a una densidad de población de 13000/ha para las dos especies y para los dos estanques. La fertilización con estiércol de bovino y superfosfato simple se realizó quincenalmente de acuerdo con la calidad del agua y se adicionó alimentación complementaria sobre el 3% de peso vivo de *O. hornorum*, a partir del día 123 del ciclo de engorda. El cultivo duró 215 días. Las producciones obtenidas para *M. rosenbergii* fueron de 405.6 kg/ha/año y con peso promedio de 26.5 g para el estanque 1 y de 41.62 kg/ha/año y 64 g en el caso del estanque 2. La producción de *O. hornorum* fue de 1956.94 kg/ha/año con peso promedio de 98.30 g en el estanque 1, para el 2 fue de 1233.26 kg/ha/año, con peso promedio de 69.71 g. La calidad físicoquímica del agua desempeñó una función fundamental, sobre todo en la baja producción del estanque 2, causada por el florecimiento masivo del alga cianofícea *Anabaenopsis* sp al inicio del trabajo, lo cual causó una alta mortandad de langostinos, y una sobrevivencia en el estanque 2 de sólo 3.84%, a diferencia del estanque 1 donde la sobrevivencia fue de 71.53%. El cultivo resultó interesante como un complemento en sistemas de producción agropecuaria en regiones tropicales.

Introducción

Existe en México una superficie importante de terrenos que por causas naturales o artificiales mantienen agua estancada, estacional o permanente, haciéndolos

impropios para la agricultura o ganadería; sin embargo, éstos constituyen un potencial para producir alimentos de origen acuícola, que pueden ayudar al productor a mejorar su alimentación e ingresos económicos.^{2,3,9,17}

El langostino malásico (*Macrobrachium rosenbergii*) y la mojarra tilapia (*Oreochromis* spp) pueden ser cultivados juntos ya que ocupan distintos nichos ecológicos; sin embargo, el cultivo mixto o policultivo de peces y langostinos ha sido poco practicado a nivel mundial.^{14,18} Ambas especies son de aguas tropicales y su alimentación se deriva en gran parte del alimento natural producido en el estanque. Otras características deseables de estos animales son su resistencia a condiciones adversas del medio y enfermedades, además de su aceptable crecimiento y productividad bajo diferentes sistemas de producción.^{1,4,5,8,11,12,14,16,19}

Considerando lo anterior, el presente trabajo se realizó para evaluar, desde el punto de vista de producción el cultivo de *M. rosenbergii* y *O. hornorum* mediante el empleo de estiércol de bovino, superfosfato simple y alimentación complementaria en estanques rústicos sin circulación de agua.

Material y métodos

Este trabajo comprendió un periodo de 215 días entre el 19 de mayo y el 14 de diciembre de 1987. Se realizó en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que se ubica en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, a una altitud de 151 msnm, con clima del tipo Af(m)w¹⁰(e), cálido húmedo, con temperatura y precipitación pluvial media anuales de 23.8 C y 1980 mm respectivamente.¹⁰

Se utilizaron dos estanques rústicos de 10 x 10 m (100 m²) con una profundidad promedio de 0.8 m, en los cuales la única fuente de agua fue la lluvia.

Antes del llenado de los estanques se aplicó cal hidratada en polvo (Ca (OH)₂) a razón de cinco ton/ha, distribuyéndola de manera uniforme sobre el fondo de éstos. Cuatro días después del encalado, se inició a fertilización orgánica con estiércol fresco de bovino, en una cantidad de 30 ton/ha/año, divididas en aplica-

Recibido para su publicación el 31 de octubre de 1990

* Parte de este trabajo corresponde a la tesis de Licenciatura del primer autor.

** Sección de Acuicultura del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical (CIEEGT). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, Apartado Postal 136, 93600, Martínez de la Torre, Veracruz.

ciones quincenales durante un periodo de 215 días. La fertilización inorgánica consistió en el equivalente a 300 kg/ha/año de superfosfato simple, en iguales intervalos de tiempo.^{15,17} La aplicación de fertilizantes se interrumpía cuando: 1. La transparencia del agua era inferior a los 25 cm. 2. Los ortofosfatos superaban la concentración de 3 ppm y 3. La temperatura del agua estaba fuera del rango de 19 a 32 C.^{1,9,15,16,18,23}

Se colocaron plantas acuáticas del género *Eichornia* como refugios para aumentar la sobrevivencia de los langostinos, ya que con esta práctica se disminuye el canibalismo.²¹

M. rosenbergii presentó un peso y talla inicial de 0.576 g y 3.6 cm respectivamente, siendo su densidad de siembra de 1.3 /m². Por otra parte, los alevines de *O. hornorum* registraron un peso promedio de 0.16 g y una talla de 1.68 cm, sembrándose 64 días después de los langostinos, a razón de 1.3 alevines/m². La siembra de peces posterior a la de langostinos es una estrategia utilizada para evitar la depredación de las poslarvas o juveniles de este crustáceo por parte de los peces.*

Los organismos cultivados se midieron con un ictiómetro para registrar la talla. Su peso se obtuvo mediante balanzas analítica y granataria. Los pesajes y mediciones se efectuaron antes de introducir los animales al estanque y, posteriormente, cada mes en los peces y cada dos meses en los langostinos.

Los pesos de *O. hornorum* al final del trabajo se analizaron por medio de un análisis de varianza para un modelo que incluyó los efectos del sexo, del estanque y la interacción entre éstos.

Las diferencias entre pesos de machos y hembras, y entre los estanques 1 y 2 se estimaron mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

Se tomaron registros de los parámetros fisicoquímicos principales con los siguientes métodos e instrumentos: temperatura del agua y del ambiente con un termómetro de mercurio; oxígeno disuelto con un oxímetro portátil; pH con varillas indicadoras; transparencia con el disco de Secchi. La profundidad fue medida con un

* Observación de los autores

Cuadro 1
MEDIAS, VALORES MINIMOS Y MAXIMOS DE LOS
PARAMETROS FISICOQUIMICOS DEL ESTANQUE 1

Variable	Media	Valor mín.	Valor máx.
Oxígeno (ppm)	4.77	2.40	9.50
Temperatura ambiente (C)	23.12	15.00	28.00
Nivel del agua (cm)	78.30	65.00	81.00
Temperatura del agua (C)	25.93	19.00	32.00
pH	6.87	6.50	7.30
Transparencia (cm)	65.69	25.00	81.00
Amonio (ppm)	0.11	0.05	0.32
Fosfatos (ppm)	4.56	0.00	10.00
Dureza total (ppm)	82.99	71.60	107.40

Cuadro 2
MEDIAS, VALORES MINIMOS Y MAXIMOS
DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS
DEL ESTANQUE 2

Variable	Media	Valor mín.	Valor máx.
Oxígeno (ppm)	3.80	2.00	8.20
Temperatura ambiente (C)	23.12	15.00	28.00
Nivel del agua (cm)	72.84	54.00	80.00
Temperatura del agua (C)	25.93	19.00	32.00
pH	6.95	6.80	8.10
Transparencia (cm)	58.63	15.00	80.00
Amonio (ppm)	0.12	0.05	0.50
Fosfatos (ppm)	4.63	0.00	10.00
Dureza total (ppm)	87.33	71.60	107.10

metro graduado y los ortofosfatos (P₂O₅) con el método de determinación colorimétrica con heptamolibdato de amonio; amonio (NH₄) con el método colorimétrico de la reacción Nessler y dureza total (CaCO₃) con el método de valoración complexométrica con títroplex frente a un indicador mixto.^{5,7,9,23}

La alimentación de los langostinos en los primeros 123 días y de los peces en los primeros 64 días de confinamiento, consistió en el alimento natural producido en los estanques. Después de dicho tiempo, se añadió alimento balanceado para aves (con 21% de proteína cruda), en una proporción del 3% del peso de los peces sin considerar el peso de los langostinos,^{11,12} ya que durante este periodo el alimento natural disminuyó debido al florecimiento de la macrofitas sumergida *Chara* sp, la cual utilizó los nutrimentos disponibles en el agua, lo que dio como resultado un valor elevado de la transparencia.

Resultados

Los resultados del análisis fisicoquímico del agua de los estanques se muestran en los Cuadros 1 y 2, donde se observan niveles mayores en las variables oxígeno, nivel del agua y transparencia en el estanque 1 en relación con el 2; en cambio, los valores de las variables amonio, ortofosfatos y dureza total de este último estanque se encuentran por arriba de los valores obtenidos en el estanque 1. Según algunos autores,^{1,14,18,20,22} los valores promedio de las variables oxígeno, transparencia, temperatura y nivel del agua están fuera de los rangos considerados como óptimos para el buen desarrollo de *M. rosenbergii* y *O. hornorum*. Empero, se observó que el agua del estanque 1 tendió a acercarse más a dichos rangos en comparación con los valores obtenidos en el estanque 2 (excepto la temperatura del agua, igual en ambos estanques). Las variables amonio, pH, ortofosfatos y dureza total se encontraron aceptables en términos generales en sus valores promedio.^{1,14,18,20,22} No obstante, al observar los valores máximos y mínimos se observó que el amonio alcanzó niveles críticos en el

Cuadro 3
PRODUCCION DE *Macrobrachium rosenbergii* EN LOS ESTANQUES RUSTICOS DURANTE 215 DIAS

Estanque		1	2
Inicio	Peso promedio (g)	0.57	0.57
	Talla promedio (cm)	3.60	3.60
	Biomasa (kg/ha)	7.48	7.48
	Densidad (orgs/ha)	13,000	13,000
Final	Peso promedio (g)	26.49	64.00
	Talla promedio (cm)	13.00	16.38
	Biomasa (kg/ha)	246.40	32.00
	Densidad (orgs/ha)	9,300	500
Incremento diario de peso individual (g/día)		0.12	0.29
Rendimiento diario (kg/ha)		1.11	0.11
Sobrevivencia (%)		71.53	3.84
Biomasa neta (kg/ha/año)		405.60	41.62

estanque 2 (0.5 ppm); los ortofosfatos también se encontraron en algunos puntos del ciclo en exceso, a 10 ppm para ambos estanques. Por otro lado, en un caso, el oxígeno disuelto también se encontró en condiciones críticas en el estanque 2, siendo su valor de 2 ppm; en el estanque 1 este parámetro cayó a 2.4 ppm.

El comportamiento hidrológico de ambos estanques explica la relativa baja producción de los animales cultivados en este sistema, en donde la producción de *M. rosenbergii* en el estanque 1 fue de 246.4 kg/ha y en el estanque 2 de 32 kg/ha en 215 días; la producción de *O. hornorum* en el estanque 1 fue de 806.1 kg/ha y en el 2 de 508.9 kg/ha durante 150 días de cultivo (Cuadros 3 y 4).

En ambos estanques la proporción de sexos en *O. hornorum* fue de aproximadamente 1:1 (Cuadro 5).

El análisis estadístico indicó que el peso de los peces en el estanque 1 fue mayor ($P \leq 0.01$) con respecto a los del estanque 2, y que los machos tuvieron un peso

Cuadro 4
PRODUCCION DE *Oreochromis hornorum* EN LOS ESTANQUES RUSTICOS DURANTE 150 DIAS

Estanque		1	2
Inicio	Peso promedio (g)	0.16	0.16
	Talla promedio (cm)	1.68	1.68
	Biomasa (kg/ha)	2.08	2.08
	Densidad (orgs/ha)	13,000	13,000
Final	Peso promedio (g)	98.30	69.71
	Talla promedio (cm)	15.42	14.38
	Biomasa (kg/ha)	806.10	508.90
	Densidad (orgs/ha)	8,200	7,300
Incremento diario de peso individual (g/día)		0.65	0.46
Rendimiento diario (kg/ha)		5.36	3.37
Sobrevivencia (%)		63	56.15
Biomasa neta (kg/ha/año)		1956.94	1233.26
Alimento añadido (kg/ha)		1100	721

mayor en relación con las hembras en ambos estanques ($P \leq 0.01$).

Discusión

La producción obtenida en ambos estanques fue diferente, tanto en *M. rosenbergii* como en *O. hornorum*. Tal situación se atribuyó básicamente a las diferencias en calidad del agua.

Al inicio del trabajo (a fines de mayo y principios de junio), en ambos estanques se registró inestabilidad en los parámetros fisicoquímicos, debido a un nivel bajo (54 - 65 cm) de la columna del agua, lo que facilitó el calentamiento de la misma. Esto, aunado a altas concentraciones de ortofosfatos (10 ppm) y carbonatos (105 ppm), provocó el florecimiento masivo de la alga cianofícea *Anabaenopsis* sp; lo anterior provocó una reducción notable en la transparencia del agua por la gran densidad de dicha alga, con mayor concentración en el estanque 2. Esto causó sobresaturación de oxígeno en el agua del estanque 1 (111.7%) y en el 2 muy próximo a la saturación (96.4%), así como un incremento en el pH. Posteriormente sobrevino la muerte de *Anabaenopsis* sp, lo que originó el aumento en las concentraciones de amonio (NH_4), mayor en el estanque 2 (0.5 ppm) en relación con el 1 (0.3 ppm). En junio, las condiciones fisicoquímicas de ambos estanques alcanzaron cierto grado de estabilidad.

Cuadro 5
PRODUCCION DE MACHOS Y HEMBRAS DE *Oreochromis hornorum* DURANTE 150 DIAS

Estanque	1		2	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Sexo				
Porcentaje de sexos (%)	46.34	53.65	47.94	52.05
Peso promedio a la cosecha (g)	116.18	82.86	79.17	61.00
Talla promedio a la cosecha (cm)	16.46	14.52	15.26	13.56
Incremento diario de peso individual (g/día)	.77	.55	.52	.40
Rendimiento diario (kg/ha)	2.93	2.42	1.84	1.54
Biomasa (kg/ha)	441.5	364.6	277.09	231.8

La baja producción de langostino registrada en el estanque 2 se atribuyó al desequilibrio ecológico antes mencionado. Dicha condición se presentó en ambos estanques acentuándose en el 2, en donde debido a una mayor concentración de la cianofícea antes mencionada se provocó una mortalidad del 96% en langostinos (aún no se confinaban los peces). Este fenómeno de mortandad masiva en cultivos de peces tropicales y de

M. rosenbergii vinculado al florecimiento masivo de algas unicelulares o multicelulares se informa en algunos trabajos, atribuyéndose dicha mortandad a la secreción de toxinas por tales algas, por el consumo de oxígeno disuelto de éstas durante la obscuridad produciendo condiciones de anoxia y por la mortalidad masiva de algas o por todo esto en conjunto.^{12, 13, 18}

La producción de *O. hornorum* en el estanque 1 fue mayor en comparación con la producción de este pez en el estanque 2 ($P \leq 0.01$). Tales diferencias se atribuyen a que la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo, en términos generales, en niveles más altos en el estanque 1 en comparación con el 2.

La mayor producción de langostinos y peces lograda en este trabajo, comparada con las obtenidas en otros estudios se considera baja. Sin embargo, es importante considerar que en la mayor parte de dichos cultivos se han utilizado sistemas capaces de mantener condiciones óptimas de la calidad del agua, por medio de aeradores, cambios de agua o al contrarrestar las pérdidas por evaporación y filtración. Cualquiera que sea el método utilizado, garantiza una mejora en los niveles de oxígeno y un decremento en metabolitos como amonio,^{6, 7} a diferencia del presente estudio, donde el abastecimiento de agua se basó en la precipitación pluvial, sin las prácticas arriba mencionadas. Ello implicó condiciones hidrológicas fuera del rango óptimo para el desarrollo de las especies cultivadas. Otro punto que influyó en el nivel de producción fue el uso de bajas densidades de población para ambas especies, debido a las condiciones hidrobiológicas esperadas. Asimismo, se empleó alimento balanceado con 21% de proteína, disponible en la zona, siendo que casi siempre en engordas de estas especies se utilizan alimentos balanceados con 25-30% de proteína.^{1, 11, 12, 18, 19, 20, 21}

Según los resultados de este experimento, en donde en el mejor de los casos se cosecharon 405.6 y 1956.4 kg/ha/año de langostino y mojarra tilapia respectivamente, los estanques cuya única provisión de agua proviene de la lluvia, pueden ser lo suficientemente productivos, lo que puede repercutir en un beneficio social desde el punto de vista de autoconsumo y un ingreso económico adicional al productor.

Abstract

The objective of this study, which lasted 215 days, was to evaluate the production of the associated culture of *Macrobrachium rosenbergii* and *Oreochromis hornorum*. Fertilizers added were: Cow manure and simple superphosphate plus complementary feeding. Two 100m² earth ponds (pond 1 and pond 2) were filled with rainfall water. These ponds were stocked with 13000/ha for each specie, with an initial mean weight of 0.576g for *M. rosenbergii* and 0.16g for *O. hornorum*. The addition of fertilizers was done twice a week and the amounts varied according to the water quality. Supplementary feeding was given at 3% of the biomass of *O. hornorum* everyday. The production obtained in the case of *M. rosenbergii* was 405.60kg/ha/year and mean weight of 26.5g in

pond 1, and 41.62kg/ha/year and 64g average weight in pond 2. In *O. hornorum* the production obtained was 1956.94kg/ha/year and 98.30g average weight in pond 1; and 1233.26 kg/ha/year and 69.71g average weight in pond 2. The water quality played an important role, specially in pond 2 in which the overproduction of blue-green algae caused a low production due to the subsequent low concentration of dissolved oxygen and possibly to the liberation of algae toxins. The survival percent in pond 2 was 3.84% and was attributed to this phenomenon, in opposite to pond 1, where the survival percent was 71.53%. This culture system is an interesting alternative food production for tropical regions from the social point of view.

Literatura citada

1. Aguilera, H.P.: La Tilapia y su Cultivo. *Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero*, Secretaría de Pesca, México, D.F., 1986.
2. Aguilera, H.P. y Zarza, M.P.: El Bagre y su Cultivo. *Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero*, Secretaría de Pesca, México, D.F., 1988.
3. Anónimo: Peace corps has fisheries project in Zaire. *Aquaculture*, 11 (5): 8-12 (1985).
4. Arana, M.F.: Datos sobre el cultivo del langostino asiático *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) en México. Memorias del Segundo Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. México, D.F. 1980. 621-639. *Secretaría de Pesca*. México, D.F. (1980).
5. Bages, M.: Manual de Piscicultura para el Medio Rural. *Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos*, Xalapa, Ver., México, 1983.
6. Boyd, C.E.: Water Quality in Warmwater Fish Ponds. *Craftmaster Printers*, Auburn, Alabama, 1981.
7. Boyd, C.E.: Water Quality Management for Pond Fish Culture. *Elsevier*, Amsterdam, Netherlands, 1982.
8. Buck, H., Malecha, S.R. and Baur, R.J.: Polyculture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) with two combinations of carps in manured ponds. *Proc. Wld. Maricult. Soc. (Florida)*, 12: 203-213 (1981).
9. Chakroff, M.: Piscicultura. Cultivo de Peces en Estanques de Agua Dulce. *Concepto*, México, D.F., 1983.
10. C.I.E.E.G.T.: Boletín Informativo 1979. Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1979.
11. Cohen, D. and Ra'anán, Z.: The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. III. Density effect of all male tilapia hybrids on prawn yield character in polyculture. *Aquaculture (Netherlands)*, 31: 57-71 (1983).
12. Cohen, D., Ra'anán, Z. and Barnes, A.: Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel. I. Integration into fish polyculture systems. *Aquaculture*, 31: 67-76 (1983).
13. Darley, M.W.: Biología de las Algas. Enfoque Fisiológico. *Limusa*, México, D.F., 1987.
14. Domínguez, M.J.: Estrategias para la optimización del cultivo del langostino (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). Memorias del Segundo Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. México, D.F. 1980. 723-766. *Secretaría de Pesca*. México, D.F. (1980).
15. Garduño, L.M.: Manual Práctico del Cultivo de la Mojarra Tilapia en el Trópico Húmedo. Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1985.
16. Hopher, B. y Pruginin, Y.: Cultivo de Peces Comerciales Basado en las Experiencias de las Granjas Piscícolas en Israel. *Limusa*, México, D.F., 1985.
17. Huet, M.: Tratado de Piscicultura. 2a ed. *Mundi Prensa*, Madrid, España, 1978.

18. Holschmit, M.L.: Manual Técnico para el Cultivo y Engorda del Langostino Malayo. *Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero, Secretaría de Pesca, México, D.F., 1988.*
19. Malecha, S.R., Baur, R.J. and Onizuka, D.R.: Polyculture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*, Chinese and common carps in ponds enriched with swine manure. I. Initial trials. *Aquaculture (Netherlands)*, 25: 101-116 (1981).
20. New, M.B. y Singholka, S.: Cultivo del Camarón de Agua Dulce. Manual para el Cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*. *FAO Doc. Téc. Pesca, Roma, Italia, 1984.*
21. Ra'anan, Z., Cohen, D., Rappaport, U. and Zahar, G.: The production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel: The effect of added substrates on yield in a monoculture system. *Bamidgeh (Israel)*, 36: 35-44 (1984).
22. Secretaría de Pesca: Piscicultura de Agua Dulce. *Secretaría de Pesca, México, D.F., 1986.*
23. Wheaton, W.F.: Acuicultura. Diseño y Construcción de Sistemas. *AGT, México, D.F., 1977.*