

Producción de alevines de tilapia con semolina de arroz, gallinaza y concentrado

Claudio Antonio Castillo Montes

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

301761

301761

Honduras
Diciembre, 2003

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA.

Producción de alevines de tilapia con semolina de arroz, gallinaza y concentrado

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

Presentado por

Claudio Antonio Castillo Montes

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


Claudio Antonio Castillo Montes

Honduras
Diciembre, 2003

DEDICATORIA

A mi familia por ser el más bello regalo que Dios me ha dado y a Dios por haberme protegido y guiado en estos cuatro años de estudio.

A mi madre Delmy Montes por ser la mejor madre en el mundo.

A mis compañeros de cuarto Leonardo, Daniel, Carlos, Rodrigo, Edie, Emerson, Miguel, Luis, Porfirio y Antonio por su apoyo y amistad en esta escuela.

A mis amigas Marlen, Tahia y Gracia por ser lo mejor que me ha pasado en la vida.

A Claudio Trabanino por sus consejos y amistad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los que hicieron posible mi estadía en Zamorano.

A Edie, Antonio, Adonis, Rosa y Franklin por la ayuda recibida para realizar este trabajo.

Al Dr. Meyer por su confianza y paciencia sobre todo.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco a Dios por haberme patrocinado estos cuatro años de estudio en Zamorano y poder llegar al día de la graduación.

Agradezco al Zamorano y a la Secretaria de Agricultura y Ganadería del Gobierno de Honduras, por la ayuda financiera durante el tiempo que estuve en Zamorano.

Al Laboratorio Acuicultura por el apoyo financiero para realizar esta proyecto de graduación

RESUMEN

Castillo Montes, C. 2003. Producción de alevines de tilapia con semolina de arroz, gallinaza y concentrado. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero, Zamorano, Honduras. 12 p.

Una manera de reducir los costos de la alimentación de tilapia es utilizando sub-productos agrícolas para complementar su dieta natural basada en algas. El objetivo del ensayo fue evaluar el crecimiento, ganancia de biomasa, y supervivencia de alevines de tilapia producidos con semolina de arroz, gallinaza y concentrado en pilas de $3.25 \times 2 \times 1$ m cada una. El experimento se realizó durante 60 días entre junio y agosto de 2003 en Zamorano, Honduras. Se sembraron 600 alevines con un peso promedio de 0.68 g en cada una de las 12 pilas. Se utilizó un DCA con cuatro réplicas. La mayor producción de biomasa de alevines fue lograda con semolina de arroz y concentrado, en comparación a los alevines producidos con gallinaza. Los alevines que recibieron semolina y concentrado alcanzaron pesos promedios finales superiores (10.13 y 9.06 g, respectivamente) a los que recibieron gallinaza (5.35 g). No hubo diferencia en la supervivencia de los alevines al usar las tres fuentes de nutrimentos. El engorde de alevines de tilapia con las tres fuentes fue una actividad con alto margen de utilidad (mayor al 30%).

Palabras clave: Acuicultura, algas, ganancia de biomasa, *Oreochromis niloticus*, 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.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
Localización.....	2
Unidades experimentales.....	2
Monitoreo de la calidad del agua.....	2
Peces.....	2
Alimentación.....	3
Diseño experimental.....	4
Análisis estadístico.....	4
Estudio de costos.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
Calidad del agua.....	5
Análisis químico de las fuentes.....	5
Conversión de la fuente en biomasa de alevines.....	8
Estudio de costos.....	8
CONCLUSIONES.....	9
RECOMENDACIONES.....	10
BIBLIOGRAFÍA.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1.	Descripción de la metodología para el monitoreo de la calidad del agua de las 12 pilas con capacidad 7 m ³ cada una en Zamorano, 2003.	3
2.	Comparación de la calidad de agua de las 12 pilas usadas para la producción de alevines de tilapia con las tres fuentes de nutrimentos en Zamorano.	6
3.	Análisis químico (en base de materia fresca) de las tres fuentes de nutrimentos usadas en engordar alevines de tilapia en pilas en Zamorano.	7
4.	Valor de adquisición y cantidad de tres fuentes de nutrimentos utilizadas en engordar alevines de tilapia en pilas en Zamorano. Las cantidades dadas son para una pila con 7 m ³ de agua durante 110 días.	7
5.	Comparación de la producción de alevines de tilapia engordados con tres fuentes de nutrimentos en pilas de concreto de 7 m ³ de capacidad en Zamorano. Cada uno de los valores es un promedio para tres pilas.	7
6.	Presupuesto simplificado usando tres fuentes de nutrimentos para la producción de alevines de tilapia en Zamorano. Los valores son en US dólares por pila de 7 m ³ de capacidad.	8

INTRODUCCIÓN

La tilapia es considerada como una especie de fácil manejo, crecimiento rápido, resistente a patógenos, y con amplios hábitos alimenticios (Tave *et al.*, 1989). Actualmente es una de las especies acuícolas más importantes del mundo. En un medio natural la tilapia consume algas, zooplancton y detritus. En estanques la tilapia come granos básicos y otros sub-productos agrícolas de poco valor para la alimentación humana (Mejía, 1993).

El uso de concentrados balanceados en la alimentación de los peces en sistemas modernos de cultivo es el componente más importante de los costos de producción. En el cultivo intensivo de tilapia, el balanceado típicamente representa entre 50 a 60% de los costos totales (Meyer y Martínez, 2003) debido al alto contenido de proteína incluida en las dietas (Meyer e Intriago, 1991).

Una manera de reducir los costos de la alimentación de tilapia es utilizando sub-productos agrícolas para complementar su dieta natural. Los alevines de tilapia son especialmente eficientes en utilizar el fitoplancton y los subproductos agrícolas (Suazo, 2002; Mejía, 1993).

El objetivo del estudio fue comparar el crecimiento y supervivencia de alevines de tilapia producidos con semolina de arroz, gallinaza y concentrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el Laboratorio de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicado en el valle del Río Yeguaré a 32 km al este de Tegucigalpa. Zamorano está a 800 msnm y tiene una precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio anual de 24°C. El ensayo tuvo una duración de 60 días (de junio a agosto de 2003).

Unidades experimentales

Se usaron 12 pilas de concreto que fueron lavadas y desinfectadas con una solución de cloro (100 ppm) previa a la siembra de los peces. Cada una fue llenada con agua dulce del lago Monte Redondo. Se colocó una malla de plástico de 25 mm de luz sobre las pilas para evitar la depredación por las aves. El agua de cada pila recibió aireación continua por medio de una piedra difusora (10 cm de largo) conectada a una red de tubos de PVC y un soplador marca FUJI de 2.5 HP.

Monitoreo de la calidad del agua

Durante el ensayo se monitoreó la temperatura, la concentración de oxígeno en solución, el total de nitrógeno como amonio y amoníaco (TAN) y el pH del agua según se describe en el Cuadro 1.

Peces

Se capturaron alevines de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) de tamaño similar de las poblaciones manejadas en Zamorano. Estos fueron tratados previamente con 17-alfa-metil-testosterona para su reversión sexual.

Los peces fueron pasados por una malla de 15 mm de luz para uniformizar su tamaño. Los que pasaron la malla fueron distribuidos en las pilas de concreto a una densidad de 86 alevines/m³. Cada 21 días se realizó un muestreo del 10% de la población de cada pila para tomar el peso. Al finalizar el ensayo las pilas fueron drenadas para obtener los datos finales de supervivencia y ganancia de peso.

Se calculó la Tasa de Específica Crecimiento (TEC) de los peces que es el ritmo de crecimiento diario como porcentaje del peso inicial del animal:

$$\text{TEC en \%} = \frac{\text{Ganancia diaria}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Alimentación

Se ofreció semolina de arroz, gallinaza y concentrado balanceado. Cada fuente de nutrimento fue molida para tener partículas de un tamaño adecuado para su ingestión por los alevines. Una muestra de cada fuente fue sometida a un análisis proximal en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano.

La cantidad diaria del concentrado balanceado ofrecido a los alevines fue calculada con base en el 8% de la biomasa de peces en cada pila. En el día 42 se redujo la tasa de alimentación a 6% de la biomasa. Se ajustaron las cantidades diarias de semolina y gallinaza para igualar el total de nitrógeno al contenido en el concentrado.

Cuadro1. Descripción de la metodología para el monitoreo de la calidad del agua en 12 pilas con capacidad 7 m³ cada una en Zamorano, 2003.

Parámetro	Aparato o procedimiento	Frecuencia del análisis o lectura
Temperatura agua (° C)	Medidor YSI	Diariamente (a.m. y p.m.)
Concentración O ₂ (ppm)	Medidor YSI	Diariamente (a.m. y p.m.)
TAN (ppm)	Nessler	Una vez durante el ensayo
pH	Fisher AB-15	Una vez durante el ensayo

Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (fuentes de nutrimentos) y cuatro repeticiones (pilas). Los tratamientos fueron asignados al azar a las 12 pilas.

Análisis estadístico

Los datos de crecimiento y supervivencia con las tres fuentes de nutrimentos fueron sometidos a un ANDEVA (SAS, 1997) y una separación de medias. Se utilizó $P = 0.05$ como nivel de significancia en el análisis de los resultados del ensayo.

Estudio de costos

Se hizo un presupuesto de producción simplificado para el engorde de alevines de tilapia con las tres fuentes de nutrimento. El presupuesto se basó en el valor de cada fuente de nutrimento y la producción y venta de los alevines.

Se estimaron los otros costos de producción por duplicar el valor del alimento concentrado utilizado en engordar los peces. El precio de la gallinaza de ponedoras se estimó incluyendo el valor de transporte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad del agua

La temperatura promedio del agua en las 12 pilas se mantuvo dentro de un rango aceptable para la tilapia durante los 60 días del ensayo (Meyer y Martínez, 2003). No se detectó una variación en la temperatura del agua entre tratamientos (Cuadro 2). Las temperaturas mínimas del agua, detectadas en las horas de la mañana, probablemente reducían la tasa de crecimiento de los peces, los cuales son poiquilotérmicos, oriundos de varias partes tropicales de África y su desarrollo es rápido en aguas con temperaturas entre 25 y 32° C (Arrignon, 1998).

Durante los 60 días del ensayo hubo variación en la concentración de oxígeno disuelto en el agua de las 12 pilas (Cuadro 2). Por el uso de las tres fuentes de nutrimentos el agua de las pilas adquirió color debido a una proliferación de microorganismos, principalmente algas, en ella.

Durante el día las algas producen oxígeno por fotosíntesis y en la noche consumen oxígeno en procesos de respiración (Boyd, 1990). Las menores concentraciones de oxígeno en solución fueron registradas en las horas de la mañana en el agua de las pilas que recibieron semolina. La cantidad de MS de semolina usada en el ensayo fue 119% mayor que el concentrado y 85% mayor que la gallinaza (Cuadro 4). La materia orgánica en el agua tiene un efecto fertilizante y su descomposición microbiana provoca un descenso en la concentración de oxígeno en solución. En varias fechas se observaron peces boqueando en las pilas durante las horas de la mañana. En esas ocasiones se suspendió la aplicación de las fuentes de nutrimentos a todas las pilas.

El pH del agua se mantuvo cerca de valores neutros durante el experimento. Los valores para el TAN fueron inferiores a los niveles de tolerancia de la tilapia y muchas otras especies de peces (Boyd, 1990).

Análisis químico de las fuentes

La composición de la semolina (Cuadro 3) concuerda con lo reportado Huevo y Gernat (1999). La gallinaza contuvo una gran cantidad de cenizas y calcio proveniente de la tierra, cáscaras de huevos quebrados, cal agrícola y otros materiales inertes.

Cuadro 2. Comparación de la calidad de agua en 12 pilas usadas para la producción de alevines de tilapia con las tres fuentes de nutrimento en Zamorano.

Fuente	Parámetro Valor	Temp. °C	Oxígeno (ppm)	pH	TAN (ppm)
Semolina	Min.	20.5	1.0	6.6	0.8
	Max.	28.6	20.0		
	Prom.	24.6	10.5		
Gallinaza	Min.	20.5	3.0	7.0	0.4
	Max.	28.6	20.0		
	Prom.	24.6	16.0		
Concentrado	Min.	20.0	2.8	6.8	0.3
	Max.	28.0	20.0		
	Prom.	24.0	13.4		

La cantidad de N en el concentrado corresponde al contenido de PC indicado por su fabricante. El concentrado fue la fuente más costosa debido a su alto contenido de proteína cruda y al proceso industrial para su elaboración (Cuadro 4).

Los alevines tenían pesos uniformes al comenzar el ensayo. La producción de biomasa de alevines fue mayor ($P > 0.05$) con semolina de arroz y concentrado que con gallinaza (Cuadro 5). Los alevines que recibieron semolina y concentrado alcanzaron pesos promedios finales superiores que los que recibieron gallinaza ($P > 0.05$).

La gallinaza es utilizada mayormente como fertilizante. Vélez *et al.* (2000) recomiendan la inclusión de la gallinaza en dietas para bovinos; en la piscicultura integrada las aplicaciones de gallinaza pueden mejorar la producción de tilapias y otras especies acuícolas (Teichert-Coddington y Green, 2000). La tilapia consume una parte de la gallinaza en el agua, pero su principal efecto es como fertilizante (Boyd 1990).

En general la supervivencia de los alevines fue baja con 56.2%, valor inferior al reportado por Popma y Green (1990) para alevines de tilapia bajo condiciones similares. No hubo diferencia significativa entre la supervivencia de los alevines producidos con las tres fuentes de nutrimentos (Cuadro 5).

Cuadro 3. Análisis químico de las tres fuentes de nutrimentos usadas en engordar alevines de tilapia en pilas en Zamorano (% de la materia fresca).

Fuente	Cenizas	Composición (%)		
		N	Ca	P
Semolina	7.5	2.1	0.2	1.5
Gallinaza	36.6	3.9	13.7	2.7
Concentrado	8.6	4.6	1.9	0.1

Cuadro 4. Costo y cantidad de las tres fuentes de nutrimentos utilizadas para engordar alevines para pilas de 7 m³ de agua durante 110 días.

Fuente	Costo (\$/kg)	Total N dado (kg)	Total fuente (kg)
Semolina	0.1	0.2	9.2
Gallinaza	0.0	0.2	5.0
Concentrado	0.4	0.2	4.2

Cuadro 5. Comparación de la producción de alevines de tilapia engordados con tres fuentes de nutrimentos en pilas de concreto de 7 m³ de capacidad en Zamorano. Cada uno de los valores es un promedio para tres pilas.

	Semolina	Gallinaza	Concentrado
Siembra:			
Densidad inicial (peces/pila)	600.0	600.0	600.0
Peso inicial (g)	0.7	0.7	0.7
Biomasa inicial (kg/pila)	0.4	0.4	0.4
Cosecha:			
Peso promedio final (g)	9.1 ^a	5.4 ^b	10.1 ^a
Biomasa final (kg/pila)	3.4 ^a	1.6 ^b	3.3 ^a
Indicadores:			
Ganancia de peso (g /pez/día)	0.2 ^a	0.1 ^b	0.2 ^a
Supervivencia (%)	63.8	50.3	54.5
Producción neta (kg/pila)	3.0	1.2	2.9
Producción neta (kg/ha/año)	23900.0	9500.0	23200.0
Tasa específica de crecimiento (%)	22	13	25

Conversión de las fuentes de nutrimentos en biomasa de alevines

La conversión de cada fuente de nutrimento en biomasa de alevines fue de 3.10, 4.20 y 1.46 para semolina, gallinaza y concentrado, respectivamente. El alimento concentrado esta formulado para satisfacer todos los requerimientos nutricionales de los alevines. Las otras dos fuentes no son dietas para peces, sino subproductos de la producción agropecuaria.

Estudio de costos

El costo mayor de producción fue la compra de los alevines, el cual supera el 60% de los costos totales de producción en cada uno de los tratamientos. En general el engorde de alevines fue rentable con las tres fuentes evaluadas (Cuadro 6). El precio de venta de los alevines fue asignado en relación a su peso promedio. Según los resultados del ensayo, es mejor utilizar semolina y concentrado en la producción de alevines de tilapia en pilas de concreto.

Cuadro 6. Presupuesto simplificado usando tres fuentes de nutrimentos para la producción de alevines de tilapia en Zamorano. Los valores son en US dólares por pila de 7 m³.

	Semolina	Gallinaza	Concentrado
Ingresos (I):			
Venta alevines			
0.06 c.u.	23.0		19.7
0.04 c.u.		12.1	
Costos Producción:			
Alevines revertidos			
0.01 c.u.	6.0	6.0	6.0
Fuente de nutrimento			
Concentrado			1.9
Semolina	1.0		
Gallinaza		0.2	
Costos Fijos	2.0	2.0	2.0
Costos totales estimados	9.0	8.2	9.9
Ganancia (I-CT)	14.0	3.9	9.7
% margen utilidad = (G/I x 100)	61%	32%	49%

CONCLUSIONES

Los alevines de tilapia producidos con concentrado y semolina alcanzaron un mayor peso que los producidos con gallinaza.

La mayor producción de biomasa fue lograda con semolina de arroz y concentrado, en comparación con los alevines ofrecidos gallinaza.

No hubo diferencia significativa entre la supervivencia de los alevines producidos con las tres fuentes de nutrimentos.

En general el engorde de los alevines de tilapia fue rentable con el uso de las tres fuentes evaluadas.

RECOMENDACIONES

En futuros experimentos de producción de alevines en pilas se debe emplear un protocolo para eliminar las algas y medir únicamente el engorde debido al alimento ofrecido.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrignon, J.C.V. 1998. Tilapia. Technical Centre for Agriculture and Rural Cooperation, Wageningen, The Netherlands. MacMillan Education Publishers, London, UK. 78 p.
- Boyd, C.E. 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn University, Alabama Agricultural Experiment Station, Alabama, US. 482 p.
- Green, B.W., D.R. Teichert-Coddington y T.R. Hanson. 2000. Desarrollo de tecnologías de acuicultura semi-intensiva en Honduras. Resumen de las investigaciones en acuicultura de agua dulce realizadas por el Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Acuicultura/Dinámica de Estanques (PD/A CRSP) de 1983 a 1992. Centro Internacional para la Acuicultura y Medios Ambientes Acuáticos. Serie para la Investigación y Desarrollo Número 45. Universidad de Auburn, Alabama, US. 48p.
- Huezo, R.I. y A.G. Gernat. 1999. Efecto de la sustitución de maíz por semolina de arroz en dietas para ponedoras. CEIBA 40:283-286.
- Mejía, S. 1993. Utilización de cuatro diferentes fuentes de nutrientes en el cultivo de tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*. Tesis Ing. Agro. Zamorano, HN. 56 p.
- Meyer, D. y J. Intriago. 1991. Análisis comparativo de alimentos utilizados en el cultivo de camarones de agua salada. Páginas: 461-466. En: Anónimo (ed.) Memorias Simposio Centroamericano sobre el Camarón Cultivado, Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras y FPX (Federación de Exportadores de Honduras), 24-26 de abril, Tegucigalpa, HN.
- Meyer, D y F. Martínez. 2003. Acuicultura: Manual de Prácticas. Zamorano Academic Press, Escuela Agrícola Panamericana, HN. 109 p.
- Popma, T.J. y B.W. Green. 1990. Aquacultural Production Manual: Sex reversal of tilapia in earthen ponds. International Center for Aquaculture, Research and Development Series No. 35, Auburn University, Alabama, US. 15 p.
- Suazo, A. 2002. Cultivo combinado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas y alevines en un estanque integrado con cerdos. Tesis Ing. Agro. Zamorano, HN. 17 p.
- Tave, D., M. Rezk y R.O. Smitherman. 1989. Genetics of body color in *Tilapia mossambica*. Journal of the World Aquaculture Society. 20:214-222.

Vélez, M., J.J. Hincapié, R. Santillán e I. Matamoros. 2000. Producción de Ganado Lechero en el Trópico (Tercera Edición). Departamento de Zootecnia, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, HN. 214 p.

301761