

Título: Utilización de *Lemna trinervis* en la alimentación de la tilapia aurea.

Title: Using *Lemna trinervis* in feeding tilapia aurea.

Autores: Raúl González - Salas
Eduardo Fonseca - Moreno
René Rico - Gutiérrez
Oscar Romero - Cruz
Jesús Ponce - Palafox

Institución: Universidad de Granma, Aptado Postal 21. Bayamo, Granma. Cuba.

E-Mail: rgonzalezs@udg.co.cu

RESUMEN

Se determinó el comportamiento productivo de alevines de tilapia aurea (*Oreochromis aureus*) alimentados con diferentes niveles de harina de *Lemna trinervis* en la ración. El experimento tuvo una duración de 50 días y se utilizaron 300 alevines de 16 días de edad con un peso inicial de 1,3 a 1,5 g, bajo un diseño completamente aleatorizado. Se conformaron cuatro grupos para los niveles de inclusión de 0, 10, 20 y 30 % de harina de *Lemna trinervis*. Se midieron los principales factores físico-químicos del agua y productivos, obteniéndose los mejores resultados con el 18% de inclusión hasta los 50 días. Todo esto permite expresar que al incluir la harina de *Lemna trinervis* deshidratada en la dieta de alevines de tilapia aurea se obtienen resultados productivos y económicos satisfactorios.

Palabras clave: *Lemna trinervis*, alevines, composición química.

ABSTRACT

The productive behaviour of the aurea tilapia (*Oreochromis aureus*) feeding with different flour levels of *Lemna trinervis* as part as their food supplies was determined. The experiment lasted 50 days and 300 16-day fingerlings were used with an initial weight of 1.3 to 1.5 g, under a completely randomized design .Four groups were adjusted to the inclusion levels of 0, 10, 20 and 30 % flour *Lemna trinervis* meal. The main physical-chemical water factors and productive indicators were measured obtaining the best results with the 18 % level including to 50 days. All this allows stating that including dehydrated *Lemna trinervis* in the diet of aurea tilapia fingerlings, satisfactory economic and productive results are obtained.

Keywords: *Lemna trinervis*, fingerlings, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

La *Lemna trinervis* es una de las macrófitas acuáticas flotantes que se ha evaluado con más intensidad en el trópico como posible integrante de sistemas de recirculación de nutrientes, propiciando de esta forma su cultivo en estanques cargados con efluentes provenientes de biodigestores anaeróbicos, en lagunas, o simplemente colectadas en su medio natural, que suelen ser en muchos casos, estanques piscícolas, como ocurre en todo el Sudeste Asiático (San Thy *et. al.*, 2008). Particularmente en esta macrófita no se han encontrado factores antinutricionales que pudieran limitar su uso en alimentación de peces, lo que la hace muy atractiva en este sentido.

Estas se caracterizan por presentar un crecimiento exagerado, factor que ha provocado que la mayoría de los estudios se dirijan hacia su control con énfasis en su erradicación. Sin embargo, aumenta cada día más el número de países que adquieren experiencias para su manejo mas eficiente aprovechándola como alimento para la tilapia y otras especies acuícolas, mostrando resultados muy favorables en dietas utilizadas para cerdos (Preston y Leng, 2003) patos y peces (Buddington, 2009).

En la actualidad, la acuicultura cubana se ve seriamente afectada por la disminución de las importaciones de materias primas convencionales, destinadas a la elaboración de los piensos que demandan estos sistemas productivos. Uno de los ingredientes más empleados es la harina de pescado, por su alta calidad y contenido proteico, pero su fabricación es un proceso sumamente costoso. Por esto el objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de la *Lemna trinervis* en dietas para alevines de tilapia aurea (*Oreochromis aureus*), con el fin de contribuir al desarrollo de sistemas acuícolas de bajo costo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cultivo de *Lemna trinervis* y producción de la harina. Se desarrolló el experimento en los meses de julio - agosto del 2008 en la Unidad Empresarial de Base "René Ramos Latour" perteneciente a la Empresa PESCAGRAN, ubicada en el municipio de Bartolomé Masó de la provincia Granma, la primera etapa de la investigación estuvo destinada a la producción de *Lemna trinervis*, habilitándose dos estanques de hormigón con una dimensión de 10 m de ancho por 20 m de largo y una profundidad de 1,5 m cada uno. Los mismos representaron un área total de 400 m². Además, estos estanques presentaban una entrada de agua para recambio procedente del canal central de abastecimiento de la Granja Acuícola.

Para la siembra y fertilización de las semillas se siguió la metodología planteada por (Caicedo, 2000) para la misma se sembraron 25 g/m² de semilla de *Lemna trinervis* fresca en cada uno de los estanques, posteriormente para fertilizar las plantas se depositó al inicio de la etapa experimental, un total de 120 kg de excreta de cerdo en diferentes partes de cada estanque (POT, 2006).

La *Lemna trinervis* fresca fue cosechada de forma manual durante los meses de octubre a diciembre, cuando las plantas cubrieron la superficie de los dos estanques, se cosechó el 75 % de las plantas, empleando un intervalo de 7 días entre cosechas.

La biomasa fresca cosechada se transportó hacia una manta de nylon de polietileno de 10 m² para desarrollar la deshidratación durante un período de cuatro días a temperatura ambiente. Para el molinaje se utilizó un molino de martillo, finalmente se tamizó empleando una malla plástica de 0.2 mm.

Preparación de las dietas experimentales. Se formularon cuatro dietas según la tabla 1. Se prosiguió al pesaje de los ingredientes en una balanza digital Mettler PE 3600 con ± 0.01 g de precisión, incluyendo la *Lemna trinervis* en 0, 10, 20 y 30 %. Los ingredientes se mezclaron hasta obtener una apariencia homogénea durante cinco minutos. En la tabla 1 se muestra la composición y el cálculo de aporte de las dietas empleadas en la alimentación de los alevines en la etapa experimental.

Tabla 1. Composición y aporte de las dietas según niveles de sustitución de Harina de *Lemna trinervis* (H.L.T.) en base húmeda.

INGREDIENTES	Control (%)	H.L.T 10%	H.L.T 20%	H.L.T 30%
H. Pescado	20,00	10,00	7,00	5,00
H. Soya	28,00	41,70	43,70	44,20
H. <i>Lemna trinervis</i>	-	6,00	12,00	18,00
H. Trigo	33,10	23,40	18,40	13,90
Almidón	10,00	10,00	10,00	10,00
Aceite Pescado	0,20	0,20	0,20	0,20
Aceite Girasol	2,70	2,70	2,70	2,70
P. Minerales	2,00	2,00	2,00	2,00
P. Vitaminas	2,00	2,00	2,00	2,00
Alginato	2,00	2,00	2,00	2,00
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Aportes calculados (%)				
MS (%)	93,6	94,1	94,2	94,2
PB (%)	30,0	30,0	30,0	30,0
E.E. (%)	5,4	5,0	4,9	4,9
FB (%)	1,2	1,7	2,1	2,4
Ceniza (%)	7,4	8,0	9,0	10,0
ELN (%)	47,5	47,3	46,3	45,0
ED Kcal/g de alimento	2,8	2,5	2,4	2,4
PB/ED mg PB/ Kcal alimento	109,09	119,16	122,60	125,34
Costo (usd/tonelada)	380,02	315,28	289,31	269,07

¹mg/kg de la dieta: (Roche Chemistry Inc.). Sulfato de Magnesio 5.1; Cloruro de Sodio 2.4; Cloruro de Potasio 2; Sulfato Ferroso 1; Sulfato de Zinc 0.2; Sulfato cúprico 0.0314; sulfato manganoso 0.1015; Sulfato de cobalto 0.0191; Yodato de calcio 0.0118; Cloruro de cromo 0.051 ²mg/kg de la dieta:(Roche Chemistry Inc.). Tiamina 60; Rivoflavina 25; Niacina 40; Vitamina B6 50; Ácido Pantoténico 75; Biotina 1; Folato 10; Vitamina B12 0.2; Colina 600; Myoinositol 400; Vitamina C 200; Vitamina A 5000 UI; Vitamina E 100; Vitamina D 0.1; Vitamina K 5.

Preparación de los pellets. Para la preparación de los pellets, la mezcla se humedeció con agua, seguido se trituró en un molino de carne, se utilizó un tamiz con diámetro de un mm de acuerdo a la metodología planteada por Toledo y García (1996). El producto obtenido de forma alargada se sometió a corte manual de 0,3 cm, se colocaron en una estufa a 45 °C hasta alcanzar una humedad de 10 a 12 %.

Características del bioensayo. Se utilizaron 300 alevines de tilapia aurea (*Oreochromis aureus*) con una edad de 16 días y un peso de 1,3 a 1,5 g, los que se trasladaron a piscinas experimentales con un área total de 4,5 m², y se dividieron en 4 grupos con tres repeticiones cada uno para los niveles de inclusión de 0, 6, 12 y 18 % de harina de *Lemna trinervis* Se utilizó una densidad de 5 alevines / m². A los animales se le suministró el 15 % de su peso vivo en base fresca y la cantidad diaria ofrecida a cada grupo se dividió en 4 frecuencias al día en los siguientes horarios: 7:30 am, 10.00 am, 12:30 pm y 3:30 pm. Antes de cada alimentación se eliminaban los residuos de la ración anterior. El flujo de agua se estandarizó a razón de 0,50 l/min.

Biometría. Los organismos experimentales se pesaron a los 0, 10, 20, 30, 40 y 50 días del experimento con el objetivo de ajustar la dieta y evaluar los parámetros de crecimiento, utilización del alimento y supervivencia, según Tacon (1987).

Indicadores productivos. Se evaluó el peso final, la ganancia media (GM), la ganancia media diaria (GMD)= $\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial} / \text{tiempo de cultivo}$, factor de conversión alimenticia (FCA, base seca)= $\text{alimento añadido (base seca)} / \text{ganancia de peso}$, eficiencia alimenticia (EA)= $\text{ganancia en peso} / \text{alimento suministrado}$ y supervivencia (S)= $\text{No. animales finales} / \text{No. de animales iniciales} \times 100$, en muestreos efectuados cada 10 días, pesando el 45 % de los alevines en las primeras horas de la mañana (8.00 am a 9.00 am) individualmente en una balanza digital de 0 – 2 kg marca Mettler PE 2000 de división de 0,01 g.

Calidad del agua. Durante el bioensayo se registró diariamente la temperatura, el pH y la concentración de oxígeno disuelto antes de cada alimentación, a través de un oxímetro Oxyguard MK III. Semanalmente se determinó la concentración de nitratos y nitritos por método espectrofotométrico, con la cuantificación del azul de indofenol producto de la oxidación del compuesto amonio-fenol en presencia de nitroprusiato de sodio como catalizador y la evaluación de nitritos se hizo por el método de sulfanilamida (Fitzimmons, 1993).

Diseño experimental. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente aleatorizado. A los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de varianza de clasificación simple considerando a las dietas como único factor de variación. La diferencia entre las medias se cuantificó mediante la prueba de Duncan, (1955), utilizando el paquete estadístico STATISTICA, 6.0 (STATSOFT 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los 50 días de experimentación, la concentración de oxígeno, pH, temperatura del agua, nitratos y nitritos (tabla 2) se mantuvo en el rango óptimo para el buen crecimiento de la especie (Olivera *et al.*, 2007).

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores físico-químicos del agua.

Indicador	0	10	20	30	EE
pH	7,04	7,07	7,01	7,05	0,06
Oxígeno	4,41	4,28	4,37	4,39	0,39
Temperatura	24,11	24,07	24,19	24,17	0,12
Nitratos	0,03	0,06	0,02	0,03	0,00
Nitritos	0,02	0,01	0,03	0,04	0,00

La composición química en la *Lemna sp.* (Tabla 3) confirma lo referido por Leng *et al.*, (1995) y Than *et al.*, (1997) que las plantas del género *Lemna* por su capacidad de crecer rápidamente y producir biomásas ricas en proteínas pueden ser utilizadas como alimento para animales de granja y especial para peces.

Tabla 3. Composición bromatológica de la Harina de Lemna sp.

Alimento	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	Cenizas (%)
Harina de <i>Lemna trinervis</i>	92,31	27,59	2,08	7,22	22,60

El análisis de la biomasa cosechada destaca entre otros elementos el valor de materia seca, que resulta bajo (7,69 %) coincidiendo con Leng *et al.*, (1994) que reporta valores promedios entre 5,7 a 8% en dependencia del balance de nutrientes presentes en el efluente. Sin embargo, estos valores resultan inferiores a los reportados por Pablos (2001) obtuvo un 7,1 a 4,8 % y Pinto *et al.*, (2000) quienes refieren un valor de 5,1%.

Debido al bajo porcentaje de materia seca de la *Lemna trinervis* es que se recomienda se utilice este alimento alternativo en la alimentación animal con un tratamiento de secado previo para disminuir los volúmenes de inclusión o para realizar un ensilaje.

Los indicadores de crecimiento (PF, GM y GMD) no se afectaron por el porcentaje de inclusión de *Lemna trinervis*. Los mejores resultados se obtuvieron con un nivel de inclusión del 20 %, el cual no difiere del control (tabla 4). Esto concuerda con informes

de El-Sayed *et al.*, (2003), quien reemplazó la harina de pescado por harina de *Lemna sp.* en forma fresca y deshidratada, sin afectar el crecimiento de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*). Hasan *et al.*, (2005) al alimentar carpa común (*Cyprinus carpio*) con harina de azolla (*Azolla sp.*) y harina de espinaca (*Ipomoea aquatica*), tampoco obtuvieron diferencias con respecto al alimento comercial.

Tabla 4. Comportamiento de los indicadores productivos.

<i>Lemna trinervis</i> , %						
Detalle	0	10	20	30	ES	Sig
Peso inicial, g	1,36	1,50	1,40	1,45	0,04	
Peso final, g	10,22 ^{ac}	9,97 ^{ad}	10,52 ^c	10,13 ^d	0,11	*
GM, g	8,85 ^a	8,47 ^b	9,12 ^a	8,22 ^b	0,10	**
GMD, g/día	0,17	0,16	0,18	0,16	0,00	
FCA	2,32	2,38	2,26	2,38	0,40	
Consumo gMS/día	0,91	0,90	0,91	0,88	0,01	
Eficiencia Alimenticia	0,43	0,42	0,44	0,42	0,00	
Supervivencia, %	97,33	98,12	98,67	97,41	0,04	

^{a,b,c,d.} Medias con letras diferentes en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

En muchos trabajos se informa la utilización de la *Lemna trinervis* fresca, para la alimentación de la tilapia roja (*O. mossambicus x O. niloticus*), mostrando una gran facilidad en la ingestión y una eficiente utilización de los nutrientes (Gaigher *et al.*, 1984). No obstante, el crecimiento del híbrido es relativamente lento con una ganancia diaria aproximada de 0,6 g/pez cuando sólo se suministra esta planta en fresco; en cambio cuando se adiciona en forma de harina al alimento balanceado, la tasa de crecimiento aumenta el doble, mientras que la ganancia diaria se triplica. (Nagy *et al.*, 2001)

El PF y la GM disminuyeron ($P < 0,05$) con la inclusión de 30 % de harina de *Lemna trinervis* con respecto a los demás tratamientos, entre los cuales no hubo diferencias. No se presentaron diferencias significativas en el consumo de MS. Este comportamiento pudo deberse a que la dieta experimental contenía de 0,80 % más de fibra que el resto y se conoce que la digestibilidad de todo tipo de dieta suele decrecer, en mayor o menor grado, a medida que los peces consumen niveles crecientes de fibra en el alimento (Toledo y García, 1996). Otra posible explicación es que un porcentaje importante de la proteína de la lemna debe estar ligada a fibra, lo que limita la digestión de este nutrimento Gutiérrez *et al.*, (2001).

El nivel energético de las dietas no parece haber afectado el comportamiento productivo de los alevines. Cuando el aporte de energía y PB es adecuado se obtienen buenos rendimientos. Resultados similares fueron indicados por Plascencia *et al.*, (2002) y quienes utilizaron dietas con diferentes niveles de proteína y energía en la alimentación de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y lograron niveles de proteína aceptables, con una relación 2:1 proteína – energía. Los resultados obtenidos en esta

investigación están en correspondencia con los estudios realizados por Proenza (2006) con niveles de energía (2750 y 2850 Kcal/kg), los mismos indicaron que el más eficiente correspondió a 2750 Kcal/kg.

Los indicadores de utilización del alimento (FCA y EA) sugieren que el aprovechamiento de la harina de *Lemna trinervis* por los alevines de tilapia aurea fue bueno. Esto puede obedecer a diversas razones: el aporte de aminoácidos de la *Lemna trinervis*., específicamente de lisina, metionina y triptófano, considerados limitantes en las dietas para peces (NRC, 1993).

Estos resultados surgieron que la harina de *Lemna trinervis* puede remplazar parcialmente a la harina de pescado, sin alterar los indicadores de crecimiento, utilización del alimento y supervivencia en alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*). Por tanto, representa una alternativa de fuente proteica para peces dulceacuícolas, de gran valor comercial, especialmente a nivel cooperativo familiar donde se utilizan alimentos balanceados en pequeñas cantidades.

CONCLUSIONES

- La harina de *Lemna trinervis* se caracteriza por un alto contenido de proteína y un adecuado nivel de fibra bruta, posibilitando su uso en dietas para la tilapia aurea (*Oreochromis aureus*).
- La utilización del 20 % de harina de *Lemna trinervis* en la ración de alevines de tilapia aurea (*Oreochromis aureus*), permite alcanzar niveles de peso vivo, ganancia, consumo, conversión alimenticia y supervivencia similares a los obtenidos con el tratamiento control.

BIBLIOGRAFÍA

- Buddington, R. K. (2009). Digestion of an aquatic macrophyte by *Tilapia zilli*. Journal of Fish Biology, 15:449.
- Caicedo, J. R., S. P Van Der y H. Gijzen. (2000). Effect of total ammonium nitrogen concentration and pH on growth rates of duckweed (*Spirodela polyrrhiza*). Water Research. 3:12.
- Duncan, B. (1955). Multiple ranges and multiple F test. Biometrics 11:1.
- El-Sayed, A. M., C. R. Mansour y A. A. Ezzat. (2003). Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. Aquaculture 220:619.

- Fitzimmons, K. (1993). Cultivo de tilapia en sistemas de recirculación. *Aquac. Mag.*, 29 (2):7-9.
- Gaigher, I. G., D. Porath y G. Granoth. (1984). Evaluation of duckweed (*Lemna gibba*) as feed for tilapia (*O. niloticus* x *O. aureus*) in a recirculating unit. *Aquaculture*, 41:235-244.
- Gutiérrez, K. L.; F. Sanginés, y L. Martínez. (2001). Estudios del potencial de la planta acuática *Lemna gibba* en la alimentación de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(4):19-22.
- Hasan, M. R., D. J. Macintosh y K. Jauncey, (2005). Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture* 151: 55.
- Leng, R. A., J. H. Stambolie, y R. Bell, 1994. Duckweeds a potential high rotein feed resource for domestic animal fish. Armidales, University of New England, Center for Duck weed Research and development.
- Nagy, S. [et al.]. (2001). Potential food uses for protein from tropical and subtropical plant leaves. *J. Agric. Food Chem.*, 26 (5):1016-1028.
- NRC. (1993). Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington D.C. USA. 128 pp.
- Olivera, J., E. Olivera, y P. Sing. (2007). Utilization of schrimp waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed. *Bioresource Technology*, 98:602.
- Pablos, R. P. (2001). Estudio del rendimiento y la composición química de la *lemna* sp. cultivada en agua residual de una instalación porcina. Tesis en opción al grado de Master en Nutrición Animal. Bayamo. Granma. Cuba.
- Preston, T. R. y R. A. Leng. (2003). Diagnóstico general y tendencias en relación con la ganadería y el medio ambiente. *Revista ACPA*, 2:34–39.
- Pinto, S, L. (2000). Producción de las plantas acuáticas *Lemna minor* y *Azolla filiculoides* y su uso Conjuntamente con la harina de pescado en raciones para cerdos. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. UCV. Maracay. Venezuela.
- POT-01.03.01. (2006). Fertilización de estanques. M.I.P. Cuba. p. 9.
- Plascencia, J. M., M. A Olvera y J. L. Arredondo. (2002). Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysates in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *J.Sci. Food Agr.*, 82:753-759.

- Proenza C. O. (2006). Acuicultura no brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPQ / Ministério da Ciência e Tecnologia. p 143-179.
- San Thy, [et al.]. (2008). Effect of water spinach and duckweed on fish growth performance in poly-culture ponds. Livestock Research for Rural Development. v. 20, Article #16. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/1/sant20016.htm> (Fecha de consulta: 12 de diciembre 2011).
- StatSoft, Inc. (2003). STATISTICA (data analysis software system), version 6. Disponible en: <http://www.statsoft.com> (Fecha de consulta: 12 de diciembre 2011).
- Tacon, A. G. J. (1987). The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual II. Nutrient sources and composition. FAO. p. 129.
- Toledo, J. y M. C. García. (1996). Manual Práctico de Nutrición y Alimentación de peces de agua dulce. Centro de preparación acuícola de Manpostón. La Habana.
- Than, H. D. [et al.]. (1997). Nitrogen Digestion and metabolism in Mong Cai pigs fed sugar cane juice and diference foliages as source of protein. Livestock Research for Rural Development. 9:17.