

Lenteja de agua, una opción en dietas para tilapia roja

^{1*} González Salas, Raúl, ¹ Romero Cruz, Oscar, ² Valdivié Navarro, Manuel, ^{3, 4} Ponce Palafox, Jesús

¹ Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de Granma, carretera a Manzanillo km 17, Aptdo. Postal 21. Bayamo, Granma 85100.

² Instituto de Ciencia Animal. La Habana.

³ Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca. México.

⁴ Universidad Autónoma de Nayarit-FMV-ENIP-CUVEDES. Nayarit. México.

e-mail: rgonzalezs@udg.co.cu

Resumen

Los alimentos no convencionales constituyen una fuente potencial de inestimable valor en la dieta de especies acuícolas omnívoras/herbívoras, contribuyendo al desarrollo de sistemas de producción acuícolas de bajo costo. Con esta finalidad se determinó el comportamiento productivo de alevines de tilapia roja alimentados con diferentes niveles de Harina de Lemna sp. (Lenteja de agua) en la ración. Se desarrolló un experimento con 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, 6, 12 y 18 % de Harina de Lemna sp. Se midieron los principales factores físico-químicos del agua y productivos, obteniéndose los mejores resultados con el 12% de inclusión hasta los 50 días. Los resultados demuestran que el mejor comportamiento lo tuvieron los animales sometidos a la dieta de 12 % de harina de Lemna perpusilla con peso final de 10,52 g respectivamente y factor de conversión de 4,98. La inclusión de Lemna sp. y de soya hace más rentable la producción, pues las medias del Factor de Conversión Económico son 974, 837, 720 y 680 dólares por tonelada de tilapia. Todo esto permite expresar que al incluir la Harina de Lemna sp. deshidratada en la dieta de alevines de tilapia roja se obtienen resultados productivos satisfactorios.

Palabras Claves: Lemna sp., alevines, biomasa y composición química

Summary

Duckweed, an option in diet for red tilapia

Non-conventional foods are a source of great dietetic value in the raising of omnivorous and herbivorous species contributing to the production of fish at a low cost. Having this approach the behaviour of the red tilapia raising was determined as they are fed with different Lemna sp. flour as a part of their current food supplies. 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 conformed for the inclusion levels of 0, 6, 12 and 18 % Lemna sp. meal. The main physical-chemical water factors and productive indicators were measured. The best results were obtained with the 12 % level of Lemna sp. meal with final weight of 10,52 g respectively and factor of conversion of 4,98. The inclusion of Lemna sp. and soy makes more profitable the production, because the stockings of the Economic Factor of Conversion are 974, 837, 720 and 680 dollars for ton of tilapia. All these facts allow to state that when including dehydrated Lemna sp. in the diet of red tilapia fingerling satisfactory productive results are obtained.

Key words: Lemna sp, fingerlings, biomass, chemical composition.

Introducción

La Lenteja de agua o Lemna (Lemna sp), es una de las macrófitas acuáticas flotantes que con más intensidad se ha estado evaluando 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 y cols., 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 más 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 (Damas y Millares, 2003). Uno de los ingredientes más empleados es la harina de soya, por su alta calidad y contenido proteico, pero su obtención constituye un proceso costoso. Por esto el objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de la *Lemna sp.* en dietas para alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), con el fin de contribuir al desarrollo de sistemas acuícolas de bajo costo.

Materiales y métodos

Cultivo de la *Lemna sp.* y producción de la harina. Se desarrolló el experimento en una Estación de Alevinaje de la Provincia Granma en la Región Oriental de Cuba, la primera etapa de la investigación estuvo destinada a la producción de *Lemna sp.*, 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 sp.* 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).

Se evaluó el rendimiento de biomasa fresca de *Lemna sp.* en el área que representan los dos estanques durante los meses de octubre a enero, realizándose cosechas de forma manual cada 7 días (g m⁻²) y la cosecha total por meses (kg m⁻²).

La biomasa fresca cosechada se transportó hacia una manta de naylon 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. La composición química de los alimentos y las dietas experimentales se muestra en la tabla 1 y 2. Se prosiguió al pesaje de los ingredientes en una balanza digital Mettler PE 3600 con ±0.01 g de precisión, incluyendo la *Lemna sp.* en 0, 6, 12 y 18 %, se utilizó como referente los resultados obtenidos por Ponce y Fitz (2004). Los ingredientes se mezclaron hasta obtener una apariencia homogénea durante cinco minutos.

Tabla 1. Composición bromatológica (% BS) de los alimentos utilizados en la formulación de las diferentes raciones para alevines de tilapia roja.

Detalle	Nutrientes (%)								
	MS	PB	FB	EE	Cen	ELN	MET	LIS	TREO
H. Pescado	91.26	65.21	0.18	7.36	15.50	3.02	2.00	5.90	2.60
H. Soya	94.26	45.00	2.00	2.45	6.61	38.20	0.60	2.70	1.70
H. <i>Lemna sp.</i>	92.31	27.59	7.22	2.08	22.60	32.83	1.48	2.54	3.52

Tabla 2. Composición y aporte de las dietas según niveles de sustitución de Harina de Lemna sp.

INGREDIENTES	Control (%)	H.L. 6%	H.L. 12%	H.L. 18%
H. Pescado	20,00	10,00	7,00	5,00
H. Soya	28,00	41,70	43,70	44,20
H. Lemna	-	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
EM, MJ/KgMS	12,7	12,7	12,7	12,7
Costo (us/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; Rivo flavina 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, a continuación se trituro 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 %. Para el análisis de los costos se tuvieron en cuenta los precios de los principales alimentos utilizados en las raciones de los organismos, los cuales fueron a razón de: 882.83, 257.01, 5.56 USD. t⁻¹ para la H. Pescado, H. Soya y la H. Lemna sp.

Características del bioensayo. Se utilizaron 300 alevines de tilapia roja 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 sp. 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 diaria (GMD)= $\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial} / \text{tiempo de cultivo}$, factor de conversión alimenticia (FCA, base seca)= $\text{alimento añadido (base seca)}/\text{ganancia de peso y supervivencia (S)}$ = $\text{No. animales finales} / \text{No. de animales iniciales} \times 100$, 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

El rendimiento de la Lemna sp. fresca por cosecha total por meses (tabla 3) muestra que el mayor volumen de producción del material fresco (2.70 a 2.73 kg m^{-2}) se obtuvo en los meses de octubre a diciembre. La cosecha del mes de enero fue la de menor rendimiento con 2.08 g m^{-2} respectivamente.

Tabla 3. Composición bromatológica (% BS) de los alimentos utilizados en la formulación de las diferentes raciones para alevines de tilapia roja.

Variables	Meses				ES	P
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero		
M. Fresca (kg m^{-2})/mes	2.70 ^a	2.73 ^a	2.72 ^a	2.08 ^b	9.27	0.0000

En la fila, medias (valores) con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0.05$)

Durante los 50 días de experimentación, la concentración de oxígeno, pH, temperatura del agua, nitratos y nitritos (tabla 4) se mantuvo en el rango óptimo para el buen crecimiento de la especie (Olivera y cols. 2007).

Tabla 4. Comportamiento de los indicadores físico-químicos del agua

Indicador	0	6	12	18	EE
pH	6,96	6,95	7,07	6,95	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 5) confirma lo referido por Leng y cols. (1994) y Than y cols. (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 5. Composición química de la Harina de Lemna sp.

Alimento	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	Cenizas (%)
Harina de Lemna sp.	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 y cols. (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 y cols. (2000) quienes refieren un valor de 5,1%.

Los valores de PB obtenidos se ubican dentro del rango de 26,05 a 30,12 % indicado por Goddar y Mclean (2007) para la Lemna sp. en aguas residuales porcinas. Sin embargo, estos valores resultan inferiores a los reportados por Culley y Epps (1973) para Lemna minor, con valores de 40 % y a los referidos por Leng y cols. (1994) en un rango de 35 a 43 % al estudiar Lemna disperma.

El nivel de PB obtenido puede estar relacionado fundamentalmente a la concentración de nutrientes del agua aportada por la excreta porcina, pudiendo incrementar su proporción en el agua a medida que se aumenta el nivel de fertilizante orgánico en el agua. Efecto observado por Bui y cols. (1996) al fertilizar Lemna gibba cultivada en estanques plásticos con 0.5 l / m² / día de excreta porcina procedente de un biodigestor.

Al analizar los indicadores de crecimiento la GMD no se afectó por el tanto por ciento de inclusión de Lemna sp., mostrándose diferencia significativa para el peso final. Los mejores resultados se obtuvieron con un nivel de inclusión del 12 %, el cual no difiere del control (tabla 6). Esto concuerda con informes de El-Sayed y cols. (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 y cols. (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 6. Comportamiento de los indicadores productivos

Detalle	Lemna sp., %				ES	Sig
	0	6	12	18		
Peso inicial, (g)	1,36	1,50	1,40	1,45	0,05	
Peso final, (g)	10,22 ^{ac}	9,97 ^{ad}	10,52 ^c	10,13 ^d	0,11	*
GMD, (g/día)	0,17	0,16	0,18	0,16	0,00	
FCA	5,13	5,31	4,98	5,06	0,40	
Consumo, (g MS/día)	0,91	0,90	0,91	0,88	0,01	
Supervivencia (%)	97,33	98,12	98,67	97,41	0,04	
FCE, (US/t)	974	837	720	680		

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

En muchos trabajos se informa la utilización de la Lemna sp. 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 y cols. 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 (NRC, 1993); 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 y cols. 2001).

El PF disminuyó ($P < 0,05$) con la inclusión de 18 % de harina de Lemna sp. con respecto a los demás tratamientos, entre los cuales no hubo diferencias. No se presentaron diferencias significativas en el consumo de MS, aunque se observó su disminución en la dieta con inclusión del 18 % (0,88 %). Este comportamiento pudo deberse al mayor contenido de fibra de esta dieta en comparación con 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 sp. debe estar ligada a fibra, lo que limita la digestión de este nutrimento Gutiérrez y cols. (2001).

El comportamiento del FCA no difiere significativamente para los tratamientos mostrando mejoría con la inclusión del 12 % de harina de Lemna sp. (4.98) con respecto al control que presentó un valor de 5.13. Los valores alcanzados son altos comparados con los reportados por Furuya (2006), al obtener valores de conversión alimentaria en dietas para tilapia de 2.25 a 2.29 para niveles de inclusión del 12 y 15 % de harina de Lemna perpusilla como alimento proteico principal. Rowland y cols. (2006) refiere valores similares a los obtenidos en este trabajo en el orden de los 4.4 y 5.8 en la alimentación de perca plateada.

La inclusión de Lemna sp. y de soya hace más rentable la producción, pues las medias del Factor de Conversión Económico son 974, 837, 720 y 680 dólares por tonelada de tilapia.

Estos resultados sugieren que la harina de Lemna sp. junto a la harina de soya permiten obtener adecuados indicadores de crecimiento y supervivencia en alevines de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), no así los indicadores de utilización del alimento que resultaron bajos. Por tanto, representa una alternativa de fuente proteica vegetal para peces dulceacuícolas, de gran valor comercial, especialmente a nivel cooperativo familiar donde se utilizan alimentos balanceados en pequeñas cantidades.

Conclusión

1- La harina de *Lemna* sp. se caracteriza por tener niveles de proteína y de fibra bruta aceptables, posibilitando su uso en dietas para híbridos de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*).

2- La utilización del 12 % de harina de *Lemna* sp. en la ración de alevines del híbrido de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*), permite alcanzar niveles de peso vivo, ganancia, consumo, conversión alimenticia y supervivencia similares a los obtenidos con el tratamiento control.

3- La inclusión de *Lemna* sp. y de soya produce los mismos resultados de crecimiento y conversión que los obtenidos con el control, lográndose mayor rentabilidad en la producción y mejora de los índices del Factor de Conversión Económica.

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al Laboratorio de Acuicultura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca. México y a la Estación Acuícola "Acuipaso", especialmente a la Dra. Mercedes Basterrechea, por todas las facilidades prestadas para la realización de este trabajo.

Bibliografía

1. Buddington, R. K. 2009. Digestion of an aquatic macrophyte by *Tilapia zilli*. *Journal of Fish Biology* 15: 449.
2. Bui, M. X., Ogle, R. B. & Preston, T. R. 1996. Duckweed (*Lemna spp.*) as replacement for roasted soya beans in diets of broiler ducks on a small scale farm in the Mekong Delta. *Livestock Research for Rural Development*. 8: 3.
3. Caicedo, J. R., Van Der, S. P., Arce, O. y Gijzen, H. 2000. Effect of total ammonium nitrogen concentration and pH on growth rates of duckweed (*Spirodela polyrrhiza*). *Water Research*. 3: 12.
4. Culley, D. D y Epps, E. A. 1973. Use of duckweeds for water treatment and animal feed. *J. Wat. Pollute. Control Feed*. 337: 347.
5. Damas, T. y Millares, N. 2003. Crecimiento de las Carpas Chinas en diferentes instalaciones. *Rev. ACUACUBA*, Vol5, N 2. 20 pp.
6. Duncan; B. 1955. Multiple ranges and multiple F test. *Biometrics* 11:1.
7. El-Sayed, A. M., Mansour, C. R., y Ezzat, A. A., 2003. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture* 220: 619.
8. Fitzimmons, K. 1993. Cultivo de tilapia en sistemas de recirculación. *Aquac.Mag.*, 29 (2). 7:9.
9. Furuya, W. M. 2006. Alimentos ambientalmente correctos para piscicultura. In: 38th Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zoot, p. 515.

10. Gaigher, I. G., Porath, D. y Granoth, G. 1984. Evaluation of duckweed (*Lemna gibba*) as feed for tilapia (*O. niloticus* x *O. aureus*) in a recirculating unit. *Aquaculture*, 41: 235-244.
11. Goddard, J. S. and E. McLean. 2007. Acid insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia (*Oreochromis aureus*). *Aquaculture* 194:93.
12. Gutiérrez, K. L.; Sanginés, F. y Martínez, L. 2001. Estudios del potencial de la planta acuática *Lemna gibba* en la alimentación de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 35, No. 4.
13. Hasan, M. R., Macintosh, D. J y Jauncey, K. 2005. Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry. *Aquaculture* 151: 55.
14. Leng, R. A.; Stambolie, J. H y Bell, R. 1994. Duckweeds a potential high rotein feed resource for domestic animal fish. *Armidales*, University of New England, Center for Duck weed Research and development.
15. Nagy, S., Telek, L., Hall, N.T. y Berry, R. E., 2001. Potential food uses for protein from tropical and subtropical plant leaves. *J. Agric. Food Chem.*, 26 (5): 1016-1028.
16. NRC. 1993. Nutrient requirements of fish. National Academy Press. Washington D.C. USA. 128 pp.
17. Olivera, J., Olivera, E. y Sing, P. 2007. Utilization of schrimp waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus*) feed. *Bioresource Technology*. 98:602.
18. 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 del grado de Master en Nutrición Animal. Bayamo. Granma. Cuba.
19. Preston, T. R. y Leng, R. A. 2003. Diagnóstico general y tendencias en relación con la ganadería y el medio ambiente. *Revista ACPA* No.2, p. 34 – 39.t
20. 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.
21. Ponce, J. T. y Fitz, M. 2004. *Azolla mexicana* y *Lemna sp.* como alimentos suplementarios en el policultivo de juveniles de tilapia (*Oreochromis hornorum*) y carpa barrigona (*C. C. rubrofuscus*) bajo condiciones semicontroladas en: I Congreso Nacional de Acuicultura SEPESCA, Pachuca, Hidalgo. México. p. 6
22. POT-01.03.01. 2006. Fertilización de estanques. M.I.P. p. 9. Cuba.

23. Plascencia, J. M., Olvera, M. A., Arredondo, J. L. y Shirai, K., 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.
24. Proenza C. O. 2006. Acuicultura no brasil: bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPQ / Ministério da Ciência e Tecnologia, pp 143-79.
25. San Thy, Khieu Borin, Try Vanvuth, Pheng Buntha and Preston T. R. 2008. Effect of water spinach and duckweed on fish growth performance in poly-culture ponds. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #16. Retrieved March 13, 2008, from. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/1/sant20016.htm>
26. StatSoft, Inc. (2003). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
27. 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.
28. Toledo, J. y García, María. C. 1996. Manual Práctico de Nutrición y Alimentación de peces de agua dulce. Centro de preparación acuícola de Manpostón. La Habana. Cuba.
29. Than, H. D., Van, L. N., Rodríguez, L. y Ly, J. 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.
30. Rowland S.J., Mifsud C., Nixon M. y Boyd P. 2006. Effects of stocking density on the performance of the Australian freshwater silver perch (*Bidyanus bidyanus*) in cages. *Aquaculture*, 253: 301-308.