

## EXPERIENCIAS DEL CULTIVO DE LA MORERA *Morus alba*. L., 1753 (ROSALES: MORACEAE) Y SU UTILIZACIÓN EN LA ALIMENTACIÓN DE TILAPIA NILÓTICA *Oreochromis niloticus*, Trew, 1984 (PERCIFORMES: CICHLIDAE) PARA PROGRAMAS DE SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL TRÓPICO\*

Christine M. Hahn-von-Hessberg<sup>1</sup>, Alberto Grajales-Quintero<sup>2</sup>, Sebastian Grajales-Hahn<sup>3</sup>

### Resumen

**Objetivos:** Considerar como una de las alternativas viables para la disminución de costos de alimento en los programas de seguridad alimentaria la utilización de plantas forrajeras comunes de zonas tropicales, en las dietas de los peces. **Metodología:** Se recopilieron las experiencias exitosas obtenidas por 20 años en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas, utilizando la morera (*Morus alba*) como planta forrajera y suministrada a la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en fase de levante y engorde. **Resultados:** Se han obtenido crecimientos en estanques entre 0,6 a 1,2 g/pez/día con suministro de morera fresca y una conversión de 1,9 y la harina de hoja de morera incluida en alimentos balanceados dio como resultado un crecimiento promedio de 1,6 g/pez/día. **Conclusiones:** Se sugiere el suministro de las hojas de morera de manera fresca a los peces o incluir la harina de la hoja de morera seca en el alimento balanceado, lográndose un reemplazo de la torta de soya en un 4%, para producciones piscícolas campesinas o comerciales pequeñas.

**Palabras clave:** *Oreochromis niloticus*, *Morus alba*, Cichlidae, plantas forrajeras, seguridad alimentaria.

## EXPERIENCES OF THE CULTIVATION OF MULBERRY *Morus alba* L., 1753 (ROSALES: MORACEAE) AND ITS USE IN FEEDING NILE TILAPIA -*Oreochromis niloticus*, Trew, 1984- (PERCIFORMES: CICHLIDAE) FOR FOOD SECURITY PROGRAMS IN THE TROPICS

**Objectives:** To consider the use of common forage plants of tropical zones in the diets of fish as one of the viable alternatives for the reduction of food costs in food security programs. **Methodology:** The successful experiences obtained for 20 years in the fish farm at Universidad de Caldas using mulberry (*Morus alba*) as a forage plant and provided to the Nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the raising and fattening phase were gathered. **Results:** Growth

\* FR: 10-II-18. FA: 19-IV-18.

<sup>1</sup> Esp, Msc Profesor, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: christine.hahn@ucaldas.edu.co

<sup>2</sup> Msc, Ph Profesor, Departamento de Producción Agropecuaria, Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: alberto.grajales@ucaldas.edu.co

<sup>3</sup> Estudiante Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Caldas. Manizales, Caldas, Colombia. E-mail: sebastian-graha@hotmail.com

### CÓMO CITAR:

HAHN-VON-HESSBERG, C.M., GRAJALES-QUINTERO, A. & GRAJALES-HAHN, S., 2018.- Experiencias del cultivo de la morera *Morus alba*. L., 1753 (Rosales: Moraceae) y su utilización en la alimentación de tilapia nilótica *Oreochromis niloticus*, Trew, 1984 (Perciformes: Cichlidae) para programas de seguridad alimentaria en el trópico. *Bol.Cient.Mus.Hist.Nat.U.de Caldas*, 22 (2): 42-48. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.2.5

between 0.6 to 1.2 g /fish/day in ponds has been obtained with fresh mulberry supply and a conversion of 1.9 and mulberry leaf meal included in balanced feed, resulted in average growth of 1.6 g /fish/day. **Conclusions:** It is suggested to supply the mulberry leaves to the fish in a fresh way or to include the dry mulberry leaf meal in the balanced feed, achieving a 4% replacement of the soybean cake for peasants' fish farms or small producers.

**Key words:** *Oreochromis niloticus*, *Morus* sp., Cichlidae, Feed plants, Food security.

## INTRODUCCIÓN

Aún cuando el mundo ha desarrollado tecnologías de gran envergadura, uno de los grandes factores limitantes sigue siendo la nutrición y la seguridad alimentaria, devastadores para un desarrollo equitativo de la población. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) para el año 2015, que debían reducir el hambre un cincuenta por ciento, no fueron posibles cumplirlos. Se propusieron nuevamente objetivos para el 2030, donde se pretende disminuir el hambre y la pobreza, en el cual, la piscicultura es uno de los programas de mayor importancia, en especial para poblaciones de zonas rurales y de bajos recursos, genera fuentes de empleo, que crea ingresos para millones de personas (FAO, 2016).

Es preocupante que la pesca de captura en el mundo se considera estable desde 1990, trayendo por tanto un crecimiento constante y rápido de la piscicultura continental para suplir la demanda mundial de pescado que corresponde a un 91% para consumo humano, y supera los demás sistemas de producción pecuarios. La piscicultura continental se ha desarrollado por tanto en los países en desarrollo, de los cuales el 60% es producido en Asia, seguido de América Latina y el Caribe, África y Europa (FAO, 2016).

Se estima que la industria acuícola comenzará a desacelerar su rápido crecimiento a causa de la limitación de la disponibilidad de buena calidad y cantidad de agua, sitios geográficos estratégicos, poca inversión estratégica adicionado a los problemas políticos y sociales de las regiones, los costos de las materias primas en especial la harina y aceite de pescado (FAO, 2016), donde la alimentación es considerada el 73% del costo de producción de un sistema productivo piscícola (AUNAP, 2013).

Así, la especie de mayor distribución mundial para sistemas productivos campesinos y comerciales de áreas tropicales es la tilapia nilótica, con hábitos alimenticios propicios para consumo de plantas forrajeras, cuyo requerimiento nutricional es considerado en cultivos comerciales en una proteína cruda mínima de 24% (AKIYAMA, 1992; AUNAP, 2013), proteína aportada en su mayoría por la harina de pescado

o subproductos de origen animal que participan en un promedio del 50% de la composición de la fórmula del alimento, lo que ha conllevado a la búsqueda de fuentes alternativas de proteína, económicos y de fácil acceso que satisfagan los requerimientos nutricionales de los peces, con coeficientes de digestibilidad por encima del 50%, además los materiales vegetales que posean un coeficiente de digestibilidad alto, la pérdida de nutrientes en la materia fecal es bajo por tanto el impacto negativo en el medio acuático es poco (PIMENTA *et al.*, 2008; PEZZATO *et al.*, 2002).

Como resultado, se están realizando diferentes estudios con plantas forrajeras para los diferentes sistemas de producción animal, en los que es importante disminuir el costo del alimento, para optimizar los recursos naturales. En la zona tropical existe una gran variedad de plantas forrajeras, pero es poco lo que se conoce sobre ellas, no existe una cultura en sí en utilizar alternativas naturales y económicas. Algunas de las especies con mayor distribución geográfica y de interés en piscicultura es la morera (*Morus sp.*), el bore (*Xanthosoma sagittifolium*), el botón de oro (*Tithonia diversifolia*), matarratón (*Gliricidia sepium*), el ramio (*Bohemeria nivea*), el nacedero (*Thrichanthera gigantea*), entre otros.

La morera (*Morus sp.*) perteneciente al orden de las Urticales, familia Moráceas, comprende cerca de 800 especies de árboles y arbustos, es la planta predilecta del gusano de seda (*Bombyx mori*), históricamente se conoce su uso desde el año 2640 a. C. en China, de donde se presenta la migración de la industria de la producción de la seda por Asia y luego Europa; junto a ella la siembra de morera, llega a América en 1680 desde Gran Bretaña, por medio de los españoles (LLAGOSTERA, 2006). La morera se ha usado en diferentes producciones pecuarias, por ejemplo en la alimentación de corderos al suministrarse de manera fresca presentándose un aumento de peso promedio de 80 g/día; en cabras la producción de leche aumentó un 30% (BENAVIDES, 1995), en pollos se puede reemplazar el alimento balanceado con harina de morera en un 10%, con excelentes resultados en especial para pequeños productores (LEYVA *et al.*, 2012). Se pretende incentivar el uso de plantas forrajeras como la morera para ser utilizada como alimento alternativo en la piscicultura campesina o seguridad alimentaria de zonas tropicales, con el propósito de disminuir los costos de producción de los pequeños piscicultores, por medio de las experiencias obtenidas en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas.

### Localización

Los trabajos se realizaron en la Estación Piscícola, propiedad de la Universidad de Caldas, ubicada a 75° 45' de Longitud Oeste, 5° 4' de Latitud Norte, 1050 msnm, temperatura media de 22,5°C, humedad relativa de 75% y precipitación anual de 2.377mm; región perteneciente al bosque húmedo tropical.

## Cultivo de la morera

Para sembrar la morera se debe preparar la tierra con anticipación, la cual comprende la eliminación de arvenses, posteriormente se debe labrar la tierra hasta obtener una textura suave de la misma. Al realizar la siembra de la morera, los mejores resultados obtenidos fueron a través de la propagación por estaca, técnica de multiplicación vegetal utiliza trozos de tallos que generan nuevas plantas idénticas a la planta madre (STRASSBURGER, 1994); el uso de esquejes o ramas jóvenes o delgadas no ha dado buenos resultados en la propagación de la morera; igualmente si las estacas son sembradas en bolsas para ser trasplantadas posteriormente, la mortalidad de las plántulas excede el 60%. Las estacas deben tener una longitud promedio de 30 a 35 cm, con las hojas en sus tallos, las cuales no deben ser eliminadas para evitar lesiones en las yemas. Las estacas deben ser sembradas directamente en el terreno, donde se entierran 15 cm, es importante en la primera fase el suministro de agua suficiente para el desarrollo de las raíces, una vez que estas comiencen a nacer y se fortalezcan, se puede comenzar a realizar un plan de fertilización adecuado según las características y necesidades del terreno.

Para obtener un cultivo de morera, con una buena producción de hoja y de fácil mantenimiento, las estacas deben estar sembradas a 50 cm entre sí, de tal manera que el espacio existente entre las plantas no permita el crecimiento de arvenses y por tanto no se requiera el uso de herbicidas.

Los materiales genéticos de morera existentes en la Estación Piscícola de la Universidad de Caldas son Kanva 2 (*Morus indica*), IZ 19/13 (Rosa da Fonseca) (*Morus alba*), IZ 56/4 (Tamarina) (*Morus alba*) y el híbrido IZ 13/6 (Luiz Paolieri) producto del cruce entre la variedad Fernao días (*Morus alba* L.) y la variedad Kokuso 27, procedente de Brasil (GARCÍA-CARDONA *et al.*, 2000), siendo éste último el material que mayor producción de biomasa produce, con un promedio de 25 t/ha/año, coincidiendo con BOSCHINI *et al.* (1998) y GARCÍA-CARDONA *et al.* (2000), quienes obtuvieron un promedio calculado de 21 a 28 ton/ha/año. La cosecha se realiza cada 40 a 50 días, al realizar la poda de las ramas jóvenes, dejando el tronco principal a 45 cm de altura. Después de realizar el corte de las ramas, estas pueden ser sujetas y suministradas a los peces de forma fresca, posteriormente se extraen los tallos de la morera del estanque y se devuelven al cultivo para incorporarlos a la tierra y ser utilizados como abono natural. También se puede retirar únicamente las hojas de los tallos de la morera y suministrar estas a los peces de manera fresca o secarlas para la producción de harina y posteriormente incorporarla al alimento balanceado.

## Crecimiento de *Oreochromis niloticus* alimentado con *Morus alba*

Al realizar los análisis bromatológicos de la hoja de la morera cosechada entre los 40 a 50 días, se obtuvieron los siguientes resultados: digestibilidad *in vitro* en materia seca de 89%, proteína cruda del 24%, materia seca del 85%, fibra bruta del 15%, fibra ácido detergente 18% y fibra neutro detergente 26%, cenizas de 15%, grasa 1,2%, coincidiendo con lo encontrado por CRUZ (1997); SÁNCHEZ, (2002); LEYVA *et al.* (2012); ROSAS & MALDONADO (2013), quienes reportan una digestibilidad *in vitro* en materia seca de 92%, proteína cruda de 19 al 25%, materia seca de 89%, fibra bruta 11 a 18%, nitrógeno de 3%, fibra ácido detergente 18% y fibra neutro detergente 27%, cenizas de 15%, grasa 1,1 a 2,9%. Se puede deducir que la digestibilidad de la morera es similar comparada con los coeficientes de digestibilidad de la torta de soya, la cual varía entre el 85% y el 92,4% (VÁSQUEZ-TORRES *et al.*, 2013; DELGADO & RODRÍGUEZ, 2012; GONÇALVES & CARNEIRO, 2003; PEZZATO *et al.*, 2002).

Al alimentar machos de tilapia nilótica únicamente con hojas de morera fresca *ad libitum*, los peces no presentaron un buen desarrollo, posiblemente dado por un desbalance nutricional, sugiriendo adicionar para sistemas productivos campesinos una fertilización del agua adecuada. Al adicionar al suministro de hojas de morera fresca el 1% de alimento balanceado, utilizando un 24 y 30% de proteína, se observó un incremento en el crecimiento de los peces con una ganancia de 0,6 – 0,8 g/día, lo cual para sistemas de producción de seguridad alimentaria viene a ser de interés, y al aumentar al 2% el alimento balanceado en la dieta de los peces se obtiene una conversión de 1,9 y un crecimiento de 1,1 a 1,6 g/pez/día, siendo recomendable para producciones piscícolas campesinas y comerciales pequeñas (HAHN *et al.*, 2002). Así, se puede concluir que se puede reemplazar hasta un 30% del alimento balanceado con hojas de morera fresca en cultivos piscícolas campesinos, recomendándose el uso de fertilización de estanques, siendo los mejores con piso de tierra.

Los diversos trabajos realizados sugieren que el suministro de las hojas frescas de morera a las tilapias en crecimiento y engorde puede ser a voluntad, pero no más que tres veces por semana, suplementado con fertilización del estanque para la producción de plancton o alimento balanceado mínimo del 24% de proteína una vez al día, preferiblemente en las horas de la tarde. Una de las características de un exceso en el suministro de morera fresca en tilapia es la presencia de timpanización de los ejemplares y posteriormente la muerte.

Al utilizar machos de tilapia nilótica en jaula, con un peso promedio inicial de 25 g a los cuales se les suministró una ración balanceada del 30% de proteína según las especificaciones del NRC (1993), donde se incluyó harina de hoja de morera, obteniéndose el mejor resultado con una inclusión de la misma en un 4%

reemplazando la torta de soya, obteniendo una ganancia de peso de peso de peso de 1,6 g/pez/día, (RONDON *et al.*, 2003) parámetros similares a los obtenidos por KOGSON Y CALLE (1994), GARZÓN (1997) y NAVARRO (1998), quienes trabajaron en las mismas condiciones de cultivo pero utilizando únicamente alimento balanceado. Se observó que al aumentar el porcentaje de inclusión de la harina de la hoja de morera, las tilapias presentan disminución del consumo del alimento, y por ende, deterioro de la conversión y del crecimiento, posiblemente causado por el bajo contenido de la metionina en la morera, figurando como la ley del mínimo de Liebig en este caso, el cual está sólo a un 45% de la metionina requerida por la tilapia (SANTIAGO & LOVELL, 1988; NRC, 1993), coincidiendo con AVAULT (1996), quien sugiere que el consumo de la morera se encuentra limitado por su baja digestibilidad normal en la mayoría de follajes.

## CONCLUSIÓN

La morera es una planta forrajera de excelente crecimiento y propagación en climas tropicales con corte cada 40 a 50 días, en condiciones similares a la estación piscícola, se puede utilizar las hojas frescas en la alimentación de la tilapia nilótica acompañado por fertilización del agua del estanque o suplementado en parte con alimento balanceado comercial, y las hojas secas de morera pueden incluirse en un 4% en el alimento balanceado, con conversiones óptimas para producciones piscícolas campesinas o pequeños comerciales, siendo el costo de producción atractivo; además, permite disminuir el impacto ambiental en el medio acuático.

## REFERENCIAS

- AKIYAMA, D.U., 1992.- Utilización de harina de soya en alimento para peces. (En) Asociación Americana de Soya, Singapur: Asa, 16p.
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, AUNAP, 2013.- *Diagnóstico del Estado de la Acuicultura en Colombia*, 1-160, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- AVALUT, J.W., 1996.- Fundamentals of aquaculture (In): A step by step guide to commercial aquaculture Ava, U.S.A. Publishing Company 58p.
- BENAVIDES, J., 1995.- Manejo y Utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas*, 2(7): 27-30.
- BOSCHINI, C., DORMOND, H. & CASTRO, A., 1998.- Producción de Biomasa de la Morera (*Morus alba*) en la meseta de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 9(2): 31-40.
- CRUZ-B, L.F. 1997.- Distancia de Siembra en cuatro variedades de morera (*Morus sp.*). Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- DELGADO, M.J., RODRÍGUEZ.M., C.E., 2012.- Producción y valor nutricional del cultivo de morera (*Morus alba* L.) con intercalamiento de leguminosas. *Ciencia y Agricultura*, 9(2): 7-14.
- FAO., 2016.- *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma. 224 pp.
- GARCÍA-CARDONA, J, KRAUSE-HOFMAN, B. & PEREA-BOTERO, O., 2000.- Estudio de adaptación de materiales promisorios de morera en la zona central cafetera de Colombia. *Cenicafé*, 51(1): 54-65.
- GARZÓN-L., M.F., 1997.- Cultivo intensivo de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Trewavas 1981) en jaulas. Manizales. Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- GONÇALVES, E.G. & CARNEIRO, D.J., 2003.- *Coefficientes de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para o pintado (Pseudoplatystoma coruscans)*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 779-786
- HAHN VON-H, C.M., GRAJALES-Q., A., VARGAS, J.E. & MUÑOZ, J., 2002.- Alimentación de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) con follaje de Morera (*Morus sp.*) y Bore (*Alocasia macrorrhiza* (Linneo), Schott.). In Colombia *Tres Especies Vegetales Promisorias, Nacedero (Trichanthera gigantea) (H.&B.) Nees; Botón de Oro (Thitonia diversifolia) (Hemsl.) Gray y Bore (Alocasia macrorrhiza) (Linneo)*, CIPAV, 49-64, Cali, Valle del Cauca, Colombia

- KOGSON-H., L.M. & CALLE-T., E.D., 1994.- Cultivo comparativo de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y Tilapia Roja (*Oreochromis* sp) bajo dos densidades de siembra en jaulas flotantes ubicadas en un embalse. Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- LEYVA-CAMBAR, L., OLMO-GONZÁLEZ, C. & LEÓN-ÁLVAREZ, E., 2012.- Inclusión de harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba* L.) en la alimentación del pollo campero. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12 (3): 653-659.
- LLAGOSTERA, E., 2006.- History and legends of the Chinese silk: the way of the silk. *Espacio, Tiempo y Forma UNED*. Serie II, Historia Antigua, t. 21// Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, NRC., 1993.- *Nutrient requirements of warm water fishes and shellfishes*. National Academy Press, Washington, D.C., USA.
- NAVARRO-M., F.A., 1998.- Cultivo superintensivo de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* Trewavas, 1982) en jaulas flotantes. Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- PEZZATO, L.E., MIRANDA, E.C., BARROS, M.M., QUINTERO-P, L.G., FURUYA, W.M. & PEZZATO, A.C., 2002.- Digestibilidade Aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(4), 1595-1604.
- PIMENTA, M.E.S, OLIVEIRA, M.M., LOGATO, P.V.R., PIMENTA, C.J. & FREATO, T.A., 2008.- Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. *Ciênc Agrotec*, 32, 1953-1959.
- ROSAS-MARTÍNEZ, A., MALDONADO-MARÍN, M., 2013.- Cambios morfométricos hepáticos en cachamas blancas (*Piaractus brachipomus*) alimentadas con morera (*Morus alba*) y ensilaje de pescado. *Revista CITECSA*, 4(6): 25-34
- SÁNCHEZ, M.D., 2002.- Morera: un forraje excepcional disponible mundialmente. (en): *Sericultura Colombiana*, Roma. p.17-22.
- SANTIAGO, C.B. & LOVELL, R.T., 1998.- Amino acid requirements for growth of Tilapia . *J. Nutr.* 118: 1540-1456.
- STRASSBURGER, E., 1994.- *Tratado de Botánica*. 8.ª edición. Omega Barcelona, 1088 p.
- VÁSQUEZ-TORRES, W., YOSSA, M.Y. & GUTIÉRREZ-ESPINOSA, M.C., 2013.- Digestibilidad aparente de ingredientes de origen vegetal y animal en la cachama. *Pesq. agropec. bras*, 48(8), 920-927.