



HAL
open science

Mulberry (*Morus alba*, Linn.): an interesting forage resource for livestock production

G J Martín, Yolai Noda, Gertrudis Pentón, D E García, F. García, Eliel González García, F Ojeda, Milagros Milera, O López, J Ly, et al.

► To cite this version:

G J Martín, Yolai Noda, Gertrudis Pentón, D E García, F. García, et al.. Mulberry (*Morus alba*, Linn.): an interesting forage resource for livestock production. *Pastos y Forrajes*, 2007, 30, 17p. hal-03418821

HAL Id: hal-03418821

<https://hal.inrae.fr/hal-03418821>

Submitted on 8 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal
Mulberry (*Morus alba*, Linn.): a species of interest for livestock production

G.J. Martín¹, Yolai Noda¹, Gertrudis Pentón¹, D.E. García², F. García³, E. González¹, F. Ojeda¹,
Milagros Milera¹, O. López¹, J. Ly⁴, Liliam Leiva⁵ y J. Arece¹

¹ Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: giraldo.martin@indio.atenas.inf.cu

² Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel"-Universidad de los Andes
Estado Trujillo, Venezuela

³ Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes-MINAGRI, La Habana

⁴ Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba, La Habana

⁵ Centro de Investigaciones en Bioalimentos, Morón, Ciego de Ávila

Resumen

La morera es una planta multipropósito originaria de China. Durante más de 5 000 años ha sido el único alimento del gusano de seda, debido a sus excelentes cualidades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteína y de energía. Además, es utilizada en varias regiones del mundo para la alimentación del ganado.

Por tales motivos, en el año 1996 los investigadores de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", tomando en consideración la necesidad de buscar nuevas fuentes de forrajes para la alimentación animal, reconsideraron la posibilidad de introducir al país cuatro variedades de morera procedentes de Costa Rica, sobre la base de las relaciones establecidas con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de ese país, con el fin de evaluar su comportamiento en distintas condiciones edafoclimáticas y realizar ensayos con diferentes especies de animales.

Para cumplir estos objetivos se formó un grupo multidisciplinario en el que participaron especialistas de varias instituciones y se realizaron investigaciones que han permitido caracterizar la composición bromatológica y fitoquímica de las variedades introducidas, conocer el efecto de los factores de manejo agronómico para determinar el potencial de producción de biomasa total y comestible, así como determinar el consumo, la digestibilidad y la respuesta animal.

De esta manera, se demostró que dicha planta tiene una gran capacidad adaptativa a diferentes condiciones edafoclimáticas en todo el país; puede producir entre 10 y 12 t de MS/ha/año (biomasa comestible), posee una digestibilidad de la MS superior al 80%, y los valores de ganancia de peso vivo y de producción de leche son similares a los obtenidos con la utilización de concentrados importados.

En la actualidad la morera se ha convertido en una especie conocida y utilizada en todo el país por los empresarios y los campesinos y es de gran aceptación, sobre todo para alimentar especies menores en los diferentes subprogramas pecuarios de la agricultura urbana.

Palabras clave: Morera, agronomía, calidad, producción animal

Abstract

Mulberry is a multipurpose plant which originated in China. For more than 5 000 years it has been the only feedstuff for the silkworm, due to its excellent nutritional qualities, especially its high content of protein and energy. In addition, it is used in several regions of the world for livestock feeding.

For such reasons, in 1996 the researchers of the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", taking into consideration the need to search for new sources of forages for animal feeding, reconsidered the possibility of introducing to the country four mulberry varieties from Costa Rica, based on relationships established with the Tropical Agronomic Center of Research and Training (CATIE) from that country, with the objective of evaluating their performance under different edaphoclimatic conditions and carrying out trials with different animal species.

In order to achieve these objectives a multidisciplinary group was created involving specialists from several institutions and studies were performed which have allowed to characterize the bromatological and phytochemical composition of the varieties introduced, learn the effect of the factors of agronomic management for determining the production potential of total and edible biomass, as well as the intake, digestibility and animal response.

Thus, this plant was demonstrated to have great adaptive capacity to different edaphoclimatic conditions all over the country; it can produce between 10 and 12 t DM/ha/year (edible biomass), has a DM digestibility higher than 80%, and the values of live weight gain and milk production are similar to the ones obtained with the use of imported concentrates.

Nowadays mulberry has become a species known and used all over the country by entrepreneurs and farmers and has great acceptance, especially for feeding small species in the different livestock subprograms of urban agriculture.

Key words: Mulberry, agronomy, quality, animal production

Introducción

El uso de los árboles en los sistemas de producción ganadera en el trópico, y en particular en Cuba, es una práctica que data desde hace muchos años. En el desarrollo histórico de la ganadería vacuna, los árboles siempre constituyeron un componente en los potreros como sombra, cercas vivas y fuente de madera. Incluso era muy frecuente encontrar árboles frutales como mango, tamarindo, marañón y otros en las fincas campesinas. Pero en general, eran solo elementos del entorno agroecológico existente.

La utilización de estas plantas como fuente de alimento para el ganado era poco conocida. Gracias al potencial de las instituciones científicas creadas y al personal académico formado por la Revolución, varias instituciones no tardaron en realizar trabajos de investigación, dentro del contexto de una ganadería intensiva, encaminados a introducir sistemas de alimentación y manejo del ganado que permitieran un uso más racional de los ecosistemas, y reconsideraron en un momento determinado la utilización de las especies arbóreas.

De esa manera, se comenzaron los estudios en la especie *Leucaena leucocephala* (Machado, Milera, Menéndez y García-Trujillo, 1978); en una primera fase de trabajo se introdujeron los bancos de proteína y más tarde la asociación de árboles en todo el potrero, lo cual fue denominado sistema silvopastoril o silvopastoreo (Hernández y Simón, 1994; Simón, 1998). Con estos sistemas se demostró que en condiciones de producción, es posible obtener más de 4 000 kg de leche/ha/año (Martín, Milera, Iglesias, Simón y Hernández, 2000) y hasta 800 kg/ha/año de carne vacuna (Hernández, 2000), sin suplementación con cereales y utilizando la melaza en el período seco como único insumo externo a la unidad de producción.

Dentro del contexto del uso de los árboles en los sistemas de producción animal, los bancos de forraje en los sistemas de corte y acarreo tienen un papel importante (Benavides, 1994). En este sentido, las primeras investigaciones realizadas en Cuba estuvieron centradas en el uso de *L. leucocephala* (Cáceres y Santana, 1990); posteriormente se efectuaron estudios con *Albizia lebbek* (Soca y Simón, 1995), *Gliricidia sepium* (Francisco y Hernández, 1998) y *Morus alba* (Martín, García, Reyes, Hernández, González y Milera, 2000).

La morera es una especie leñosa forrajera, utilizada en los sistemas de corte y acarreo por más de 5 000 años para alimentar el gusano de seda (*Bombyx mori*). Su introducción en Cuba data desde el siglo XIX (Fernández, 1935); en la década del 30 del siglo pasado se realizaron esfuerzos para desarrollar un programa de sericultura en Cuba y con ello el cultivo de la morera; este programa, por causas aún no esclarecidas, no tuvo un feliz término y desaparecieron muchas áreas de morera que se habían establecido en el país.

En el año 1994, con la realización del I Taller Internacional sobre Sistemas silvopastoriles en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", el Ing. Jorge Evelio Benavides Grütter, investigador del CATIE de Costa Rica, presentó un interesante trabajo sobre las potencialidades de esta planta como alimento animal. A partir de ese momento, en el marco de la colaboración desarrollada con esa Institución y gracias a la contribución realizada por el Médico Veterinario Leopoldo Fernández, se introdujeron en Cuba cuatro variedades de la especie *M. alba* con el objetivo de comprobar y/o validar, en nuestras condiciones, los promisorios resultados demostrados por ese cultivo en el trópico húmedo de Costa Rica.

Hasta la fecha se han realizado diversas investigaciones sobre la caracterización de germoplasma de esta especie, la calidad y la degradabilidad ruminal, la conservación en forma de harina y ensilaje, la respuesta

agronómica y la respuesta animal. Además, las variedades introducidas se han llevado a diferentes provincias del país, con el fin de evaluar su capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas.

En este trabajo se presentan un grupo de resultados de las investigaciones realizadas por varias instituciones cubanas, acerca del potencial de esta planta para la alimentación de diferentes especies de animales.

Caracterización del germoplasma

En la caracterización del germoplasma se realizaron dos experimentos, con el fin de estudiar el comportamiento de nueve variedades de morera durante la fase de vivero. En el primero se estudiaron las variedades Indonesia, Tigreada, Acorazonada y Criolla, y en el segundo las selecciones IZ-64 e IZ-40 y los híbridos IZ-13/6, IZ-15/7 e IZ-56/4. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado, con 10 réplicas por variedad. Los propágulos empleados se inocularon con una mezcla 1:1 de dos fitohormonas: ácido indol butírico (AIB) y ácido naftalacético (ANA) a una concentración de 4 000 ppm, y se plantaron a una distancia de 10 x 20 cm. En el experimento uno la variedad Indonesia difirió significativamente ($P < 0,05$) del resto de las variedades en términos de: supervivencia (98% a los 21 días de plantada), número de brotes por estaca (3,1 a los 49 días), longitud de las ramas primarias (32,02 cm a los 49 días) y cantidad de hojas desarrolladas por planta (3,1 brotes por planta a los 42 y 49 días). En el experimento dos no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos para los indicadores estudiados. De acuerdo con los resultados, se observó un fuerte efecto en la variedad Indonesia para cada uno de los indicadores estudiados. Los genotipos evaluados en el segundo ensayo tuvieron similar comportamiento ante estos indicadores.

Una vez terminada la etapa de vivero, se estudió el comportamiento de las nuevas introducciones (selecciones e híbridos) durante la etapa de establecimiento en condiciones de campo. La selección IZ-40 se destacó por sus buenos índices en la altura del fuste, la cantidad de ramas primarias, el grosor de las ramas, la cobertura, la hojiosidad y el bajo índice de infestación por plagas y enfermedades. De acuerdo con los resultados, se comprobó que los nuevos genotipos evaluados tuvieron un buen desarrollo en las condiciones climatológicas imperantes, especialmente el IZ-40 que mostró un mejor comportamiento general comparado con los restantes (Noda, Pentón y Martín, 2004).

Para estudiar la dinámica del crecimiento y las relaciones de interdependencia entre los indicadores morfológicos en las plantas de morera, se desarrolló un experimento con cuatro variedades (Criolla, Indonesia, Cubana y Tigreada). Las posturas se aviveraron durante 120 días y en el momento de trasplantar fueron totalmente deshojadas (tratamiento PD) o totalmente deshojadas y podadas a 50 cm (tratamiento PDP). El marco de siembra fue 1,0 x 0,5 m. No se aplicó riego y la fertilización fue de tipo orgánica (15 t de estiércol/ha). El diseño empleado fue en bloques al azar.

El número de yemas brotadas durante los primeros 21 días fue apreciable (entre 6,6 y 10,8 yemas por planta). Las plantas manifestaron un adecuado crecimiento, significativamente superior a los 66 días en las posturas deshojadas y podadas antes del trasplante, las cuales tuvieron 0,72 m de longitud y 5,78 mm de grosor del tallo principal, comparado con 0,33 m y 2,78 mm en las posturas solamente deshojadas. Ello originó un 40% de incremento en la biomasa de las hojas para el mejor tratamiento. Se demostró que el crecimiento inicial de la morera es un proceso altamente dependiente de las reservas acumuladas en el tallo y en las raíces, y se caracteriza por tres fases bien definidas: crecimiento lento (entre 0 y 21 días), aumento gradual de la velocidad de crecimiento (entre 21 y 53 días) y crecimiento intenso (entre 53 y 77 días) (Pentón, Martín, Noda, Cáceres y Alonso, 2004).

Para determinar la composición fitoquímica se realizaron dos experimentos, en los cuales se caracterizó el metabolismo secundario y la fracción nitrogenada. Mediante el tamizaje fitoquímico se investigaron 15 grupos de metabolitos, de los cuales se detectaron: los fenoles, los flavonoides, las cumarinas, los carbohidratos solubles, los esteroides, los alcaloides y las saponinas. Mediante un análisis de conglomerados se pudo comprobar que la edad de rebrote fue la variable de mayor incidencia en el comportamiento de los metabolitos secundarios en ambas épocas.

Los flavonoides se encontraron en las hojas en un rango de 1,26-3,26% MS y en los tallos tiernos entre 0,77-2,50% MS; se observó un efecto marcado de las partes de la fracción comestible. En las hojas estuvieron presentes en niveles de 1,50-1,76% MS y en los tallos tiernos entre 0,69 y 1,72% MS; no hubo un efecto significativo de los factores variedad, fertilización y época. Para las cumarinas las concentraciones en las hojas

oscilaron entre 0,43 y 0,79% MS y en los tallos tiernos entre 0,42 y 0,80% MS; la combinación de los factores variedad por fertilización generó las mayores diferencias.

Los carbohidratos solubles en las hojas se encontraron entre 10,40 y 18,78% MS y en los tallos tiernos entre 3,86 y 10,92% MS. Los niveles de esteroides totales presentaron grandes variaciones con la época, fundamentalmente en las hojas, en las que los contenidos fluctuaron entre 4,08 y 16,65 mg/g de MS; en los tallos tiernos las concentraciones oscilaron entre 0,90 y 3,76 mg/g de MS. La variedad Cubana mostró diferencias en las tendencias de los compuestos fenólicos en el período poco lluvioso.

En el segundo experimento la concentración de PB varió entre 17,02 y 22,40 %MS en las hojas y entre 7,72 y 9,68 %MS en los tallos tiernos. La proteína verdadera (PV) mostró valores entre 11,18 y 19,91% MS en el caso de las hojas y entre 4,17 y 9,00% MS en los tallos tiernos. De manera similar a la PB, las partes de la fracción comestible y la frecuencia de defoliación fueron los factores que más diferenciaron las concentraciones; la combinación de los factores variedad y fertilización proporcionó las características más diferenciadas entre las variedades en las hojas y los tallos. La variedad Cubana también presentó diferencias en las tendencias observadas con el aumento de la fertilización.

Las investigaciones realizadas permiten afirmar que los factores fertilización, variedad y época crearon variaciones numéricas discretas entre los tratamientos, aunque existió una tendencia a diferenciarse las variedades cuando se combinaron con el factor fertilización. Las concentraciones de los metabolitos secundarios y la fracción nitrogenada de *M. alba* fueron afectadas por la edad del rebrote y por las diferencias entre las partes de la fracción comestible de la planta (García, 2003).

También se determinó la composición aminoacídica de las variedades Cubana, Indonesia, Tigreada y Acorazonada; para ello se utilizaron frecuencias de corte cada 90 días y las plantas fueron fertilizadas con gallinaza a razón de 300 kg de N/ha/año (tabla 1). Los resultados demostraron que el patrón aminoacídico coincide con lo informado para la biomasa comestible de otras variedades asiáticas; sobresalieron los considerables niveles de Prolina, Glutamina, Glicina y Valina, aminoácidos relacionados con probables mecanismos de resistencia al estrés hídrico. En sentido descriptivo, los aminoácidos se encontraron en proporciones similares entre las variedades. La mayor calidad de la proteína se halló en la variedad Indonesia y la mayor concentración de nitrógeno no proteico (NNP) en la Acorazonada (García, D., inédito).

Tabla 1. Composición aminoacídica en cuatro variedades de morera.

| Aminoácido (% MS) | Variedad | | | |
|----------------------|----------|-----------|----------|-------------|
| | Cubana | Indonesia | Tigreada | Acorazonada |
| Asparagina | 1,24 | 1,46 | 1,36 | 1,28 |
| Treonina | 1,22 | 1,46 | 1,23 | 1,3 |
| Serina | 0,76 | 1,41 | 0,98 | 0,64 |
| Glutamina | 1,51 | 1,61 | 1,6 | 0,96 |
| Glicina | 1,47 | 1,49 | 1,39 | 1,49 |
| Alanina | 1,23 | 1,13 | 1,2 | 1,23 |
| Cisteína | 0,15 | 0,11 | 0,16 | 0,2 |
| Valina | 1,71 | 1,86 | 1,83 | 1,79 |
| Metionina | 0,13 | 0,1 | 0,11 | 0,11 |
| Isoleucina | 1,11 | 1,14 | 1,13 | 1,18 |
| Leucina | 1,39 | 1,5 | 1,49 | 1,51 |
| Triptófano | 0,72 | 0,65 | 0,73 | 0,72 |
| Fenilalanina | 0,39 | 0,43 | 0,35 | 0,41 |
| Lisina | 0,42 | 0,52 | 0,47 | 0,46 |
| Histidina | 0,76 | 0,88 | 0,84 | 0,66 |
| Arginina | 1,43 | 1,2 | 1,51 | 1,48 |
| Prolina | 2,13 | 2,12 | 2,12 | 2,12 |
| Total | 17,77 | 19,07 | 18,5 | 17,54 |
| PC | 20,54 | 21,20 | 20,96 | 21,12 |
| NNP | 2,77 | 2,13 | 2,46 | 3,58 |

Con el fin de determinar las plagas y las enfermedades que pueden afectar esta especie, se evaluó un campo experimental de *M. alba* sembrado con las variedades Acorazonada, Cubana, Indonesia y Tigreada, durante 15

meses. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas y los tratamientos se basaron en la combinación de cada variedad con tres frecuencias de defoliación (60, 90 y 120 días) y tres niveles de fertilización orgánica (100, 300 y 500 kg de gallinaza/ha). Para evaluar los síntomas foliares detectados, se diseñó una escala con siete grados (de 0 a 100% del área foliar afectada) y el índice de infección por el patógeno se calculó a través de la función de Townsend y Heuberger. El hongo identificado se correspondió con la especie *Cercospora mori*. Durante el establecimiento de la plantación la afectación por el patógeno fue ligera, pues no alcanzó el grado 2 de la escala utilizada (5% del área foliar afectada). La variedad Tigreada resultó menos afectada por el agente fungoso, antes y después de las tres podas. Aunque la afectación por *C. mori* fue ligera, los tratamientos donde se combinaron las variedades con la frecuencia de defoliación cada 120 días y los tres niveles de fertilización, posiblemente sean los más propicios para que el patógeno aparezca y complete todo su ciclo de vida, por lo que es evidente que las defoliaciones más frecuentes pueden considerarse como un método cultural con grandes perspectivas para el control de *C. mori*. Durante el período evaluado no se detectaron daños significativos (Lezcano y Alonso, 2002).

Entre los estudios de caracterización era importante conocer la supervivencia de la morera en condiciones de pastoreo; para ello se llevó a cabo una investigación en la EEPF “Indio Hatuey” y otro ensayo en la Estación de Pastos de Las Tunas. La morera se asoció con una gramínea y se evaluaron diferentes variedades, densidades de plantación y alturas de poda. De las variedades evaluadas la Indonesia tuvo el mejor comportamiento, al parecer por el gran número de ramas que produjo. La distancia entre surcos mayor que 2 m propició una supervivencia superior al 80%; mientras que la altura de poda no debe ser inferior a 1 m. Los resultados permiten afirmar que esta especie tiene potencialidades para ser utilizada en condiciones de pastoreo-ramoneo, pero es necesario realizar estudios con una mayor duración para definir las necesidades de fertilización y conocer mejor su persistencia en el tiempo (Medina, 2004).

Calidad y degradabilidad ruminal

En un estudio realizado para determinar la composición de los microelementos existentes en la morera (tabla 2), se estudiaron las variedades Cubana, Indonesia, Tigreada y Acorazonada, podadas con una frecuencia de corte cada 90 días y fertilizadas con gallinaza como fertilizante orgánico, a razón de 300 kg de N/ha/año. Se pudo constatar que sobresalieron los contenidos de hierro, manganeso, cobalto, níquel y zinc, elementos de vital importancia en la alimentación de los monogástricos. La biomasa es deficiente en cobre y cadmio y no cubre los requerimientos de ninguna especie animal (García, D., inédito).

Tabla 2. Composición de microelementos en cuatro variedades de morera

| Microelemento (ppm) | Variedad | | | |
|------------------------|----------|-----------|----------|-------------|
| | Cubana | Indonesia | Tigreada | Acorazonada |
| Aluminio | 14 | 18 | 13 | 19 |
| Berilio | 5 | 5 | 4 | 3 |
| Boro | 10 | 11 | 10 | 14 |
| Cobalto | 61 | 57 | 65 | 52 |
| Cadmio | 7 | 8 | 7 | 8 |
| Cobre | 9 | 12 | 11 | 8 |
| Hierro | 30 | 42 | 35 | 38 |
| Manganeso | 50 | 69 | 62 | 60 |
| Níquel | 14 | 12 | 14 | 14 |
| Selenio | 3 | 3 | 4 | 3 |
| Sulfuro | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Zinc | 12 | 11 | 8 | 13 |

En condiciones de cero riego y cero fertilización se cosechó el forraje de las variedades Tigreada, Indonesia, Criolla y Acorazonada a los 90 días de edad después del corte de establecimiento y a 0,5 m de altura sobre el nivel del suelo, con vistas a determinar la composición bromatológica y desarrollar experimentos de digestión ruminal (González, Delgado y Cáceres, 1998).

Mediante el método de las bolsas de nailon para la determinación de la degradabilidad *in situ*, se emplearon dos toros Holstein Frisian de cinco años de edad (peso promedio de 550 kg), con una cánula ruminal

permanente. Estos se alimentaron con una dieta estándar, compuesta por forraje verde de king grass troceado y ofrecido *ad libitum*. Además, se empleó un suplemento proteico a base de soya, con el fin de mantener un adecuado metabolismo ruminal para la digestión del forraje.

Las bolsas de nailon con un tamaño de poro de 50 µm, que contenían muestras de 5 g de forraje molido, fueron incubadas en el rumen a razón de tres bolsas por cada período de tiempo y réplica animal, y se extrajeron a las 0, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas después del comienzo de las incubaciones.

Para cada bolsa se determinaron las cantidades de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína bruta (PB) y fibra detergente neutro (FDN) en los residuos, expresadas como porcentajes de las muestras originales.

Se calcularon los diferentes parámetros vinculados a la extensión y al ritmo de degradación ruminal, tales como: la fracción soluble eliminada por el lavado (a), la fracción insoluble degradable por los microorganismos ruminales (b) y la constante del ritmo de degradación de b (c), para así estimar la degradabilidad efectiva (P) según Mc Donald (1981). El ritmo fraccional de pasaje desde el rumen (k) fue asumido constante a una velocidad de 0,04 por hora (proporción en base 1), valor seleccionado de acuerdo con la retención promedio que se efectúa con este tipo de dieta.

Ecuación para el cálculo de la degradabilidad efectiva:

$$P = a + bc/c + k$$

Donde:

P- Degradabilidad efectiva

a- fracción eliminada rápidamente por el lavado

b- fracción degradable lentamente

c- constante del ritmo de degradación de b

k- ritmo fraccional de pasaje desde el rumen

La composición química de cada una de las variedades se muestra en la tabla 3. Con un promedio de 27,60% de proteína bruta resultó la Tigreada, aunque sin diferencias notables con las restantes. Estos valores son similares a los obtenidos por otros autores en especies de amplio uso en la alimentación animal, como leucaena, sesbania, calliandra, gliricidia y albizia (Kamatalit, Teller y Varbelle, 1992; Cáceres y González, 1998), evaluadas en diferentes condiciones; mientras que la fibra bruta, con tenores del 15% como promedio, se mantuvo en los rangos aceptables para la porción comestible de las especies leñosas forrajeras. Por otra parte, los contenidos de materia orgánica y minerales se comportaron de manera similar y en los valores esperados.

Tabla 3. Composición bromatológica de la morera por variedad en punto óptimo de corte (%).

| Variedad | MO | PB | FB | Ceniza | Ca | P |
|-------------|-------|-------|------|--------|-------|------|
| Tigreada | 89,60 | 27,60 | 13,2 | 10,41 | 0,14 | 0,20 |
| Indonesia | 88,76 | 24,32 | 15,3 | 11,24 | 0,17 | 0,19 |
| Criolla | 88,20 | 27,06 | 16,9 | 11,80 | 0,18 | 0,26 |
| Acorazonada | 86,63 | 25,22 | 14,1 | 13,40 | 0,20 | 0,15 |
| Promedio | 88,30 | 26,05 | 14,9 | 11,71 | 0,173 | 0,20 |

Las características de la degradabilidad de la materia orgánica se presentan en la tabla 4. Al comparar los resultados con los reportados por Kamatalit *et al.* (1992) en *L. leucocephala*, se observó una degradabilidad efectiva superior en la morera (48,8 vs 47,2), determinada fundamentalmente por una mayor fracción lentamente degradable (b); solo la fracción soluble (a) fue superior en la leucaena.

Tabla 4. Características de la degradabilidad de la materia orgánica de la morera en comparación con la leucaena.

| | Morera | Leucaena |
|---------------|--------|----------|
| a (%) | 27,83 | 30,7 |
| b (%) | 48,95 | 45,4 |
| a + b (%) | 76,77 | 76,1 |
| c (por hora) | 0,03 | 0,03 |
| P (%) k= 0.04 | 48,81 | 47,2 |

La cinética de degradación se corrigió de acuerdo con las ecuaciones de regresión lineal calculadas con respecto al tiempo de incubación, al considerarse la tendencia evidenciada durante el período. Las ecuaciones estimadas fueron: $y = 3.723 + 0.0125(x)$ para el caso de la materia seca (MS) (fig. 1); $y = 3.61 + 0.0251(x)$ para la fibra detergente neutro (FDN) (fig. 2).

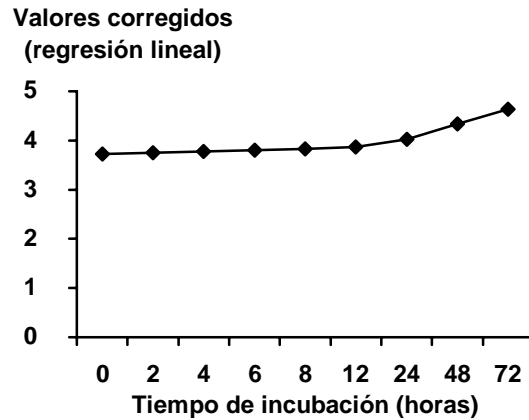


Fig. 1. Cinética de degradación de la MS de la morera a nivel ruminal.

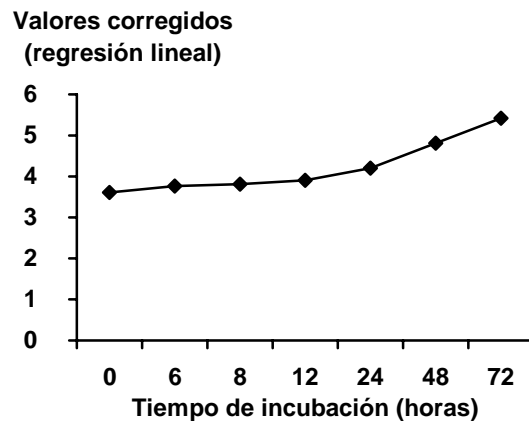


Fig. 2. Cinética de degradación de la fibra detergente neutro (FDN) a nivel ruminal.

Como se aprecia, existió un incremento sustancial en la velocidad de la digestión del forraje en su totalidad a partir de las 24 horas de reacción con el licor ruminal, y sus máximos valores se estabilizaron en el período que media entre las 48 y 72 horas de incubación experimental.

La figura 3 muestra, de manera porcentual, la evolución de la degradabilidad de la materia seca en sus valores naturales, y la figura 4 la degradabilidad de la fibra detergente neutro.

El punto de despegue de la degradación del material desde el primer día de incubación, es justificado quizás por una dependencia de la degradabilidad total (fig. 3) con la degradabilidad de la fibra detergente neutro, que aun cuando no se determinó, se estima que sea una proporción mínima del resto de los compuestos estructurales de la pared celular (fibra detergente ácido, FDA); es decir, una vez que se digieren los componentes más fibrosos se presupone una actividad fermentativa mucho más rápida de los elementos que estén aún sin descomponer.

La calidad nutricional de esta especie forrajera se demostró, una vez más, por su alto índice de degradabilidad (aproximadamente 90%), lo cual coincide con los coeficientes de digestibilidad reportados por varios autores en esta planta cuando se utiliza como suplemento (Rojas, Benavides y Fuentes, 1994; Benavides, 1996).

Se demostró, a su vez, que cuando el forraje se cosecha en punto óptimo de corte, los contenidos de los elementos lignocelulósicos presentes en los compuestos de la pared celular no impiden que las bacterias y los demás microorganismos celulolíticos de la flora ruminal efectúen una eficiente digestión de estos elementos, a pesar de tratarse de una especie leñosa.

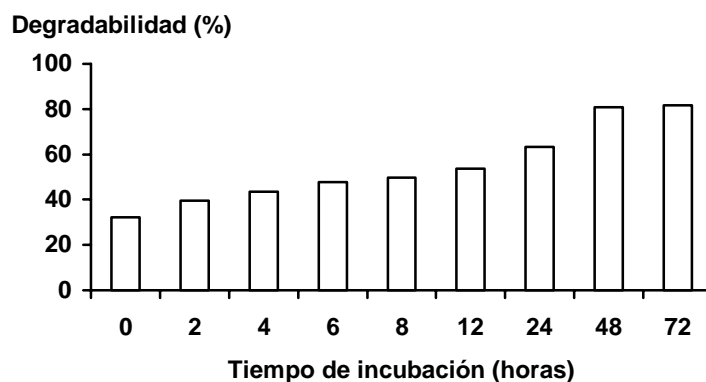


Fig. 3. Degradabilidad de la materia seca

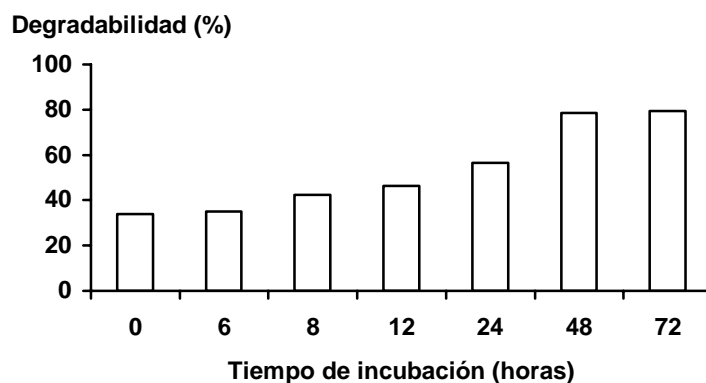


Fig. 4. Degradabilidad de la fibra detergente neutro (FDN) de la morera a nivel ruminal.

Conservación en forma de harina y ensilaje

Tomando en consideración que no existen antecedentes de cómo se comporta la morera ante la deshidratación al sol, se consideró necesario efectuar investigaciones que condujeran a determinar las mejores tecnologías para fabricar harina de esta planta (Ojeda, Montejo y Pérez, 2004).

Para obtener el material verde necesario, se utilizaron parcelas de morera con más de dos años de establecidas en un suelo Ferralítico Rojo, las que recibieron como fertilizante gallinaza a razón de 150 kg de N/ha/año en los cortes del período lluvioso. En los dos ensayos la edad de rebrote fue de 90 días.

En el primer experimento se determinó la curva de deshidratación al sol; para ello se tomaron ocho bolsas plásticas de malla fina, con una capacidad de hasta 2 kg de masa verde. En cuatro bolsas se introdujo morera troceada a 2 cm y en las restantes la planta entera dividida en trozos de 30 cm.

Todas fueron expuestas al sol y pesadas a intervalos regulares, hasta que alcanzaron el peso constante. Con posterioridad se introdujeron durante 24 horas a 105°C en una estufa de circulación de aire forzado para determinar la humedad residual.

En el segundo experimento la planta entera, una vez deshidratada al sol, se sometió a un proceso de deshoje de forma manual, eliminando los tallos, para posteriormente confeccionar harina de las hojas, a la cual se le determinó su composición bromatológica.

En la figura 5 se muestra que la pérdida de agua en la planta entera de morera siguió un patrón muy parecido al de los forrajes, con un descenso rápido en las primeras ocho horas y después una pérdida mucho más lenta durante todo el tiempo de exposición. Sin embargo, cuando la morera se trocó este descenso fue menos abrupto y la deshidratación más lenta.

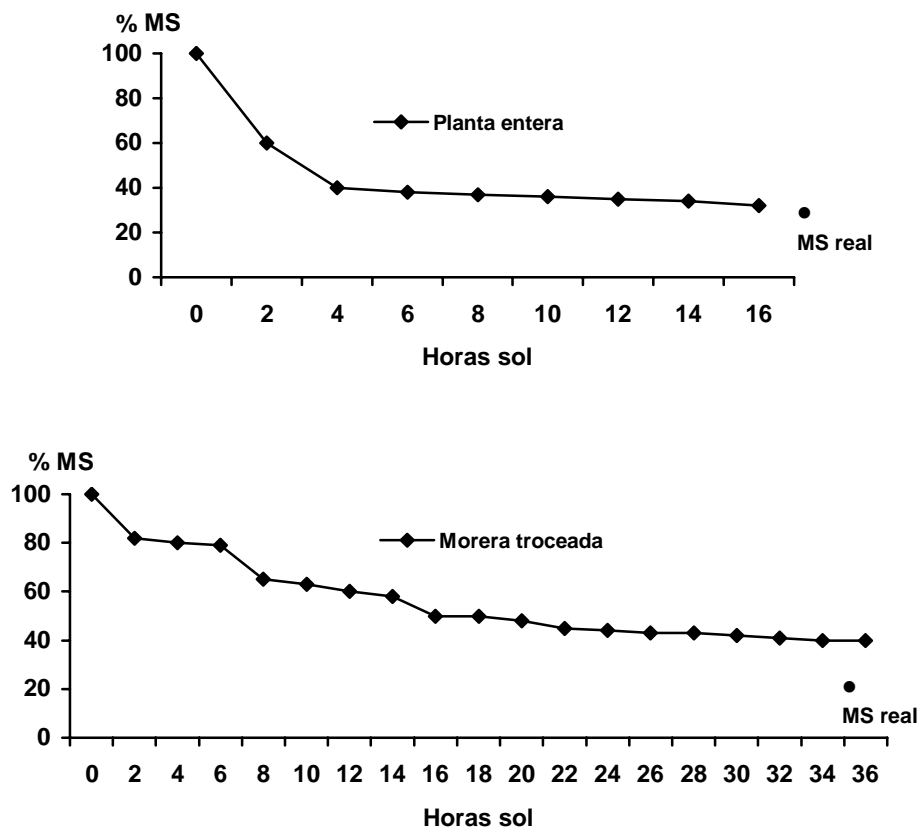


Fig. 5 Velocidad de deshidratación de la morera al sol.

Durante la investigación se pudo apreciar que en el tratamiento sin trocear, las hojas de la planta adquirían rápidamente un estado quebradizo y el agua permanecía retenida en los tallos; mientras que en el otro la ruptura mecánica de las hojas y los tallos provocaba la aparición de un mucílago que apelmazaba el material verde y, contrariamente a lo esperado, no contribuía al secado.

En la tabla 5 puede observarse que la biomasa comestible entera, después de 18 horas al sol, alcanzó una MS final de 25,6%; sin embargo, cuando se troceó después de 26 horas al sol alcanzó un 28,4% de MS final. La composición bromatológica no presentó diferencias entre los tratamientos.

Tabla 5. Composición bromatológica de la morera deshidratada al sol (%).

| | Tiempo de secado (horas de sol) | MS final | PB | FB | MO | Ca | P |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|------|-------|------|-----|------|
| Biomasa comestible entera | 18 | 25,6 | 24,9 | 13,06 | 89,5 | 1,2 | 0,20 |
| Biomasa comestible troceada | 26 | 28,4 | 25,6 | 14,86 | 89,3 | 1,7 | 0,18 |

Los valores de la proteína bruta estuvieron dentro de los límites máximos señalados para esta planta.

Es de señalar que los porcentajes de fibra bruta de la morera son más bajos que los hallados en los pastos tropicales y que este componente es mucho más digestible, por lo que tales características nutricionales podrían favorecer a esta planta como alimento animal.

En el caso de la fabricación de la harina de morera utilizando solo las hojas, se halló como principal ventaja una disminución importante en el contenido de fibra bruta, acompañada de un ligero incremento en la proteína bruta, debido a la no inclusión de la parte leñosa de la planta (tabla 6).

Tabla 6. Composición bromatológica de la harina de las hojas de morera (%).

| Tiempo de secado | MS | PB | FB | MO | Ca | P |
|------------------|------|------|------|------|-----|------|
| 16 horas de sol | 91,2 | 26,4 | 10,1 | 90,7 | 2,1 | 0,15 |

Según los valores nutricionales señalados en la literatura para los concentrados y las tortas de oleaginosas (García-Trujillo y Pedroso, 1989), la harina de las hojas de morera posee indicadores bromatológicos muy próximos e incluso superiores, en algunos casos, a los de estos alimentos tradicionalmente utilizados como suplementos para los rumiantes.

En el estudio realizado para evaluar la ensilabilidad del forraje de esta especie, se observó una disminución del contenido de materia seca en función del tiempo de conservación (38% a 0 día y 32% a 180 días). La adición de miel final y ácido fórmico, y el proceso de presecado, propiciaron una mejor conservación de la materia seca. El presecado fue el tratamiento que ejerció un mejor control en la proporción proteína bruta soluble (pbs)/proteína bruta total (pbt); mientras que el ácido fórmico no resultó efectivo. El empleo de la miel final mostró resultados intermedios. La proporción N-NH₃/Nt presentó los valores más adecuados con el presecado, la miel final al 6% y el ácido fórmico al 0,1%; mientras que el resto de los tratamientos no difirieron entre sí. Se considera que en los ensilajes de morera se le debe prestar atención no solo al contenido inicial de proteína bruta, sino también a las formas en que se transforma este nitrógeno. El presecado se perfila como la tecnología de fabricación más ajustada para minimizar las acciones degradativas que ocurren en los compuestos nitrogenados durante el proceso de conservación (Ojeda *et al.*, 2004).

Respuesta agronómica

Se estudiaron diferentes factores agronómicos y su efecto en el rendimiento y en la composición bromatológica de la biomasa de la morera. Los ensayos experimentales se realizaron en la EEPF “Indio Hatuey”, situada entre los 22° 48' y 7" de latitud Norte y los 81° y 2' de longitud Oeste, a 19,01 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. Para el montaje del experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial; se incluyeron tres factores (variedad, fertilización y frecuencia de corte), los que originaron un total de 36 tratamientos replicados cuatro veces. Las variedades estudiadas fueron: Indonesia, Cubana, Acorazonada y Tigreada. Se emplearon tres niveles de fertilización con gallinaza con base al contenido de nitrógeno (100, 300 y 500 kg de N/ha/año) y tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 días). Debido a la estacionalidad de la producción de los forrajes en el trópico, se incluyó la época como un factor adicional.

Se utilizaron como variables agronómicas los rendimientos de materia seca de: las hojas, los tallos tiernos, la biomasa comestible, los tallos leñosos y la biomasa total. Como indicadores de la composición bromatológica se estudiaron, en las hojas y los tallos tiernos, los porcentajes de: materia seca, fibra bruta, proteína bruta, calcio, fósforo, potasio y ceniza. Además, se determinó el rendimiento de proteína bruta en las hojas, los tallos tiernos y la biomasa comestible.

Los resultados experimentales demostraron que el rendimiento de materia seca de la biomasa total y la de sus componentes estuvo influido principalmente por la frecuencia de corte y la época del año. Los mayores rendimientos de materia seca de las hojas, la biomasa comestible y la biomasa total se lograron con la frecuencia de corte de 60 días en el período lluvioso en las variedades Indonesia, Acorazonada y Tigreada, y con la de 90 días en el poco lluvioso en la variedad Indonesia.

El incremento de la fertilización estimuló la producción de materia seca de las hojas, de los tallos tiernos, de la biomasa comestible y de la biomasa total, pero con una disminución de la eficiencia en el aprovechamiento del nitrógeno presente en la gallinaza.

Los factores frecuencia de corte y época del año tuvieron efectos significativos en los contenidos de fibra bruta y proteína bruta en las hojas y en los tallos tiernos. Los contenidos de calcio, potasio y ceniza hallados en la morera fueron elevados y superiores a los de los forrajes convencionales en el trópico. Los rendimientos de proteína bruta de las hojas, de los tallos tiernos y de la biomasa comestible en el período lluvioso, fueron superiores para la frecuencia de corte de 60 días.

Tomando en consideración los resultados se recomendó utilizar, en el período lluvioso, las variedades Indonesia, Acorazonada y Tigreada para la producción de forraje de alta calidad, con una frecuencia de corte de 60 días, y en el período poco lluvioso la variedad Indonesia con cortes cada 90 días, para optimizar la utilización y la conservación de la biomasa comestible de esta planta.

Se sugirió, como parte de estos resultados, ampliar los estudios sobre el uso de los biofertilizantes, y de los fertilizantes químicos y orgánicos, solos o combinados, para lograr un uso más eficiente de los nutrientes y evaluar la factibilidad de realizar riegos en momentos de intensas sequías (Martín, 2004).

Respuesta animal

Se realizaron estudios en los predios de la Estación o en entidades y empresas del sector ganadero en Cuba, acerca del efecto de la morera como suplemento y sus diferentes niveles de inclusión en la dieta de los ruminantes (cabras y vacas lecheras, terneros y ovinos).

A continuación se presentan los resultados al utilizar la morera como suplemento en las dietas para las cabras y los ovinos, así como en los bovinos (vacas de mediano potencial lechero y animales en crecimiento). En las cabras y los ovinos se utilizó la siguiente dieta: forraje de king grass 50%, subproductos agroindustriales (harina de cítricos) 10%, forraje de morera 40%, sal mineral y agua a voluntad (Mílera, Martín, Sánchez, Hernández y Fernández, 1999).

Las vacas lecheras realizaron un pastoreo de 8 h/día en un área de gramíneas mejoradas y se ofreció forraje de morera (biomasa comestible) en relación con el 1,5% del peso vivo (base seca). A los animales jóvenes en crecimiento, con un peso vivo promedio inicial de 150 kg, se les conformó una dieta con heno de gramíneas mejoradas, suplementación con forraje de morera en relación con el 2,0% de su peso vivo (base seca), sales minerales y agua.

Se midió la producción de leche en las cabras y las vacas y la ganancia de peso vivo individual en los terneros, los ovinos y las cabritas destetadas (tabla 7).

Tabla 7. Producción de leche y ganancia de peso vivo al utilizar la morera como suplemento.

| Categoría de animales | Producción de leche (L/animal/día) |
|----------------------------|---|
| Cabras criollas | 1,5-1,7 |
| Cabras de alto potencial | 2,0-2,5 |
| Vacas de mediano potencial | 10,0-12,0 |
| | Ganancia de peso vivo (g/animal/día) |
| Cabritas destetadas | 80-90 |
| Ovinos en crecimiento | 95-105 |
| Bovinos en crecimiento | 700-750 |

Como se puede apreciar, con el uso de la morera como suplemento se lograron resultados promisorios tanto en producción de leche como en ganancia de peso vivo, los cuales son equivalentes a los obtenidos con estas categorías en Cuba, pero utilizando concentrado importado como suplemento. Ello presupone que el uso de esta planta pudiera significar una sustitución apreciable de concentrados importados para la alimentación de estos animales.

Las excelentes cualidades nutricionales de esta planta motivaron que el Centro de Investigaciones en Bioalimentos de Ciego de Ávila y el Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba (IPP), realizaran varios ensayos en cerdos para estudiar su digestibilidad y su comportamiento como parte de la dieta, al sustituir el alimento convencional en los animales de preceba y en crecimiento-ceba.

En estudios realizados por Leiva, López y Quiñonez (2002) para determinar la digestibilidad en dietas donde se incluyó la harina de morera, se utilizaron 12 cerdos de preceba (en igual proporción hembras y machos) con un peso vivo de 17,5 kg, en un diseño de bloque al azar; se sustituyó el pienso convencional por 14% del material en estudio. La materia seca de las heces (27,26% y 25,61%, respectivamente) no mostró diferencias significativas. La digestibilidad aparente de la materia seca (%): 91,28 y 84,85; la materia orgánica: 92,17 y 86,54; la proteína bruta: 89,33 y 79,69; y la ceniza: 74,72 y 63,87 difirieron entre sí ($P < 0,001$); mientras que

para la fibra cruda no se encontró diferencias: 47,51 y 48,93. Los valores de la digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica, la proteína bruta, la fibra cruda y la ceniza, demostraron la posibilidad de utilizar la morera en las dietas de los cerdos en crecimiento.

En otro ensayo realizado por Leiva, López, Jiménez y Quiñonez (2004) para determinar el comportamiento zootécnico y económico se utilizaron 32 cerdos de preceba (en igual proporción hembras y machos), con un peso vivo de 14,51 kg y 42 días de edad como promedio, en un diseño de bloque al azar. Se sustituyó el pienso convencional por 0, 7, 14 y 21% de harina de morera. El tratamiento donde se incluyó un 21% difirió significativamente ($P < 0,01$ y $P < 0,001$) para todos los rasgos de comportamiento medidos durante el experimento. El peso final fue de 28,20; 26,28; 26,12 y 19,62 kg; la ganancia media diaria de 447, 385, 390 y 184 g/día; el consumo de materia seca de 1,21; 1,18; 1,18 y 1,11 kg/día y la conversión de materia seca de 2,77; 3,07; 3,12 y 6,41 kg/kg PV. Desde el punto de vista económico se obtuvo un ahorro del costo de alimentación por tonelada de carne en pie, cuando se sustituyó un 14%.

Los ensayos realizados en el IIP permitieron llevar a cabo evaluaciones del valor nutritivo de la morera como alimento en dietas para cerdos. Se determinó que el valor de la digestibilidad *in vitro* (pepsina/pancreatina), que simula la digestibilidad *in vivo*, es considerablemente alto en los cerdos, lo que fue avalado en pruebas de balance de nitrógeno.

En pruebas de digestibilidad rectal con harina foliar de morera secada al sol, se encontró que las razas mejoradas de ganado porcino pueden aventajar a las locales en el aprovechamiento del N. En este tipo de pruebas se halló que hasta 50% de la harina foliar de la morera en dietas de arroz, no determinó cambios desfavorables en los índices digestivos de la ración.

En otros ensayos de digestibilidad rectal, las hojas frescas de morera picadas mecánicamente solo fueron ligeramente superiores a las que estaban en forma de harina, en cuanto a sus índices digestivos. El efecto de incrementar el nivel de inclusión del follaje en la dieta no fue contrarrestado por cierta disminución en el consumo voluntario de alimento en todos los índices de digestibilidad rectal que se midieron.

En los trabajos donde se determinaron los rasgos de comportamiento en los cerdos engordados con harina de follaje de morera, no se encontraron diferencias de importancia en el consumo de alimento, la ganancia diaria o la conversión alimentaria. En la fase de crecimiento la inclusión de harina de follaje de morera en la dieta parece determinar una respuesta curvilínea, con un punto de inflexión alrededor del 16% en la dieta.

Teniendo en cuenta los resultados del estudio, los autores recomiendan utilizar el follaje de morera para los cerdos, tanto en inicio como en crecimiento y en acabado, hasta un 16% de la dieta, cuando éste está en forma de harina secada al sol, preparada preferentemente a partir de las hojas recolectadas de los cortes efectuados cada 60 días, lo cual representa un ahorro apreciable de proteína convencional en la dieta.

Otra especie animal en la que se han encontrado resultados muy alentadores con la utilización de este forraje son los conejos. Al estudiar en la ceba cunícula la sustitución del concentrado comercial para conejos por la harina de hojas de morera peletizadas, se demostró que es posible sustituir hasta el 50% del concentrado por este alimento, sin diferencias significativas en la ganancia media diaria (22-25 g/animal/día) de peso vivo (García, Mederos, Salinas y Reyes, 2002).

Con el objetivo de conocer el comportamiento productivo de las conejas mestizas con un sistema de alimentación basado en la utilización de la morera y otros productos locales, se utilizaron un total de 30 reproductoras clínicamente sanas, con un peso superior a los 3,6 kg. La alimentación estuvo compuesta por forraje de morera *ad libitum*, caña (*Saccharum officinarum*), bejuco de boniato (*Ipomoea batatas*) y pienso criollo. A partir de los registros individuales de las reproductoras se determinaron los siguientes indicadores: promedio de crías nacidas vivas por parto; crías destetadas por parto; índice de mortalidad por etapa durante la lactancia; peso promedio al nacer, a los 20 días y al destete (45 días); ganancia media diaria (gmd) por etapa y durante toda la lactancia. El promedio de gazapos nacidos vivos por parto fue de 7, mientras que el promedio de destetados fue de 5,2 con un peso de 874 g/animal. La ganancia media diaria durante el período de lactación fue de 18 g/día. Los resultados indicaron que con la utilización de recursos locales de moderada calidad nutricional, se obtienen resultados productivos satisfactorios en las conejas mestizas (López y Montejo, 2004).

Valoración económica

Los resultados de las investigaciones realizadas en diferentes países (Benavides, 2002; Almeida y Fonseca, 2002; Martín, 2004) han demostrado las potencialidades productivas de la morera para su uso como forraje en un sistema de producción animal sobre bases sostenibles.

A continuación se relaciona el potencial nutricional y los costos de establecimiento y explotación de una hectárea de morera para la alimentación animal en Cuba.

Las premisas que se tuvieron en cuenta fueron las siguientes:

- Para la época de lluvia se utilizó el rendimiento y la composición bromatológica de la plantación con 60 días de rebrote y fertilización de 300 kg de N/ha (18,6% de PB y 10,20 MJ/kg MS).
- Para la época de seca se utilizó el rendimiento y la composición bromatológica de la plantación con 90 días de rebrote (18,5% de PB y 10,20 MJ/kg MS).

En la tabla 8 se muestran los rendimientos de la biomasa comestible, de la proteína bruta y de la energía metabolizable utilizados para los cálculos realizados.

Tabla 8. Rendimiento de materia seca, proteína bruta y energía metabolizable de una hectárea de morera (Martín, 2004).

| Indicador | UM | Resultado | | |
|------------------------|------|-----------|--------|--------|
| | | Lluvia* | Seca** | Año |
| Biomasa comestible | t/ha | 6,5 | 1,8 | 8,30 |
| Producción de proteína | t/ha | 1,209 | 0,333 | 1,54 |
| Energía metabolizable | MJ | 56 355 | 15 606 | 71 961 |

*Frecuencia de corte de 60 días

**Frecuencia de corte de 90 días

En la tabla 9 se resumen los costos necesarios para desarrollar y establecer una hectárea de morera, los cuales ascienden a 2 927,44 pesos, desglosados en 182,64 pesos por preparación de tierra, 2 561,20 pesos por la siembra y 183,60 pesos por las atenciones culturales. El gasto en MLC es de solamente 96,23.

Tabla 9. Costo del desarrollo y el establecimiento de una hectárea de morera.

| Actividad | UM | Importe | | Total |
|-----------------------|----------|----------|-------|----------|
| | | MN | MLC | |
| Preparación de tierra | Pesos/ha | 182,64 | 96,23 | 278,87 |
| Roturación | Pesos/ha | 51,91 | | 51,91 |
| Grada | Pesos/ha | 26,91 | | 26,91 |
| Cruce | Pesos/ha | 51,91 | | 51,91 |
| Recruce | Pesos/ha | 51,91 | | 51,91 |
| Siembra: | Pesos/ha | 2 561,20 | | 2 561,20 |
| Semillas | Pesos/ha | 2 500,00 | | 2 500,00 |
| Siembra: | Pesos/ha | 61,20 | | 61,20 |
| Atenciones culturales | Pesos/ha | 183,60 | | 183,60 |
| Limpieza manual | Pesos/ha | 183,60 | | 183,60 |
| Total | Pesos/ha | 2 927,44 | 96,23 | 3 023,67 |

En la siembra pudieran reducirse los costos en la medida que disminuya el precio de la semilla (propágulos), lo cual podrá lograrse cuando se incremente la utilización de esta planta, pues los tallos con cuatro meses de rebrote pueden ser empleados para la propagación de forma exitosa, con una capacidad de multiplicación de hasta 12 ha a partir de una hectárea (Gómez, 1999).

Los costos de explotación (tabla 10) muestran que para el mantenimiento y el uso de una hectárea de morera como forraje, se requiere gastar 701,00 pesos, distribuidos en 414,12 pesos y 286,88 CUC.

Tomando como referencia un concentrado comercial de buena calidad, este puede tener 20,9% de PB y 11,95 MJ/kg MS de EM (García-Trujillo y Pedroso, 1989). Si se tiene en cuenta que una hectárea de morera puede producir en un año 1 540,00 kg de PB, es posible sustituir el equivalente a 7 368,4 kg de concentrado, es decir,

7,4 t de ese alimento. De la misma manera produce en energía 71 961,00 MJ, lo que equivale a 6 021,8 kg de concentrado, es decir, 6,02 t.

Tabla 10. Costo de explotación de una hectárea de morera.

| Actividad | Importe MN | Importe CUC | Total |
|------------------------------|------------|-------------|--------|
| Limpieza manual | 183,60 | | 183,60 |
| Fertilización (fertilizante) | | 286,88 | 286,88 |
| Fertilización (mano de obra) | 61,20 | | 61,20 |
| Corte y acarreo | 169,32 | | 169,32 |
| Total | 414,12 | 286,88 | 701,00 |

Según los cálculos teóricos realizados a partir de los contenidos de PB y de energía metabolizable determinados en el forraje comestible de la morera, una hectárea de esta especie puede sustituir más de seis toneladas de concentrado por año. Si se tiene en cuenta que en la actualidad los precios de los concentrados son superiores a 200,00 CUC por tonelada, ello significa que una hectárea de morera puede sustituir la importación de 6,0 t de concentrado, que significan un valor mínimo de 1 200,00 CUC.

Si a ello se adiciona que la morera es una planta perenne y sus costos de establecimiento (por una sola vez) no sobrepasan los 100 CUC/ha, y los costos de explotación anual (si se utiliza fertilizante químico importado, lo cual no es necesario) no son superiores a los 290,00 CUC por hectárea, entonces se está en presencia de un forraje que puede sustituir a los concentrados importados, tanto desde el punto de vista biológico como económico.

Sirvan estas reflexiones para que el interesado pueda realizar sus propios análisis y definir qué utilizar para la alimentación animal, concentrados importados o forrajes como el de la morera, el cual puede ser producido en su propia finca, garantizando producciones técnicamente viables, económicamente factibles y ambientalmente aceptables.

Referencias bibliográficas

- Almeida, J.E. & Fonseca, Tamara. 2002. The forage potential for some mulberry clones in Brazil. In: Mulberry for animal production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 157
- Benavides, J.E. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Resúmenes I Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 12
- Benavides, J.E. 1996. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas*. 2 (7):27
- Benavides, J.E. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. In: Mulberry for animal production. FAO Animal Production and Health Paper. FAO, Rome. p. 291
- Cáceres, O. & González, E. 1998. Valor nutritivo del forraje de árboles y arbustos tropicales. IV. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 21:265
- Cáceres, O. & Santana, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en diferentes momentos del año. *Pastos y Forrajes*. 13:197
- Fernández, E. 1935. El cultivo de la morera. *Revista de Agricultura, Comercio y Trabajo*. 3:94
- Francisco, Geraldine & Hernández, I. 1998. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y Walp., árbol multipropósito para una ganadería sostenible. *Pastos y Forrajes*. 21:191
- García, D.E. 2003. Efecto de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 120 p.
- García, F.; Mederos, Ma. Lourdes; Salinas, A. & Reyes, Julia. 2002. Utilización de la harina de hoja de morera pelletizada como sustituto de concentrado en la ceiba cunícula. [cd-rom]. Memorias V Taller Internacional Silvopastoril. I Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- García-Trujillo, R. & Pedroso, Dulce Ma. 1989. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. EDICA. La Habana, Cuba. 40 p.
- Gómez, A. 1999. Evaluación práctica de la producción de semillas de morera (*Morus alba*) en condiciones de producción. [cd-rom]. Sistemas silvopastoriles: La experiencia cubana. I Taller Internacional de Morera "La

- morera (*Morus alba*). Oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- González, E.; Delgado, Denia & Cáceres, O. 1998. Rendimiento, calidad y degradabilidad ruminal potencial de los principales nutrientes en el forraje de la morera (*Morus alba*). Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 69
- Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbbeck* y *Bauhinia purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 138 p.
- Hernández, I. & Simón, L. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 44 p.
- Kamatalit, P.; Teller, E. & Varbelle, M. 1992. *In situ* degradability of organic matter, crude protein and cell wall of various tree forages. *Animal Production*. 55:29
- Leiva, Liliam; López, J.L.; Jiménez, Yamilé & Quiñónez, Yoilán. 2004. Inclusión de morera en piensos para cerdos en crecimiento y ceba. Memorias SIGA 2004. II Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. Las Tunas, Cuba. p. 143
- Leiva, Liliam; López, J.L. & Quiñónez, Yoilán. 2002. Digestibilidad y comportamiento de cerdos de preceba alimentados con harina de morera. [cd-rom]. V Taller Internacional Silvopastoril y I Reunión Regional de Morera. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Lezcano, J.C. & Alonso, O. 2002. Un patógeno foliar en variedades de morera introducidas en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 25:299
- López, O. & Montejo, I. 2004. Evaluación de indicadores productivos en conejos mestizos alimentados con morera y otros alimentos locales. [cd-rom]. Memorias VI Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Machado, R.; Milera, Milagros; Menéndez, J. & García-Trujillo, R. 1978. *Leucaena (Leucaena leucocephala* Lam de Wit). *Pastos y Forrajes*. 1:321
- Martín, G.J. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba* Linn. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. 95 p.
- Martín, G.; García, F.; Reyes, F.; Hernández, I.; González, E. & Milera, Milagros. 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*. 23:323
- Martín, G.; Milera, Milagros; Iglesias, J.M.; Simón, L. & Hernández, I. 2000. Sistemas silvopastoriles para la producción ganadera en Cuba. En: Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. (Eds. C. Pomareda & H. Steinfeld). CATIE-FAO-SIDE-Nuestra Tierra. San José, Costa Rica. p. 247
- McDonald, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agriculture Science*, Cambridge. 96:251
- Medina, María G.C. 2004. Comportamiento agronómico de una asociación de *Morus alba* (Linn.) con *Panicum maximum* en condiciones de pastoreo simulado. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 95 p.
- Milera, Milagros; Martín, G.; Sánchez, Tania; Hernández, I. & Fernández, E. 1999. Utilización del forraje de morera en la alimentación del ganado vacuno. [cd-rom]. Sistemas silvopastoriles: La experiencia cubana. I Taller Internacional de Morera "La morera (*Morus alba*). Oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación animal". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis & Martín, G.J. 2004. Comportamiento de nueve variedades de *Morus alba* (L.) durante la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 27:131
- Ojeda, F.; Montejo, I. & Pérez, Guadalupe. 2004. Harina de follajes tropicales: Una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas. [cd-rom]. Memorias VI Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Pentón, Gertrudis; Martín, G.; Noda, Yolai; Cáceres, Julia & Alonso, F. 2004. Crecimiento de cuatro variedades de Morera (*Morus alba* L.) durante la etapa de establecimiento, intercalamiento de cultivos temporales, efecto de diferentes métodos de transplante por posturas. En: Memorias Taller de Fisiología y Bioquímica Vegetal. XIV Congreso Científico del INCA. [cd-rom]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba

- Rojas, H.; Benavides, J.E. & Fuentes, M. 1994. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de morera. En: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. (Ed. J.E. Benavides). CATIE. Turrialba, Costa Rica. Vol. 2. p. 305
- Simón, L. (Ed.). 1998. Los árboles y arbustos en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 56 p.
- Soca, Mildrey & Simón, L. 1995. *Albizia lebbek* (L.) Benth. (algarrobo de olor). *Pastos y Forrajes*. 21:101