

## **Producción de biomasa forrajera de morera (*Morus alba* Linn.) asociada con gramínea en condiciones de pastoreo simulado**

## **Production of forage biomass from mulberry (*Morus alba* Linn.) associated with grass under simulated grazing conditions**

María Gabriela Medina<sup>1</sup>, D.E. García<sup>2</sup>, L. Lamela<sup>3</sup>, C.E. Domínguez<sup>4</sup>, A. Baldizán<sup>4</sup> y A. Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Principal de Pampanito, Antiguo MAT, Pampanito, Estado Trujillo, Venezuela

E-mail: mgmedina@inia.gob.ve

<sup>2</sup>Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", Universidad de Los Andes (ULA), Estado Trujillo, Venezuela

<sup>3</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba

<sup>4</sup>Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos", San Juan de Los Morros, Guárico, Venezuela

### **Resumen**

Con el propósito de evaluar la producción de biomasa de la morera (*Morus alba*) en un sistema con *Panicum maximum* cv. Likoni en condiciones de pastoreo con bovinos, se realizó una investigación en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 3 y tres repeticiones. Se evaluó el efecto de cuatro pastoreos sucesivos, tres distancias entre surcos (1, 2 y 3 m) y tres alturas de poda (10, 100 y 200 cm) en la producción de biomasa total, biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) y biomasa no comestible (tallos leñosos). Hubo un decrecimiento altamente significativo de la disponibilidad de biomasa total y sus fracciones con las rotaciones sucesivas y una mayor producción de follaje con la distancia de 1 m entre surcos; en cambio, las alturas de poda no ocasionaron variaciones importantes. Los componentes individuales de la biomasa comestible presentaron un comportamiento similar al de la producción de MS total. La disponibilidad de biomasa total y biomasa comestible de *M. alba* en condiciones de pastoreo varió entre 320-1 481 y 255-1 185 kg MS/ha/rotación, respectivamente, y fue afectada de manera significativa por las rotaciones y la distancia entre los surcos. Se recomienda continuar los estudios por un período de tiempo mayor, para determinar a largo plazo el efecto de los factores evaluados en la producción de las fracciones de la biomasa.

Palabras clave: Gramínea, *Morus alba*, pastoreo

### **Abstract**

With the purpose of evaluating the biomass production of mulberry (*Morus alba*) in a system with *Panicum maximum* cv. Likoni under grazing conditions with cattle, a study was carried out in a randomized block design with 4 x 3 x 3 factorial arrangement and three repetitions. The effect of four successive rotations, three distances between rows (1, 2 and 3 m) and three pruning heights (10, 100 and 200 cm) on the production of total biomass, edible biomass (leaves and fresh stems) and non edible biomass (ligneous stems), was evaluated. There was a highly significant decrease of the availability of total biomass and its fractions with the successive rotations and a higher foliage production with the distance of 1 m between rows; however, the pruning heights did not cause important variations. The individual components of the edible biomass showed a performance similar to that of the total DM production. The availability of total biomass and edible biomass of *M. alba* under grazing conditions varied between 320-1 481 and 255-1 185 kg DM/ha/rotation, respectively, and was significantly affected by the rotations and the distance between rows. To continue the studies for a longer period of time is recommended, in order to determine the long term effect of the factors evaluated on the production of the biomass fractions.

Key words: Grass, grazing, *Morus alba*

## Introducción

La especie *Morus alba* (Linn.), conocida clásicamente como morera, morera blanca o amoreira, pertenece a la familia *Moraceae* y en la actualidad se estudia de manera intensiva, ya que presenta excelentes características forrajeras.

El uso principal de la morera a nivel mundial ha sido como alimento del gusano de seda; de ahí que la mayoría de las investigaciones realizadas en esta planta hayan sido orientadas a su manejo y producción.

A partir de la década de los ochenta en América Central comenzó a evaluarse su potencial forrajero y los resultados han demostrado que su forraje fresco, como suplemento proteico para rumiantes o ensilado, puede estimular altos niveles de producción de leche y ganancias de peso (Benavides, 2000).

Con el objetivo de estudiar sus principales singularidades en los sistemas silvopastoriles tropicales, se han desarrollado numerosas investigaciones para conocer su producción de biomasa comestible en sistemas de corte y acarreo, la supervivencia en los sistemas asociados, el contenido de metabolitos secundarios y su valor nutritivo (García, 2003).

Debido a la importancia que tiene esta planta en la alimentación animal y a que hasta el momento se carece de investigaciones en el trópico sobre su verdadero potencial forrajero en condiciones de pastoreo, esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de cuatro rotaciones sucesivas, tres alturas de poda (10, 100 y 200 cm) y tres distancias entre surcos (1, 2 y 3 m) en la producción de biomasa de *M. alba* en condiciones de pastoreo simulado.

## Materiales y Métodos

**Área experimental.** El estudio se realizó en terrenos de la EEPF "Indio Hatuey", provincia de Matanzas, Cuba, ubicada geográficamente en los 20°50' de latitud norte y los 79°32' de longitud oeste, y con una altitud sobre el nivel del mar de 19,9 m.

**Características del suelo.** El suelo donde se llevó a cabo la investigación presenta una to-

## Introduction

The species *Morus alba* (Linn.), classically known as mulberry, white mulberry or amoreira, belongs to the *Moraceae* family and is being intensively studied currently, because it shows excellent forage characteristics.

The main use of mulberry throughout the world has been for feeding the silkworm; hence most of the research carried out on this plant has been oriented towards its management and production.

Since the 80's in Central America its forage potential began to be evaluated and the results have shown that its fresh forage, as protein supplement for ruminants or as silage, can stimulate high levels of milk production and weight gains (Benavides, 2000).

With the objective of studying its main singularities in tropical silvopastoral systems, many studies have been developed to learn its production of edible biomass in cut and carry systems, the survival in associated systems, the content of secondary metabolites and its nutritive value (García, 2003).

Due to the importance of this plant in animal feeding and because until now there is lack of studies in the tropics about its true forage potential under grazing conditions, the objective of this research was to determine the effect of four successive rotations, three pruning heights (10, 100 and 200 cm) and three distances between rows (1, 2 and 3 m) on the biomass production of *M. alba* under simulated grazing conditions.

## Materials and Methods

**Experimental area.** The study was carried out on lands of the EEPF "Indio Hatuey", Matanzas province, Cuba, geographically located at 20°50' of latitude north and 79°32' of longitude west, and with 19,9 m of height above sea level.

**Soil characteristics.** The soil on which the study was carried out shows a plain topography and is classified as lixiviated Ferralitic Red (Hernández et al., 1999).

## Experimental design and treatments

In this study a randomized block design with 4 x 3 x 3 factorial arrangement with three

pografía plana y se clasifica como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández et al., 1999).

### Diseño experimental y tratamientos

En esta investigación se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 3 con tres repeticiones, lo que hizo un total de 36 tratamientos. Los factores estudiados fueron:

- Rotaciones periódicas: octubre del 2002 (oct-02), febrero del 2003 (feb-03), junio del 2003 (jun-03) y septiembre del 2003 (sep-03)
- Distancia entre surcos: 1, 2 y 3 m
- Altura de poda: 10, 100 y 200 cm

### Unidad experimental, manejo agronómico y mediciones

El experimento se desarrolló en los años 2002 y 2003 en un área de *M. alba* var. Indonesia asociada a *Panicum maximum* cv. Likoni, con dos años de establecida y una superficie de 3 780 m<sup>2</sup>, formada por 27 parcelas de 140 m<sup>2</sup>, con tres réplicas por tratamiento.

Las parcelas tenían una densidad inicial de 22 000, 12 500 y 8 325 plantas/ha para las distancias entre surcos de 1, 2 y 3 m, respectivamente. La separación entre plantas fue de 0,40 m en todas las distancias.

Inicialmente se le realizó una poda al pasto a los 20 cm y se fijaron las alturas de poda de la arborea.

Antes de cada pastoreo, mediante el corte manual a la altura de poda prefijada en la morena, se procedió al pesaje de la biomasa y sus componentes en las plantas seleccionadas.

La disponibilidad de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) se midió por pesada directa a partir de la colecta individual de 10 árboles por tratamiento; la fracción de tallos leñosos se calculó por diferencia a partir de la medición de la biomasa total (Francisco, Simón y Soca, 1998).

En la etapa de evaluación el área experimental fue sometida, en condiciones de pastoreo simulado, a una carga animal de 51,9 UGM/ha de la raza Cebú (machos en crecimiento), con un peso promedio de 240 kg.

El tiempo de ocupación del área fue de tres días, con lo que se garantizó períodos de reposo

repetitions was used, which totaled 36 treatments. The factors studied were:

- Periodical rotations: October, 2002 (Oct-02), February, 2003 (Feb-03), June, 2003 (Jun-03) and September, 2003 (Sept-03)
- Distance between rows: 1, 2 and 3 m
- Pruning height: 10, 100 and 200 m

### Experimental unit, management and measurements

The trial was performed in the years 2002 and 2003 in an area of *M. alba* var. Indonesia associated to *Panicum maximum* cv. Likoni, with two years of establishment and a surface of 3 780 m<sup>2</sup>, constituted by 27 plots of 140 m<sup>2</sup>, with three replications per treatment.

The plots had an initial density of 22 000, 12 500, and 8 325 plants/ha for the distances between rows of 1, 2 and 3 m, respectively. The separation between plants was 0,40 m in all the distances.

Initially a pruning was done to the pasture at 20 cm and the pruning heights of the tree were fixed.

Before each rotation, by means of the manual cutting at the prefixed pruning height in mulberry, the biomass and its components in the plants selected were weighed.

The availability of the edible biomass (leaves and fresh stems) was measured by direct weighing from the individual collection of 10 trees per treatment; the fraction of ligneous stems was calculated by difference from the measurement of the total biomass (Francisco, Simón and Soca, 1998).

In the evaluation period the experimental area was subject, under simulated grazing conditions, to a stocking rate of 51,9 UGM/ha of the Zebu breed (growing males), with an average weight of 240 kg.

The occupation time of the area was three days, with which resting periods of 90 and 120 days were guaranteed for the rainy and dry seasons, respectively.

A level of 12 g of urea per plant was applied in October, 2002 and June, 2003.

### Statistical methods

For the statistical analysis the SPSS statistical package version 10.0 was used and Duncan's mean comparison test for  $P < 0,05$ .

de 90 y 120 días para las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente.

Se aplicó un nivel de 12 g de urea por planta en octubre del 2002 y junio del 2003.

### Métodos estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 y se empleó la prueba de comparación de medias de Duncan para  $P < 0,05$ .

### Resultados y Discusión

En ninguna de las variables agronómicas medida en el experimento se observó interacción significativa entre los factores estudiados.

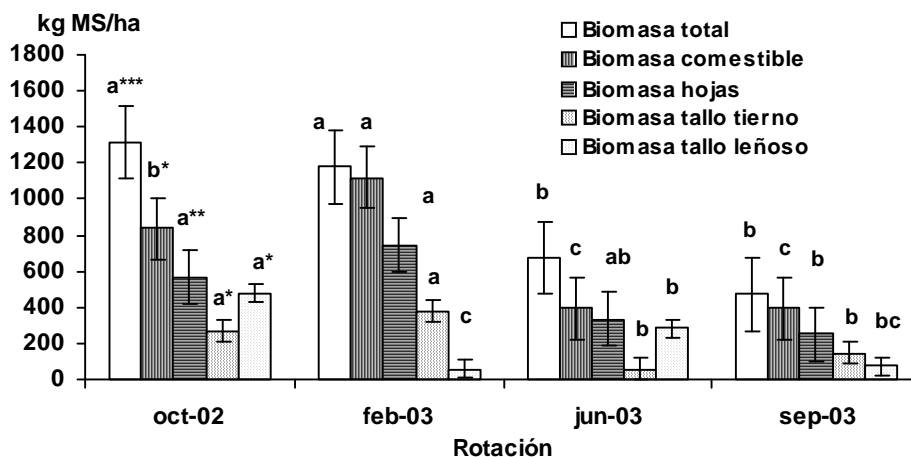
La figura 1 muestra la producción de biomasa total y sus fracciones en las cuatro rotaciones sucesivas; se observó un decrecimiento altamente significativo ( $P < 0,001$ ) con los muestreos periódicos en casi todos los casos. La producción de material comestible al inicio de la evaluación (octubre/02) fue de 834,6 kg de MS/ha; posteriormente, en la rotación de febrero/03, se observó un incremento de 1 120,8 kg de MS/ha; mientras que en las rotaciones de junio/03 y septiembre/03 hubo una marcada disminución (394,5 y 394,1 kg de MS/ha, respectivamente).

### Results and Discussion

In none of the agronomic variables measured in the trial significant interaction between the factors studied was observed.

Figure 1 shows the production of total biomass and its fractions in the four successive rotations; a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) was observed with the periodical samplings in almost all cases. The production of edible material at the beginning of the evaluation (October/02) was 834,6 kg DM/ha; afterwards, in the rotation of February/03, an increase of 1 120,8 kg DM/ha was observed; while in the rotations of June/03 and September/03 there was a remarkable decrease (394,5 and 394,1 kg DM/ha, respectively).

The availability of total biomass of *M. alba* showed noticeable variations in the first two rotations as compared to the last ones, in which a remarkable decrease was observed; a similar response was reported when evaluating the productivity of an association of *M. alba* with temperate pastures subject to grazing for three years (Kitahara, Shibata, Kawano, Takahashi and Nishida, 2002), in which the DM yield significantly decreased in time, from 3,25 to 2,47 t DM/ha/year. This dynamics shows the classical performance of the tree species subject to defoliations



a,b,c Valores con diferentes letras en cada componente difieren estadísticamente a  $P < 0,05$   
 \*  $P < 0,05$  \*\*  $P < 0,01$  \*\*\*  $P < 0,001$

Fig. 1. Efecto de las rotaciones sucesivas en la disponibilidad de biomasa de *M. alba* y sus componentes durante la evaluación.

Fig. 1. Effect of the successive rotations on the biomass availability of *M. alba* and its components during the evaluation.

La disponibilidad de biomasa total de *M. alba* presentó variaciones apreciables en las dos primeras rotaciones con respecto a las últimas, en las cuales se observó un marcado decrecimiento; una respuesta similar se informó al evaluar la productividad de una asociación de *M. alba* con pastos templados sometida a pastoreo durante tres años (Kitahara, Shibata, Kawano, Takahashi y Nishida, 2002), donde el rendimiento de MS disminuyó significativamente con el tiempo, de 3,25 a 2,47 t MS/ha/año. Esta dinámica manifiesta el comportamiento clásico que presentan las especies arbóreas sometidas a defoliaciones y pastoreos continuos en asociación durante el primer año de evaluación, el cual ha sido también observado en otras especies (Francisco, 2003).

Este comportamiento en la disponibilidad de biomasa total se debió, fundamentalmente, a que en las dos primeras rotaciones la planta manifestó su máximo vigor, condicionado por la mayor cantidad de sustancias de reserva acumuladas durante el período de reposo que antecedió a la etapa de evaluación.

Por otra parte, de todos los componentes de la biomasa comestible la producción de hojas presentó los mayores valores (249,8-743,6 kg de MS/ha).

En este sentido, se observaron diferencias significativas a favor de las dos primeras rotaciones con respecto a las últimas, coincidiendo con la tendencia obtenida en la biomasa comestible. Los tallos tiernos mostraron un comportamiento similar al de las hojas, pero con producciones inferiores que oscilaron entre 144,2 y 377,5 kg de MS/ha.

La producción de tallo leñoso manifestó una disminución altamente significativa ( $P < 0,001$ ) con las rotaciones; esta fue más marcada en la de febrero/03 (55,3 kgMS/ha) y en la de septiembre/03 (76,8 kgMS/ha), y difirió estadísticamente de las de octubre/02 y junio/03, donde se presentaron los rendimientos más altos en la fracción no comestible, con una producción de MS/ha de 478,1 y 283,5 kg, respectivamente.

Por otra parte, la biomasa comestible presentó diferencias significativas a favor de la segunda rotación, motivado por el incremento de la cantidad de hojas y tallos tiernos. La mayor fortaleza

and continuous grazing in association during the first year of evaluation, which has also been observed in other species (Francisco, 2003).

This performance in the availability of total biomass was because, mainly, in the first two rotations the plant showed its maximum vigor, conditioned by the higher quantity of storage substances accumulated during the resting period that preceded the evaluation stage.

On the other hand, of all the components of edible biomass, leaf production showed the highest values (249,8-743,6 kg DM/ha).

In this sense, significant differences were observed in favor of the first two rotations as compared to the last ones, coinciding with the trend obtained in the edible biomass. The fresh stems showed a similar performance to the leaves, but with lower productions that ranged between 144,2 and 377,5 kg DM/ha.

The production of ligneous stem showed a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) with the rotations; this was more remarkable in February/03 (55,3 kg DM/ha) and in September/03 (76,8 kg DM/ha) and differed statistically from the rotations in October/02 and June/03, when the highest yields in the non edible fraction were presented, with a production of 478,1 and 283,5 kg DM/ha, respectively.

On the other hand, the edible biomass showed significant differences in favor of the second rotation, caused by the increase of the quantity of leaves and fresh stems. The highest regrowth strength, manifested in a higher amount of biomass in the second rotation, was due to the considerable quantities of storage substances stored in the stem and/or root, which were progressively accumulated in the resting time. The direct relationship between the reserve components in the biomass production and the regrowth strength in trees has been expressed by Francisco, Simón and Soca (1998).

The initial pruning carried out in October propitiated a higher mobilization of the storage compounds, which were used in the formation of leaves and young tissue, effect that was observed in the rotation of February, when the proportion of the components of the edible

del rebrote, manifestada en una mayor cantidad de biomasa en la segunda rotación, se debió a las considerables cantidades de sustancias de reserva almacenadas en el tallo y/o raíz, que se acumularon progresivamente en el tiempo de reposo. La relación directa entre los componentes de reserva en la producción de biomasa y la fortaleza del rebrote en las plantas arbóreas ha sido señalada por Francisco, Simón y Soca (1998).

La poda inicial realizada en octubre propició una mayor movilización de los compuestos de reserva, que fueron utilizados en la formación de hojas y de tejido joven, efecto que se observó en la rotación de febrero, donde la proporción de los componentes de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) fue superior, comparada con la de las restantes rotaciones.

La menor disponibilidad de biomasa comestible a partir de la rotación de junio/03, respuesta que se mantuvo hasta la rotación de septiembre/03, pudo estar dada por los estrés continuos sobre la arborea como producto del pastoreo y la poda, lo que contribuyó a disminuir sus reservas, ya que la planta pudo haber usado intensivamente los carbohidratos de reserva de la raíz para sustentar el rebrote.

En dicho período las condiciones ambientales fueron favorables para que la morera, a través de sus raíces, pudiera fácilmente asimilar el agua y los nutrimentos del suelo y potenciar su producción, debido a que dichas rotaciones coincidieron con el período de mayores precipitaciones, altas temperaturas y humedad, además de que en la rotación de junio/03 se realizó la segunda aplicación de fertilizante; sin embargo, se obtuvo una respuesta negativa.

Este comportamiento también puede ser atribuido a la presencia de la guinea, que durante ese período se desarrolló vigorosamente y alcanzó su máxima expresión, por lo que posiblemente existió una interacción negativa por el efecto de la competencia entre ambas especies por hacer un uso preferencial de los nutrimentos y la humedad del suelo; ello, unido al estrés sucesivo, probablemente repercutió de forma negativa en la producción de biomasa comestible.

biomass (leaves and fresh stems) was higher, as compared to the other rotations.

The lower availability of edible biomass from the June/03 rotation, response that was maintained until the September/03 rotation, could have been due to the continuous stress on the tree because of the grazing and pruning, which contributed to decrease its reserves, as the plant could have intensively used the reserve carbohydrates of the root to support the regrowth.

In this period the environmental conditions were favorable for the mulberry to assimilate easily, through its roots, the water and the nutrients of the soil and increase its production, because such rotations coincided with the period of highest rainfall, high temperature and moisture, besides in the June/03 rotation the second application of fertilizer was performed; however, a negative response was obtained.

This performance can also be attributed to the presence of *P. maximum*, which during that period developed vigorously and reached its maximum expression, for which possibly there was a negative interaction because of the effect of the competition between both species for making a preferential use of the nutrients and the soil moisture; that, together with the successive stress had a negative influence on the production of edible biomass.

On the other hand, although the dose of nitrogen fertilization recommended for obtaining acceptable biomass productions was used, the fertilizer was not applied with the frequency commonly used in this plant, because it was done in the rainy season and perhaps having fertilized only twice could have had influence on the productions obtained. This allows to infer that the use of higher frequencies of fertilizer application could stimulate better biomass productions in association with grasses for grazing, but due to the high costs of the chemical fertilizers and taking into consideration the need of fertilizing mulberry, viable alternatives could be used such as the use of organic fertilizers (Benavides, 2000), with which the species has had an excellent response, or the intercropping

Por otra parte, aun cuando se empleó la dosis de fertilización nitrogenada recomendada para obtener producciones de biomasa aceptables, el fertilizante no se aplicó con la frecuencia que comúnmente se utiliza en esta planta, debido a que se realizó en el período lluvioso y quizás haber fertilizado solamente dos veces pudo haber influido en las producciones obtenidas. Esto permite inferir que el empleo de mayores frecuencias de aplicación de fertilizantes podría estimular mejores producciones de biomasa en asociación con gramíneas para pastoreo, pero debido a los elevados costos de los fertilizantes químicos y tomando en consideración la necesidad que tiene la morera de ser fertilizada, se podrían utilizar alternativas viables como el uso de abonos orgánicos (Benavides, 2000), con lo cual la especie ha tenido una excelente respuesta, o el intercalamiento de especies leguminosas (Reyes, Milera y Matías, 2000).

En general, las producciones de biomasa en todos los casos fueron inferiores a 2 000 kg/ha/rotación, valores inferiores a las producciones forrajeras de morera en Centroamérica en sistemas intensivos de corte y acarreo, donde se han obtenido entre 4 y 6 t de MS (Boschini, Dormond y Castro, 1998).

La cantidad de tallo leñoso tuvo un comportamiento inverso a la producción de hojas y tallos tiernos; la diferencia significativa a favor de la primera rotación se debió posiblemente a que en este período, por el tiempo prolongado de reposo, una gran parte de las reservas acumuladas fueron utilizadas por la planta para alcanzar su mayor vigor (máxima producción) y una parte de los recursos excedentes puede haber sido invertida en la formación de tejidos leñosos como consecuencia de la madurez de la plantación; mientras que la cantidad de hojas permaneció estable y la presencia de tallos tiernos fue escasa.

Debido al efecto de la defoliación inicial, la cual permitió una remoción del material lignificado, en el segundo período (rotación de febrero/03) se observó un incremento significativo de las hojas y los tallos tiernos, motivado quizás por la mayor inversión de recursos y la máxima utilización de las sustancias de reserva para emitir

of legume species (Reyes, Milera and Matías, 2000).

In general, the biomass productions in all cases were lower than 2 000 kg/ha/rotation, values lower than the forage productions of mulberry in Central America in intensive cut and carry systems, in which between 4 and 6 t of DM have been obtained (Boschini, Dormond and Castro, 1998).

The quantity of ligneous stem had a performance inverse to the production of leaves and fresh stems; the significant difference in favor of the first rotation was possibly because in that period, due to the long resting time, a great part of the accumulated reserves were used by the plant to reach its highest vigor (maximum production) and part of the exceeding resources may have been invested in the formation of ligneous tissues as a consequence of the maturity of the plantation; while the amount of leaves remained stable and the presence of fresh stems was scarce.

Because of the effect of the initial defoliation, which allowed a removal of the lignified material, in the second period (February/03 rotation) a significant increase of leaves and fresh stems was observed, perhaps caused by the highest investment of resources and the maximum utilization of the storage substances for producing a vigorous regrowth and young tissue (Mochiutti, 1995), for which in this period the quantity of ligneous stems was lower.

Afterwards, the production of leaves and fresh stems showed a remarkable decrease, which was reflected in the June/03 rotation and was maintained until the last rotation, which could have been related to the decrease of the storage substances and the presence of *P. maximum*; a similar response was obtained with the ligneous biomass, that also showed an important decrease in the final rotation.

Such performance could have been associated to the effect of the continuous prunings carried out after each grazing, which allowed a constant renewal of tissue and, in turn, that the plant used its storage substances for the regrowth and the formation of leaves and fresh stems, but without

un rebrote vigoroso y tejido joven (Mochiutti, 1995), por lo que en este período la cantidad de tallos leñosos fue menor.

Posteriormente la producción de hojas y tallos tiernos manifestó un marcado descenso, que se vio reflejado en la rotación de junio/03 y se mantuvo hasta la última rotación, lo que pudo estar relacionado con la disminución de las reservas y la presencia de la guinea; una respuesta similar se obtuvo con la biomasa leñosa, que también en la rotación final presentó una disminución importante.

Dicho comportamiento pudo estar asociado con el efecto de las podas continuas realizadas después de cada pastoreo, que permitieron una renovación constante de tejido y, a su vez, que la planta utilizara sus reservas para el rebrote y la formación de hojas y tallos tiernos, pero sin la producción de elevadas proporciones de tejidos leñosos.

Por otra parte, el factor distancia entre surcos influyó notablemente en la disponibilidad de biomasa total y comestible de *M. alba* y sus componentes, debido a que hubo una disminución altamente significativa ( $P < 0,001$ ) a medida que se incrementó la distancia entre surcos (fig. 2).

the production of high proportions of ligneous tissues.

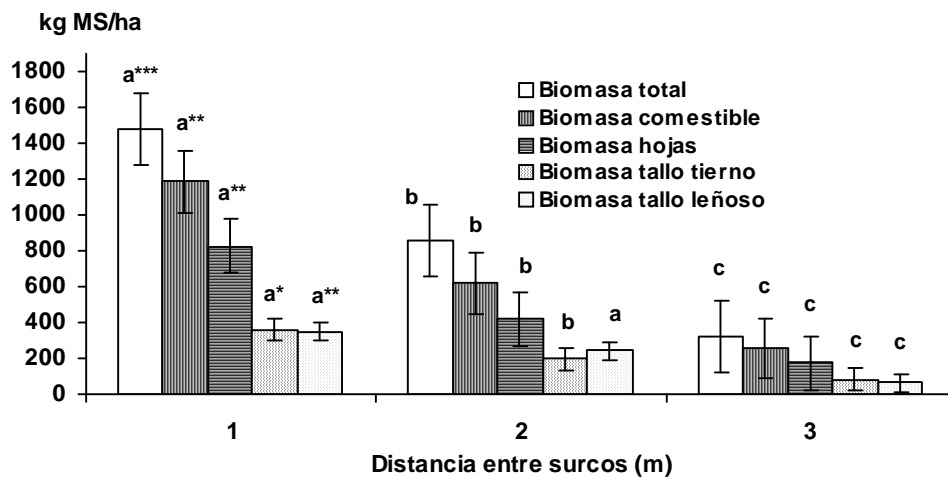
On the other hand, the factor distance between rows had a remarkable influence on the availability of total and edible biomass of *M. alba* and their components, because there was a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) as the distance between rows increased (fig. 2).

The highest yields were achieved with the distance between rows of 1 m and they were 1 481 kg DM/ha for total biomass and 1 185 kg DM/ha for the edible fraction.

The lowest productions were found in the distance of 3 m, in which the total biomass was 320,7 kg DM/ha and the edible biomass was 255,2 kg DM/ha; while in the distance of 2 m between rows the values of total and edible DM availability were 859,3 and 617,7 kg DM/ha, respectively.

The production of leaves, fresh stems and ligneous stems followed the same trend as the total and edible biomass, decreasing highly significantly with the increase of the spacing between rows.

The highest yields of these components were found in the 1 m distance between rows, with values of 357,2 kg DM/ha for the leaves; 196,5



a,b,c Valores con diferentes letras en cada componente difieren estadísticamente a  $P < 0,05$

\*  $P < 0,05$  \*\*  $P < 0,01$  \*\*\*  $P < 0,001$

Fig. 2. Efecto de la distancia entre surcos en la disponibilidad de biomasa total de *M. alba* y sus fracciones.

Fig. 2. Effect of the distance between rows on the availability of total biomass of *M. alba* and its fractions.



Los mayores rendimientos se lograron con la distancia entre surcos de 1 m y fueron de 1 481 kg de MS/ha para la biomasa total y de 1 185 kg de MS/ha para la fracción comestible.

Las menores producciones se encontraron en la distancia de 3 m, donde la biomasa total alcanzó valores de 320,7 kg de MS/ha y la biomasa comestible de 255,2 kg de MS/ha; mientras que en la distancia de 2 m entre surcos se encontró una disponibilidad de MS total y comestible de 859,3 y 617,7 kg de MS/ha, respectivamente.

La producción de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos siguió la misma tendencia que la biomasa total y comestible, al disminuir de manera altamente significativa con el mayor espaciamiento.

Los rendimientos más elevados de estos componentes se encontraron en la distancia entre surcos de 1 m, con valores de 357,2 kg de MS/ha para las hojas; 196,5 kg de MS/ha para los tallos tiernos y el aporte de material leñoso fue de 348,2 kg de MS/ha.

La altura de poda a la cual se sometió la arbórea después del pastoreo no presentó un efecto significativo en la disponibilidad de biomasa total y comestible, por lo que el rendimiento de cada fracción mantuvo valores estables en las diferentes alturas. Estos valores oscilaron entre 835 y 887 kg de MS/ha para la biomasa total y entre 586 y 730 kg de MS/ha para la comestible (fig. 3).

Un comportamiento similar se obtuvo con la producción de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos, donde no se encontraron variaciones significativas con las alturas de 10, 100 y 200 cm. No obstante, se observó una ligera tendencia de las hojas a incrementarse con la mayor altura. Los rendimientos de esta fracción fueron de 363, 520 y 538 kg de MS/ha, respectivamente, para las diferentes alturas de poda; mientras que los valores en la producción de tallos tiernos oscilaron entre 249 y 102 kg de MS/ha, y para el caso de los tallos leñosos entre 249 y 175 kg de MS/ha.

Con respecto al efecto de la distancia entre surcos en la disponibilidad de biomasa total y comestible de *M. alba*, los resultados indicaron que a mayor espaciamiento disminuyó significativamente el rendimiento; una respuesta similar

kg DM/ha for fresh stems and the contribution of ligneous material was 348,2 kg DM/ha.

The pruning height to which the tree was subject after grazing did not show a significant effect on the availability of total and edible biomass, for which the yield of each fraction maintained stable values in the different heights. These values varied between 835 and 887 kg DM/ha for the total biomass and between 586 and 730 kg DM/ha for the edible biomass (fig. 3).

A similar performance was obtained with the production of leaves, fresh stems and ligneous stems, in which no significant variations were found with the heights of 10, 100 and 200 cm. However, a slight trend of the leaves to increase with the increase of height was observed. The yields of this fraction were 363, 520 and 538 kg DM/ha, respectively, for the different pruning heights; while the values in the production of fresh stems varied between 249 and 102 kg DM/ha and in the case of ligneous stems it was between 249 and 175 kg DM/ha.

Regarding the effect of distance between rows on the availability of total and edible biomass of *M. alba*, the results indicated that with a higher spacing the yield decreased significantly; similar response was obtained in the production of leaves, fresh and ligneous stems, which allows to confirm that sowing distance is a determining factor in foliage-producing plants (Cameron, Rance, Edwards and Jones, 1994).

In general, the total production was much higher in the 1m distance between rows, mainly because in this spacing there were a higher number of individuals and, consequently, the biomass production per area unit was higher than the one found in the treatments with wider spatial arrangements (2 and 3 m), as they imply a lower population of plants.

Similar trends in biomass production of *M. alba* with the lowest sowing density have been obtained in intensive cut and carry systems by other authors (Benavides, 2000).

The pruning height did not have a significant influence on the performance of DM availability, for which none of its components showed variations in the different heights studied. Nevertheless, a

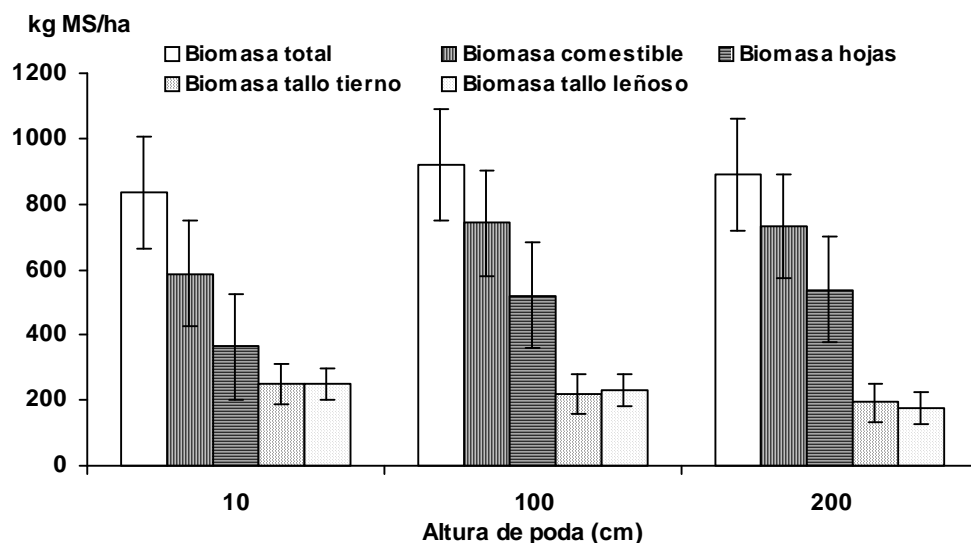


Fig. 3. Efecto de la altura de poda en la disponibilidad de biomasa total de *M. alba* y sus componentes.

Fig. 3. Effect of pruning height on the availability of total biomass of *M. alba* and its components.

se obtuvo en la producción de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos, lo que permite confirmar que la distancia de siembra es un factor determinante en las plantas productoras de follaje (Cameron, Rance, Edwards y Jones, 1994).

En sentido general, la producción total fue mucho mayor en la distancia entre surcos de 1 m, debido principalmente a que en este espaciamiento existió una mayor cantidad de individuos y, por consiguiente, la producción de biomasa por unidad de área fue superior a la encontrada en los tratamientos con arreglos espaciales más amplios (2 y 3 m), ya que implican una menor población de plantas.

Tendencias similares en la producción de biomasa de *M. alba* con la menor densidad de siembra, han sido obtenidas en sistemas intensivos de corte y acarreo por otros autores (Benavides, 2000).

La altura de poda no tuvo una influencia significativa en el comportamiento de la disponibilidad de MS, por lo que ninguno de sus componentes presentó variaciones en las diferentes alturas estudiadas. No obstante, se observó una ligera tendencia a incrementarse los rendimientos con la mayor altura.

slight trend to increase the yields with the higher height was observed.

The results confirm the reports by some authors for *M. alba* in cut and carry systems regarding biomass production, in which no significant effect was found in this indicator (García, Fernández, Mompie, González, Rodríguez and Cruz, 2000). This proves that the availability of total biomass as well as edible biomass (leaves and fresh stem) and the ligneous stems can be manifested independently from the cutting height used, and it also shows the potential, and the capacity of response of this species to pruning.

This performance differ from other tree species, such as *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium*, in which cutting height is an important factor in the contributions of edible DM (García, Nygren and Desfontaines, 2001; Francisco, 2002).

This response of *M. alba* to cutting is probably related to the presence of a higher area of storage parenchymatous tissue and active meristematic tissue, necessary factors in the development of regrowth, or to the high concentration of soluble carbohydrates, starches and fats present in the stem (García, 2003).

Los resultados confirman lo informado por algunos autores para *M. alba* en sistemas de corte y acarreo en la producción de biomasa, donde no se encontró un efecto significativo en este indicador (García, Fernández, Mompie, González, Rodríguez y Cruz, 2000). Ello demuestra que tanto la disponibilidad de biomasa total como la comestible (hojas y tallos tiernos) y los tallos leñosos pueden manifestarse de forma independiente a la altura de corte utilizada, y evidencia además el potencial y la capacidad de respuesta de esta especie ante la poda.

Dicho comportamiento difiere del de otras especies arbóreas, tales como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, donde la altura de corte constituye un factor importante en los aportes de MS comestible (García, Nygren y Desfontaines, 2001; Francisco, 2002).

Esta respuesta de *M. alba* ante el corte probablemente esté relacionada con la presencia de una mayor área de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, factores necesarios en el desarrollo del rebrote, o con la elevada concentración de carbohidratos solubles, almidones y grasas que presenta el tallo (García, 2003).

### Conclusiones

- La disponibilidad de biomasa total y biomasa comestible de *M. alba* en condiciones de pastoreo varió entre 320 y 1 250 y 260-1 120 t de MS/ha, respectivamente.
- La producción de MS total y comestible, así como la de sus componentes, fue afectada de manera significativa por las rotaciones y la distancia entre los surcos.
- Las alturas de poda de 10, 100 y 200 cm no mostraron efectos significativos en la disponibilidad de MS total y comestible, con valores entre 840-920 y 590-740 kg de MS/ha, respectivamente.

### Recomendaciones

Continuar los estudios de esta investigación por un período de tiempo mayor, para determinar a largo plazo el efecto de los factores evaluados en la producción de biomasa total, biomasa comestible, hojas, tallos tiernos y tallos leñosos en las condiciones experimentales.

### Conclusions

- The availability of total and edible biomass of *M. alba* under grazing conditions varied between 320 and 1 250 and 260-1 120 t DM/ha, respectively.
- The production of total and edible DM, as well as that of its components, was significantly affected by the rotations and the distance between rows.
- The pruning heights of 10, 100 and 200 cm did not show significant effects on the availability of total and edible biomass, with values between 840-920 and 590-740 kg DM/ha, respectively.

### Recommendations

To continue the studies of this research for a longer period of time, in order to determine the long term effect of the factors evaluated on the production of total biomass, edible biomass, leaves, fresh stems and ligneous stems under experimental conditions.

--End of the English version--

### Referencias bibliográficas

- Benavides, J.E. 2000. La morera, un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. *Pastos y Forrajes*. 23:1
- Boschini, C.; Dormond, H. & Castro, A. 1998. Producción de biomasa de la morera (*Morus alba*) en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 9 (2):31
- Cameron, D.; Rance, S.; Edwards, D.S. & Jones, D. 1994. Árboles y pasturas: un estudio sobre el efecto del espaciamiento. *Agroforestería en las Américas*. 1 (1):18
- Francisco, Ana Geraldine. 2002. Manejo de las defoliaciones de *Albizia lebeck* para la producción de biomasa. Tesis presentada en opción al Título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 80 p.
- Francisco, Ana Geraldine. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebeck*. I. Hojas y tallos tiernos. *Pastos y Forrajes*. 26:125
- Francisco, Geraldine; Simón, L. & Soca, Mildrey. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 21:337

- García, D.E. 2003. Evaluación 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. 97 p.
- García, F.; Fernández, R.; Mompie, B.; González, E.; Rodríguez, Marlene & Cruz, Jenys. 2000. Altura de corte de morera (*Morus alba*). Memorias. I Taller Internacional "Morera (*Morus alba*), oportunidades y posibilidades de uso para la alimentación". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1 p.
- García, H.; Nygren, P. & Desfontaines, L. 2001. Dynamics of non-structural carbohydrates and biomass yield in a fodder legume tree under different harvest intensities. *Tree Physiol.* 21:523
- Hernández, A. et al. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- Kitahara, N.; Shibata, S.; Kawano, M.; Takahashi, S. & Nishida, T. 2002. Utilization and management of mulberry (*Morus sp.*) for forages. 2. Survivals of mulberry trees harvested by cattle browsing and clipping. *Grassland Science.* 48 (5):412
- Mochiutti, S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 144 p.
- Reyes, F.; Milera, Milagros & Matías, C. 2000. Efecto del intercalamiento de leguminosas temporales en el establecimiento de morera (*Morus alba*). *Pastos y Forrajes.* 23:219

Recibido el 15 de mayo del 2005

Aceptado el 15 de mayo del 2006

## VI ENCUENTRO DE EDITORES DE REVISTAS CIENTÍFICAS

---

**Fecha:** Del 20 al 22 de junio de 2007  
**Sede:** Instituto de Ciencia Animal, La Habana

### TEMÁTICAS:

- 📁 Arbitraje.
- 📁 Funciones del Editor
- 📁 Publicaciones electrónicas
- 📁 Mercadeo

### Contacto:

*Dr. Rafael S. Herrera García*  
Presidente del Comité Organizador  
e-mail: rcca@ica.co.cu