

## **Evaluación del potencial agronómico de *Morus alba* para su inclusión en sistemas de pastoreo-ramoneo en Trujillo, Venezuela. I Variables morfoestructurales**

Agronomic potential evaluation of *Morus alba* for its inclusion in browsing-grazing systems in Trujillo, Venezuela. I Morpho structural variables

M.G. Medina<sup>1</sup>, D.E. García<sup>1</sup>, P. Moratinos<sup>2</sup>, J.M. Iglesias<sup>3</sup> y T. Clavero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agrarias, Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Universidad de Los Andes (ULA), estado Trujillo, Venezuela.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela.

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

<sup>4</sup>Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, estado Zulia, Venezuela.

### **Resumen**

Se realizó un experimento con el objetivo de evaluar el potencial agronómico de la morera (*Morus alba*) en términos de altura, diámetro del tronco y de la rama, longitud y número de rama, diámetro de la copa, sobrevivencia, afectación por plagas y síntomas de enfermedades, mediante un diseño de bloques al azar con parcelas divididas y arreglo factorial tres niveles de fertilización (0, 132 y 264 g N.planta.año<sup>-1</sup>) x tres frecuencias de pastoreo (60, 90 y 120 días) x dos modalidades de asociación (morera-pastos y morera-leucaena-pastos) x dos estrategias de poda (con poda y sin poda), para medidas repetidas en el tiempo y cuatros réplicas por subparcela. No se observaron interacciones significativas entre los factores evaluados. Se observó efecto del año en la altura, el diámetro del tronco y de las ramas ( $P < 0,01$ ). La sobrevivencia, aunque se mantuvo durante toda la etapa por encima del 90%, disminuyó significativamente de 97,12 a 94,20% a partir del segundo año de pastoreo ( $P < 0,05$ ). Se observó un efecto significativo de la época en la altura y la longitud de las ramas a favor del periodo lluvioso. En el sistema multiasociado, la morera exhibió de manera significativa una mayor altura (3,80 m), diámetro del tronco (5,41 cm), número de ramas (27) y sobrevivencia (96%).

---

Recibido el 10-01-2012 ● Aceptado el 07-03-2012

Autor de correspondencia e-mail: dagamar8@hotmail.com

En el sistema de asociación simple, se observó mayor afectación por plagas y enfermedades ( $P < 0,05$ ). En las plantas podadas se constató una disminución significativa de la altura, el diámetro del tronco y de la copa y el número de ramas ( $P < 0,01$ ). La fertilización sólo afectó positivamente la altura y el diámetro del tronco a favor de la mayor dosis aplicada ( $P < 0,05$ ). Considerando las variables morfoestructurales evaluadas la morera se puede utilizar como arbusto para pastoreo-ramoneo cuando se asocia con *Leucaena*, es manejada con fertilización orgánica (264 g de N.planta.año<sup>-1</sup>) y pastoreada cada 90 o 120 días.

**Palabras clave:** sistema silvopastoril, forraje, morera.

## Abstract

An experiment was carried in order to evaluating the agronomic potential of Mulberry (*Morus alba*) in terms of height, trunk and branch diameter, longitude and branch number, surrounds tree diameter, survival, plagues affectation and illnesses symptoms using a randomized blocks design with divided parcels and factorial arrangement: three fertilization level (0, 132 and 264 g N.plant.year<sup>-1</sup>) x three grazing frequency (60, 90 and 120 days) x two association modality (mulberry-grasses and mulberry-leucena-grasses) x two pruning strategies (with pruning and without pruning), for measures repeated in the time and four replicates by subparcels. No significant interactions among evaluated factors were observed. The effect of the year in the height and the trunk and branches diameter was only observed ( $P < 0.01$ ). The survival, although stayed during the whole stage above 90%, it diminished significantly from 97.12 to 94.20% starting from the second year of grazing ( $P < 0.05$ ). A significant effect of the season in the height and the longitude of the branches in the rainy period was observed. In the multi associated system Mulberry exhibited a significant bigger height (3.80 m), trunk diameter (5.41 cm), branches number (27) and survival (96 %). In the system of simple association bigger affectation by plagues and illnesses was observed ( $P < 0.05$ ). In the pruned plants a significant decrease of the height, the trunk diameter, the surrounds tree diameter and number of branches was obtained ( $P < 0.01$ ). The fertilization affected the height and the diameter of the trunk positively with the biggest applied dose ( $P < 0.05$ ). Considering the morpho structural evaluated variable the Mulberry could be used as browsing-grazing tree associated with *Leucena* and managed with organic fertilization (264 g of N.plant.year<sup>-1</sup>) and grazed every 90 or 120 days.

**Key words:** silvopastoral system, forage, mulberry.

## Introducción

En los trópicos y subtrópicos la alimentación animal se obtiene fundamentalmente a través del consumo de pastos, forrajes, subproductos de

## Introduction

In the tropic and sub-tropic the animal feed is mainly obtained through the consumption of grazes, forages, harvests' sub-products and conserved

cosechas y de alimentos conservados como ensilajes, henos y harinas. No obstante, las gramíneas utilizadas, por lo general poseen altos contenidos de fracción fibrosa (superior al 40%) y bajos porcentajes proteicos (aproximadamente 6%), lo cual trae como resultado una reducción considerable en el desarrollo del animal, debido a la deficiencia nutricional y la escasez de material voluminoso durante la época menos lluviosa. Por tales motivos, el uso del follaje de árboles y arbustos forrajeros constituye una opción viable para la alimentación de los animales herbívoros por su mayor valor nutricional, comparativamente con los pastos, además de otras ventajas desde el punto de vista ecológico que exhiben dentro de los ecosistemas ganaderos (Medina, 2004).

En este sentido, en muchas regiones del mundo se está promoviendo la utilización de la especie *Morus alba* (Linn.) como alimento para el ganado, debido a la elevada calidad nutricional de su biomasa, su capacidad de producción por unidad de área, aceptabilidad, amplia adaptación a climas y tipos de suelos y disponibilidad de materia seca (Sánchez, 2002).

Hasta el presente, la explotación y manejo de esta especie se ha enfocado preferentemente en sistemas de corte y acarreo, por lo que su inclusión en sistemas asociados de pastoreo/ramoneo ha sido poco investigada (Medina *et al.*, 2004). De ahí la importancia de implementar formas de manejo, tanto agronómico como animal, que asegure la producción y estabilidad de esta especie bajo condiciones silvopastoriles, para así ampliar y maximizar sus formas de uso y apro-

feed such as silages, hays and flours. Nevertheless, the used gramineae, generally have high contents of fibrous fraction (superior to 40%) and low protean percentages (approximately 6%), which causes a considerable reduction in the development of the animal, due to the nutritional deficiency and shortage of voluminous material during the less raining season. For such reasons, the use of trees' foliage and fodder shrubs constitute a viable option for feeding the herbivorous animals for the higher nutritional value, compare to pastures, besides of other advantages from the ecological point of view exhibited inside the farm eco-systems (Medina, 2004).

On this sense, in many regions of the world its being promoting the utilization of the *Morus alba* (Linn.) specie as feed for the stock, due to the elevate nutritional quality of its biomass, its production capacity by area's unit, acceptability, wide adaptation to weathers and types of soil and availability of dry matter (Sánchez, 2002).

Until now, the exploitation and handle of this specie has centered in the cuts and hauling systems, thus its inclusion in systems associated to browsing-grazing systems has not been deeply developed (Medina *et al.*, 2004). Thus, the importance of implementing handle's ways, of both agronomic and animal, that assures the production and stability of this specie under silvopastoral conditions to wide and maximize its usage was and use the elevate potential for animal feeding inside the more common exploitation systems by hands of the

vechar el elevado potencial para la alimentación animal dentro de los sistemas de explotación más ampliamente utilizado por los productores en el trópico latinoamericano. Por tales razones, el objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de la fertilización orgánica, la frecuencia de pastoreo, la modalidad de asociación y la estrategia de poda en algunas variables morfo-estructurales de la Morera en sistemas asociados en el estado Trujillo, Venezuela.

## **Materiales y métodos**

### **Ubicación del ensayo**

El experimento se desarrolló durante tres años consecutivos en un área de gramíneas con 10 años de establecida y sometida continuamente a pastoreo racional en la Estación Experimental y de Producción Agrícola “Rafael Rangel” (Núcleo Universitario “Rafael Rangel”), propiedad de la Universidad de Los Andes, específicamente en el sector La Catalina, Vega Grande, municipio Pampán, estado Trujillo, Venezuela.

La unidad de producción se encuentra en condiciones de transición de bosque seco tropical a bosque húmedo tropical, entre las coordenadas 9°35'00" y 9°37'19" LN y entre 70°27'00" y 70°31'39" LO, a una altura de 270-300 msnm (Medina *et al.*, 2006).

### **Características edafoclimáticas del área**

El área experimental exhibe un suelo alcalino, profundo y de baja fertilidad, catalogado como Fluvisol (Medina *et al.*, 2006). Las características químicas del suelo durante la eta-

ducers in the Latin American Tropic. For such reasons, the objective of this research was to evaluate the influence of the organic fertilization, the grazing frequency, the association modality and pruning strategy in some morpho-structural variables of mulberry in associate systems in Trujillo state, Venezuela.

## **Materials and methods**

### **Location of the essay**

The experiment was developed for three years in a gramineae area with 10 years of established and submitted to continuous rational grazing at the Experimental Station and Agriculture Production “Rafael Rangel” (University campus”), property of Universidad de los Andes, specifically La Catalina area, Vega Grande, Pampán parish, Trujillo, Venezuela.

The production unit is under transition weather conditions tropical dry to humid tropical dry, between the coordinates 9°35'00" and 9°37'19" NL and 70°27'00" and 70°31'39" WL, at a height of 270-300 masl (Medina *et al.*, 2006).

### **Soil-weather characteristics of the area**

The experimental area shows an alkaline, deep and with little fertility soil, cataloged as Fluvisol (Medina *et al.*, 2006). The chemical characteristics of the soil during the evaluation phase are seen in table 1.

The area where the research took place, has a Tropical Savannah weather which average precipitation was lower to 52.2 mm (Medina *et al.*, 2006).

pa de evaluación, se aprecian en el cuadro 1.

La zona donde se enmarcó el ensayo presenta un clima de Sabana Tropical cuya precipitación promedio fue menor de 52,2 mm (Medina *et al.*, 2006).

#### Diseño físico del experimento

El área experimental abarcó 3,5 ha, dividida en dos bloques paralelos y limítrofes de 324 x 54 m. Cada bloque estuvo fraccionado en nueve potreros continuos de 0,19 ha. En los potreros se sembraron 12 hileras de 18 plantas separadas entre sí por una distancia de 3 m, para un total de 216 plantas por parcela; equivalente a una densidad total de 1110 plantas.ha<sup>-1</sup>. En las parcelas de asociación múltiple se establecieron 108 plantas de morera y leucaena (*Leucaena leucocephala*).

#### Siembra y establecimiento

Las especies leñosas (morera y leucaena) se sembraron simultáneamente en el pastizal después de perma-

#### Physical design of the experiment

The experimental area covered 3.5 ha, divided into two parallel and neighbouring of 324 x 54 m. Each block was fractioned in nine continuous paddocks of 0.19 ha. In the paddocks were sowed 12 rows of 18 plants divided in between for 3 m, for a total of 216 plants per plot; equal to a total density of 1110 plants.ha<sup>-1</sup>. In the multiple association plots were established 108 mulberry and *Leucaena* plots (*Leucaena leucocephala*).

#### Sow and establishment

The woody species (mulberry and leucaena) were sowed simultaneously in the grass after remaining in the nursery for approximately two months. The plantation and handle in the establishment of woody species was done following the methodology suggested by Corbea *et al.*, (2005) and Toral *et al.*, (2006) for woody species under

### Cuadro 1. Indicadores de la composición química del suelo en el área experimental.

Table 1. Indicators of the chemical composition of the soil in the experimental unit.

Indicador	Valor	Clasificación*
pH (KCl)	8,15	Medianamente alcalino
MO (%)	1,04	Medio
Nitrógeno asimilable (%)	0,09	Bajo
P (cmol.kg <sup>-1</sup> )	51,00	Alto
Carbono orgánico (%)	1,18	Bajo
K (cmol.kg <sup>-1</sup> )	29,50	Bajo
Ca (cmol.kg <sup>-1</sup> )	244,00	Medio
Mg (cmol.kg <sup>-1</sup> )	60,50	Bajo

\*Acorde a Medina *et al.* (2006)

necer en la etapa de vivero por aproximadamente dos meses. La plantación y el manejo en el establecimiento de las arbóreas se realizó siguiendo la metodología sugerida por Corbea *et al.* (2005) y Toral *et al.* (2006) para leñosas bajo condiciones silvopastoriles. La etapa de establecimiento fue de ocho meses.

### Manejo agronómico

#### Fertilización de *M. alba*

Una vez establecida la plantación, se realizaron labores culturales en la Morera, la cual se fertilizó de forma manual alrededor del tronco, empleando las mismas dosis de fertilizante orgánico (0, 132 y 264 g de N.planta<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) y siguiendo el procedimiento señalado por Medina (2010) en ensayos anteriores.

Las características químicas del fertilizante utilizado se muestran en el cuadro 2.

#### Poda de los árboles

Este procedimiento se realizó a la mitad de los árboles previamente identificados posterior a la etapa de

silvopastoral conditions. The establishing phase was eight months.

### Agronomic handle

#### Fertilization of *M. alba*

Once established the plantation, the culture procedures in the mulberry were done, which was fertilized manually around the trunk, employing the same dose of organic fertilizer (0, 132 and 264 g of N.plant<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>) and following the procedure mentioned by Medina (2010) in previous essays.

The chemical characteristics of the fertilizer used are shown in table 2.

#### Trees' pruning

This procedure was done in the middle of the trees previously identified posterior to the establishment phase, and every time the animals went out from the paddock. The pruning was done using a sharp knife (machete) at a height of 1 m for both the mulberry (Medina, 2004) and *Leucaena* (Ruíz and Febles, 2006). The pruning chronogram established in function of

**Cuadro 2. Composición promedio del estiércol utilizado periódicamente en la fertilización de *M. alba*.**

**Table 2. Average composition of the manure used periodically in the fertilization of *M. alba*.**

Indicador	Valor
pH (H <sub>2</sub> O)	8,09
Conductividad eléctrica (dS.cm <sup>-1</sup> )	7,06
Humedad (%)	66,38
Nitrógeno total (%)	2,61
Nitrógeno orgánico (%)	2,30
Nitrógeno-NH <sub>4</sub> soluble (ppm)	501,00
Relación carbono/nitrógeno inicial	15,00
Materia orgánica total (%)	56,16

establecimiento, y cada vez que los animales salían del pastoreo. La misma se efectuó con un machete afilado a una altura de 1 m, tanto para la Morera (Medina, 2004) como para Leucaena (Ruíz y Febles, 2006). El cronograma de podas establecidos en función de la frecuencia de pastoreo en cada año se muestra en el cuadro 3.

### Manejo zootécnico

Las unidades experimentales (parcelas-potreros) fueron sometidas a pastoreos continuos, cuya frecuencia fue variable en función del tratamiento (60, 90, 120 días de reposo).

Se utilizaron vacas mestizas Carora de primera lactancia, con una condición corporal aproximada de 3 puntos, peso vivo promedio de 300 kg y productividad de 15 L.animal<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>; sometidas a un sistema de doble ordeño manual (4:00 am y 3:00 pm) con oferta de suplemento en horas de la tarde.

Durante los tres años a los que el área fue sometida a pastoreo, los animales se introdujeron a las parcelas respectivas a las 6:00 am y se retiraron a las 12:00 m. Durante todo el periodo experimental se utilizó una carga aproximada de 2 UA.ha<sup>-1</sup>.

El ajuste de la carga se realizó acorde a la disponibilidad de forraje en cada rotación (oferta variable) y las dimensiones de las unidades experimentales.

En horas de la tarde los animales se suplementaban diariamente con una mezcla de melaza, urea y pasto morado o King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) troceado a razón de 25 kg de materia verde.animal<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>.

El tiempo de estancia del animal en la parcela osciló, como promedio,

the grazing frequency in every year in table 3.

### Zootechnical handle

The experimental units (plots-paddocks) were submitted to continuous grazing, which frequency varied in function of the treatment (60, 90, 120 days in standby).

First lactation breed cows Carora were used, with an approximate corporal condition of 3 points, average alive weight of 300 kg and productivity of 15 L.animal<sup>-1</sup>.day<sup>-1</sup>, submitted to a milking double manual system (4:00 am and 3:00 pm) with supplement offer in the afternoon.

During the three years where the area was submitted to grazing, the animals were introduced to their respective plots at 6:00 am and were removed at 12:00 m. During all the experimental period an approximate charge of 2 UA/ha was used.

The adjustment of the charge was carried out according to the availability of the foliage on each rotation (variable offer) and the dimensions of the experimental units.

In the afternoon, the animals were daily provided with a mix of molasses, urea, pasture or King Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) at a reason of 25 kg of green matter.animal<sup>-1</sup>.day<sup>-1</sup>.

The remaining time of the animal in the plot was from seven to 12 days (for the dry and rainy, respectively) and was determined in function of the availability of mulberry in the paddock. Likewise, the animals were taken out from the experimental unit once they had already eaten approximately 80% of

**Cuadro 3. Momentos de pastoreo por año, época y mes en función de la frecuencia de pastoreo prefijada (60, 90, 120 días).**

**Table 3. Grazing moments by year, season and month in function of the fixed grazing frequency (60, 90 and 120 days).**

Época	Mes	Año												
		1			2			3			4			
		Frecuencia de pastoreo*			Frecuencia de pastoreo*			Frecuencia de pastoreo*			Frecuencia de pastoreo*			
		60	90	120	60	90	120	60	90	120	60	90	120	
PPLL	Enero													
	Febrero				X						X			
	Marzo													
PLL	Abril				X		X		X		X			
	Mayo													
	Junio	X												
	Julio		X				X				X			
	Agosto	X		X	X		X		X		X			
	Septiembre													
	Octubre	X		X	X		X		X		X			
	Noviembre													
PPLL	Diciembre	X		X	X		X		X		X			

PPLL- Periodo lluvioso; PLL- Periodo lluvioso; X-pastoreo; \*-días



entre siete y 12 días (para la seca y lluviosa, respectivamente) y se determinó en función de la disponibilidad de la Morera en el potrero. De esta forma, los animales se retiraban de la parcela experimental cuando ya habían consumido alrededor del 80 % de la biomasa disponible inicial de la Morera.

### **Mediciones**

#### **Variables morfoestructurales**

El diámetro del fuste, la altura de las plantas, el número de ramas, la longitud y el diámetro de las ramas fueron estimados siguiendo el procedimiento descrito por Medina (2004). El ancho de copa se estimó utilizando una cinta métrica, a través de dos observaciones, una de norte a sur y otra de este a oeste; posteriormente se promediaron los resultados de cada observación.

#### **Otras variables**

La estimación de la afectación por plagas y enfermedades se realizó mediante la metodología recomendada por Machado (2006) y para la sobrevivencia la propuesta por Toral (2005).

### **Diseño experimental, tratamiento**

Para evaluar los resultados se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas y arreglo factorial: tres niveles de fertilización (0, 132 y 264 g N.planta<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) x tres frecuencias de pastoreo (60, 90 y 120 días) x dos modalidades de asociación (morera-pastos y morera-leucaena-pastos) x dos estrategias de poda (con poda y sin poda), para medidas repetidas en el tiempo y cuatro réplicas por subparcela. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el efecto del año de explotación (3) y la época (2). El número total de

the initial available biomass of the mulberry.

### **Measures**

#### **Morpho-structural variables**

The shaft diameter, height of the branches, longitude and diameter of branches were estimated following the procedure described by Medina (2004). The width of the tree was estimated using a metric measure through two observations, one from North to South and the other from East to West; later, the results of each observation were averaged.

#### **Other variables**

The estimation of the damages caused by pests and diseases was done after the methodology recommended by Machado (2006) and the survival proposed by Toral (2005).

### **Experimental design, treatment**

To evaluate the results a randomized block design with divided plots and factorial arrangements was used: 3 levels of fertilization (0, 132 and 264 g N.plant<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>) x three grazing frequency (60, 90 and 120 days) x two association modality (mulberry-pastures and mulberry-leucaena-pastures) x two pruning strategy (with and without prune) for repeated measures in the time and four replications per sub-plot. Additionally, it was considered the effect of the exploitation year (3) and the season (2). The total number of measures was obtained in function of the grazing frequency and the starting month of the evaluation.

### **Processing of the data and statistical analysis**

The processing of the data was done using the statistical software

mediciones, se estuvo en función de la frecuencia de pastoreo y el mes de inicio de la evaluación para cada frecuencia.

### **Procesamiento de los datos y análisis estadísticos**

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 10.0 (versión en español) para Window® (Visauta, 1998). En todos los casos, inicialmente se comprobó los supuestos y normalidad de los errores por la prueba modificada de Shapiro Wilk (Royston, 1982), así como el test de homogeneidad de varianza según la prueba de Bartlex (1937), con el objetivo de verificar la normalidad de los datos. Para homogenizar la varianza, en el caso que fue necesario, se transformó la variable para la realizar el análisis estadístico.

El procesamiento de los resultados se realizó utilizando la opción GLM (modelo lineal general) del paquete SPSS 10.0, empleando para la comparación de medias la dócima de rango múltiple de Duncan a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955).

## **Resultados y discusión**

No se observó interacción significativa entre los factores para las variables estudiadas ( $P > 0,05$ ).

Los resultados obtenidos acorde al efecto de los factores principales en las variables morfo-estructurales y de adaptabilidad se muestran en los cuadros 4 y 5.

Se observó un efecto significativo del año en la altura de la planta, el diámetro del tronco de las ramas ( $P < 0,01$ ); obteniéndose incrementos progresivos en dichos indicadores en

SPSS 10.0 (in Spanish) for Windows® (Visauta, 1998). In all cases, supposes were initially proved and normality of mistakes for the test modified by Shapiro Wilk (Royston, 1982), as well as the homogeneity test of variance according to Bartlex test (1937), with the objective of verifying the normality of the information. To homogenize the variance, when necessary, the variable was transformed to carry the statistical analysis.

The processing of the results was done using the GLM option (general lineal model) of the package SPSS 10.0, employing the mean Duncan comparison test  $P < 0.05$  (Duncan, 1955).

## **Results and discussion**

None significant interaction was observed for the studied variables ( $P > 0.05$ ). The results obtained according to the effect of the main factors in the morpho-structural and adaptability variables are shown on tables 4 and 5.

A significant effect was seen within the year in the plant's height, surrounds tree diameter ( $P < 0.01$ ); obtaining progressive increments in such indicators in each year of the evaluation. At the end of the exploitation, plants reached an average height of 4.80 m and diameter of the trunk and branches of 6.80 cm and 1.90 cm respectively.

In the case of the survival, though it kept during all the phase over 90%, it reduced significantly from 97.12% to 94.20 after the second grazing year.

The number of branches, the longitude, the wide of the trunk, the

**Cuadro 4. Efecto del año, la época y la forma de asociación en las variables morfoestructurales y de adaptación de *M. alba*.**

**Table 4. Effect of the year, season and association way in the morpho-structural and adaptation variables of *M. Alba*.**

Factor	Nivel	Altura (m)	DT (cm)	Número de Ramas	DR (cm)	LR (m)	AC (m)	Sbv (%)	AP (%)	SE (%)
Año	1	3,07b	3,96c	24,20	1,48b	1,49	1,92	97,12a	0,13	0,11
	2	4,10a	5,52b	25,45	1,57b	1,48	2,06	94,40b	0,14	0,09
	3	4,80a	6,80a	26,74	1,90a	1,46	2,20	94,20b	0,14	0,12
EE±		0,81**	0,41**	7,1NS	0,21**	0,2NS	0,2NS	2,4*	0,07NS	0,05NS
Época	PLL	3,89a	4,48b	25,52	1,49	1,59a	1,95	94,22	0,14	0,09
	PPLL	3,14b	5,42a	24,13	1,60	1,33b	2,00	93,89	0,12	0,09
EE±		0,2*	0,3*	9,2NS	6,2NS	0,1*	0,1NS	2,8NS	0,06NS	0,08NS
Forma de asociación	M + P	3,38b	4,07b	22,17b	1,47	1,56	1,91	90,46b	0,19a	0,14a
	M + L + P	3,80a	5,41a	27,48a	1,58	1,42	2,06	96,00a	0,08b	0,06b
EE±		0,2*	0,3*	4,1*	0,2NS	0,2NS	0,1NS	2,9**	0,06*	0,04*

PLL- Período lluvioso; PPLL- Período poco lluvioso; M+P- Asociación Simple Morera-Pastos; M+L+P: Asociación Múltiple Morera-Leucaena-Pastos; DT- Diámetro del tronco; DR- Diámetro de las ramas; LR- Longitud de las ramas; AC- Ancho de la copa; Sbv- Sobrevivencia; AP- Afectaciones por plagas; SE- Síntomas de enfermedades; NS- no significativo; \*P<0,05; \*\*P<0,01. Letras iguales en la misma columna indican que no hubo diferencias estadísticas. EE: error estándar.

Cuadro 5. Efecto de la estrategia de poda, la fertilización orgánica y la frecuencia de pastoreo en las variables morfoestructurales y de adaptación de *M. alba*.Table 5. Strategy effect of pruning, organic fertilization and grazing frequency in the morph-structural and adaptation variables of *M. alba*.

Factor	Nivel	Altura (m)	DT (cm)	Número de Ramas	DR (cm)	LR (m)	AC (m)	Sbv (%)	AP (%)	SE (%)
Estrategia	Sin poda	4,84a	5,63a	27,23a	1,52	1,39	2,10a	93,80	0,16	0,10
	Con poda	2,34b	2,39b	22,42b	1,53	1,41	1,88b	94,75	0,12	0,09
EE±		0,9**	0,5**	4,2*	0,2NS	0,2NS	0,1**	2,5NS	0,08NS	0,03NS
Fertilización:planta.año <sup>-1</sup>	0	3,21c	3,81b	23,47	1,53	1,57	1,97	93,83	0,15	0,07
	132	3,65b	4,59a	25,68	1,55	1,43	2,07	93,70	0,12	0,11
	264	3,90a	4,75a	25,32	1,49	1,48	1,94	95,31	0,15	0,11
EE±		0,3*	0,3*	5,8NS	0,3NS	0,2NS	0,3NS	2,8NS	0,08NS	0,08NS
Frecuencia de pastoreo (días)	60	1,97b	4,41	18,20b	1,59	1,01c	1,32c	87,45c	0,15	0,12
	90	3,17a	4,49	24,67a	1,57	1,48b	2,07b	92,62b	0,14	0,11
	120	3,64a	4,45	22,74a	1,59	1,78a	2,54a	95,70a	0,15	0,13
EE±		0,5**	0,2NS	3,1**	0,2NS	0,2**	0,3**	2,4**	0,07NS	0,03NS

DT- Diámetro del tronco; DR- Diámetro de las ramas; LR- Longitud de las ramas; AC- Ancho de la copa; Sbv-Sobrevivencia; AP- Afectaciones por plagas; SE- Síntomas de enfermedades; NS: no significativo; \*P<0,05; \*\*P<0,01. Letras iguales en la misma columna indican que no hubo diferencias estadísticas. EE: error estándar.

cada año de evaluación. Al final de la explotación, las plantas alcanzaron una altura promedio de 4,80 m y un diámetro del tronco y ramas de 6,80 cm y 1,90 cm, respectivamente.

En el caso de la sobrevivencia, aunque se mantuvo durante toda la etapa por encima del 90%, disminuyó significativamente de 97,12 a 94,20% a partir del segundo año de pastoreo.

El número de ramas, su longitud, el ancho de la copa, la afectación por plagas y los síntomas de enfermedades no mostraron diferencias sustanciales respecto a los años ( $P < 0,05$ ). Estos resultados enfatizan que las variables no relacionadas directamente con el desarrollo progresivo de la planta; sino con la arquitectura, exhibieron variaciones más discretas, comparadas con los descriptores del comportamiento morfológico.

El desarrollo continuo de la morera, en los tres años a que fue sometida a pastoreo-ramoneo, puso de manifiesto la importancia que tuvo lograr un buen establecimiento previo a la introducción de los animales, así como su capacidad de adaptación a la presencia de otras especies acompañantes y a las condiciones edafoclimáticas que prevalecieron durante esta etapa.

También demuestra que, el manejo agronómico y animal utilizado en las condiciones de este estudio fueron adecuados para que la especie pudiera desarrollarse satisfactoriamente en asocio con el resto de los componentes del sistema y persistir a lo largo del tiempo. Estas características son muy importantes y le confiere a la planta atributos deseables para su uso como

affected by pests and symptom of diseases did not show substantial differences in relation to the years ( $P < 0.05$ ). These results prove that the variables which were not directly related to the progressive development of the plant but only to the architecture, exhibit more discrete variations, compare to the descriptors of the morphological behavior.

The continuous development of mulberry, in the three years where it was submitted to browsing-grazing system showed the importance that had obtaining a good establishment prior to the introduction of animals, as well as its adaptation capacity to the presence of other companion species and the soil-weather conditions that remained during this phase. It also shows that the agronomic and animal handle used in the conditions of this research were adequate so the specie could develop satisfactorily in relation to the rest of the components of the systems and remain throughout the time. These characteristics are very important and give the plant desirable attributes for its use as grazing plant in associate systems submitted to defoliations and continuous grazing.

Survival, though it showed a decreasing dynamic, kept values until the end of the third year that were considered elevate, considering that until the date mulberry was used as a pruning plant but not as a grazing one. This aspect has been widely debatable, attributing the specie a couple of limitations, many of which are related to the structure of the plant (rigidity and consistence of the stem), its propagation and agronomical and zoo

planta de ramoneo en sistemas asociados sometidos a defoliaciones y pastoreo continuos.

La sobrevivencia, aún cuando manifestó una dinámica decreciente, mantuvo valores al finalizar el tercer año que se consideraron elevados, tomando en cuenta que hasta la fecha la morera se consideró una planta de corte y no para ramoneo. Este aspecto ha sido muy debatido, atribuyéndose a la especie una serie de limitaciones, muchas de las cuales están relacionadas con la estructura de la planta (rigidez y consistencia del tallo), su forma de propagación y el manejo tanto agronómico como zootécnico que requeriría en estos sistemas, para aprovechar al máximo su comprobado potencial forrajero y su persistencia en el tiempo. Sin embargo, los resultados son superiores a los obtenidos por Medina *et al.* (2004) en condiciones de pastoreo simulado y similares a los reportados por Benavides (2002) y Boschini (2002) en sistemas intensivos de corte y acarreo.

Estos resultados estuvieron muy relacionados con el marco de siembra que, además de minimizar la competencia entre plantas por acceder a los recursos disponibles, favoreció el desplazamiento cómodo de los animales dentro del sistema, disminuyéndose así los daños ocurridos por el efecto del impacto físico del animal al pastorear las parcelas. Al respecto, Ruiz *et al.* (2001) señalaron que la distancia de 3 x 3 metros fue la mejor opción, ya que permitió una mayor utilización del follaje de las arbóreas por los animales al desplazarse sin dificultad en el pastoreo, por lo que las pérdidas por planta fueron mucho menores.

technical handle required in these systems. However, the results are superior to those obtained by Medina *et al.* (2004) in simulated grazing conditions and similar to the reported by Benavides (2002) and Boschini (2001) in intensive pruning-grazing systems.

The results were extremely related to the location of the sow, that besides of minimizing the competence between plants by accessing to the available resources, it favored the comfortable move of animals inside the system, reducing the damages caused by the physical impact of the animal when grazing the plots. On this matter, Ruiz *et al.*, (2001) mention that the distance of 3 x 3 meters was the best option, since it allows a better use of the foliage of the arboreal by the animals when they move without difficulty while grazing, thus, the lost per plant were a lot less.

The category and animal size could have also influenced positively, since both factors can result in higher of lower levels of damage (Somarriba, 1997). In this sense, during the exploitation phase, young heifers were used, with alive weight of approximately 300 kg and a corporal condition lower than four. These animals were relatively docile, for this reason, their size, grazing habits and temperament might had caused less damage in the mulberry while grazing, trampling and dehusking; aspects, that according to their severity might contribute to a higher mortality of the trees, loss in the quality of the shaft and lower growth (Pezo and Ibrahim, 1999).

La categoría y talla animal también pudo influir positivamente, ya que ambos factores podrían resultar en mayores o menores niveles de daño (Somarriba, 1997). En este sentido, durante la etapa de explotación se utilizaron novillas de primer parto, con peso vivos de alrededor de 300 kg y una condición corporal menor a cuatro. Estos animales presentaron un temperamento relativamente dócil, por lo que su tamaño, hábito de pastoreo y naturaleza temperamental pudieran haber ocasionado menores daños a la morera por ramoneo, pisoteo, tumba y descortezamiento; aspectos, que según su severidad, podrían contribuir a una mayor mortalidad de árboles, pérdida en la calidad del fuste y menor crecimiento (Pezo e Ibrahim 1999).

Por otra parte, se observó un efecto significativo de la época en la altura y la longitud de las ramas durante el periodo lluvioso, donde la Morera creció más y elongó de forma sustancial sus ramas; mientras que el engrosamiento del tallo fue más marcado en la época seca ( $P < 0,05$ ). El resto de los indicadores evaluados, como el número de ramas, su diámetro, el de la copa, la sobrevivencia y la incidencia de plagas y los síntomas de enfermedades no presentaron diferencias significativas con la época ( $P > 0,05$ ).

Es bien conocido que durante la época de lluvias se presentan condiciones de humedad y temperaturas favorables que las plantas aprovechan para expresar un mayor crecimiento, el cual se ve reflejado en una acelerada elongación del tallo y vigorosidad en las ramificaciones. El efecto no significativo de las variables dasométricas medidas en la morera, respecto a la época,

On the other hand, it was observed a significant effect of the season in the height and longitude of the branches during the rainy season, where mulberry grew more and extended substantially the branches, while the thickness of the stem was more marked in the dry season ( $P < 0.05$ ). The rest of the evaluated indicators, such as the number of branches, the diameter, the trunk's diameter, the survival and incidence of pests and symptoms of the diseases did not show significant differences with the season ( $P > 0.05$ ).

It is well known that during the rainy season are presented humidity conditions and favorable temperatures that the plants take advantage to grow more, which is reflected in an accelerate elongation of the stem and vigor in the branches. The little effect of the dimensional variables measured in mulberry regarding the season, describe the plasticity and adaptability of the specie to the weather variations of the environment, being this other of the requirements available for its use in silvopastoral systems, considering the necessity of using plants that manifest a good development in different seasons of the year, especially those with higher scarcity, that is, in less rainy seasons.

Regarding the association way in the multi-associate system with leucaena, mulberry significantly showed a higher height (3.80 m), diameter of the stem (5.41 cm), number of branches (27.48) and survival (96%). In the simple browsing-grazing association system, a higher affectation by pests and diseases was observed, while in the diameter of the branch



describen la plasticidad y adaptabilidad de la especie a las variaciones climáticas del ambiente, siendo este otro de los requisitos indispensable para su uso en sistemas silvopastoriles, considerando la necesidad de contar con plantas que manifiesten un buen desarrollo en las diferentes épocas del año, en especial en las de mayor escasez, es decir en el periodo poco lluvioso.

Respecto a la forma de asociación, en el sistema multiasociado con leucaena, la morera exhibió de manera significativa una mayor altura (3,80 m), diámetro del tallo (5,41 cm), número de ramas (27,48) y sobrevivencia (96%). En el sistema de asociación simple morera-pastos, se observó mayor afectación por plagas y enfermedades, mientras que el diámetro de la rama y la copa; así como la longitud de la rama no mostraron diferencias significativas entre las formas asociativas ( $P < 0,05$ ).

El mejor comportamiento de la morera en el sistema multiasociado corrobora lo planteado por diversos autores, sobre el éxito de emplear pastizales mixtos que involucren una amplia diversidad de estratos verticales y horizontales, lo cual trae consigo múltiples beneficios tanto a los componentes arbóreos y herbáceos, como al sistema en general; siempre y cuando se aplique un manejo armónico y equilibrado que pueda garantizar la estabilidad de las especies dentro del sistema.

Relevante importancia se le da al marco de siembra empleado, el cual permitió minimizar la competencia entre plantas; a la habilidad asociativa de la morera, al no dejar que las gramíneas acompañantes afectaran su

and the truck, as well as the branch's longitude did not show significant differences between the associate ways ( $P < 0.05$ ).

The best behavior of mulberry in the multi-associate system proves the posed by different authors, on the success of applying mixed pastures that involve a wide diversity of the vertical and horizontal stratum, which carry to multiple benefits in the arboreal and herbal components, as well as in the general system; as long as it is applied a harmonious and balanced handle that could guarantee the stability of the species inside the system.

Relevant importance is given to the place of the sow used, which allowed minimizing the competence between plants; to the associative ability of mulberry, which does not let the companion gramineae to affect the development and, the presence of a fixed legume of nitrogen, such as leucaena, which maybe in a higher or lower measure could have contributed to the growth and vigor development that mulberry presented in the multiple association, by a dilution effect and nitrogen provision.

In the pruned plants a significant reduction was obtained ( $P < 0.01$ ) of the plant's height, trunk's diameter, number of branches and treetop diameter, compare to those that were not prune. However, the longitude and diameter of the branch, survival and presence of pests and diseases did not show significant variations in function of the treatment ( $P > 0.05$ ). On the other hand, the grazing system of 90 and 120s influenced significantly in the



desarrollo y; a la presencia de una leguminosa fijadora de nitrógeno como la leucaena, la cual quizás en mayor o menor medida pudo contribuir al crecimiento y desarrollo vigoroso que manifestó la morera en la asociación múltiple, por un efecto de dilución y aporte de nitrógeno.

En las plantas podadas se obtuvo una disminución significativa ( $P < 0,01$ ) de la altura de la planta, el diámetro del tronco, el número de ramas y el diámetro de la copa, en comparación con las no podadas. Sin embargo, la longitud y el diámetro de la rama, la sobrevivencia y la presencia de plagas y enfermedades no mostraron variaciones significativas en función del tratamiento ( $P > 0,05$ ). Por su parte, la frecuencia de pastoreo de 90 y 120 días influyó significativamente en la altura de la planta, así como en el resto de las variables, donde el número y la longitud de ramas, el diámetro de copa y la sobrevivencia se incrementaron significativamente con la frecuencia de 120 días ( $P < 0,01$ ).

Estos resultados describen el efecto drástico de la poda en las variables dasométricas de interés silvopastoril y a su vez su poca influencia en la viabilidad de la planta. La morera es una especie que presenta una elevada recuperación a las defoliaciones continuas, cuando las condiciones climáticas y de fertilidad del suelo no son limitantes; no obstante, independientemente de esta afirmación, las plantas podadas se encuentran en desventaja con respecto a las no podadas, ya que además del corte están sometidas también a defoliaciones producto del ramoneo de los animales, por lo que la incidencia de estos dos factores pudo

height of the plant, as well as in the rest of the variables, where the number and longitude of the branches, the trunk's diameter and survival increased significantly with the frequency of 120 days ( $P < 0.01$ ).

These results describe the drastic effect of pruning in the dimensional variables with silvopastoral interest, as well as its little influence in the viability of the plant. Mulberry is a specie with an elevate recuperation to the continuous defoliations, when the climatic and fertility conditions of the soil are not a limitation, nevertheless, independently of this affirmation, the pruned plants are in disadvantage regarding those that are not, since besides the cut they are also submitted to defoliations product of browsing the animals, so, the incidence of these factors could have caused a double stress and at the same time could have negatively influenced in the growth of the plant, showing a slow recovery during the cut and/or browsing.

The highest defoliation intensity might have produced a reduction of most parts of buds and a little or none remnant foliar area, so the photosynthetic activity was severely reduced. This causes that the plant uses the reservoir carbohydrates and performs a higher absorption of the soil's nutrients to feed the re-buds and the breathing of the tissues. According to Medina (2004) in this recovery phase a huge part of the resources were inverted to fortify the re-buds for a posterior foliar development, so, the growth of the plant, emission of the branches and increments of the trunk's diameter had a low priority, since they depend

haber ocasionado un doble estrés y a su vez pudo repercutir negativamente en el crecimiento de la planta, al manifestar una lenta recuperación después del corte y/o ramoneo.

La mayor intensidad de defoliación quizás produjo una disminución de gran parte de yemas y muy poca o ninguna área foliar remanente, por lo que la actividad fotosintética se vio severamente reducida. Esto produce como consecuencia que la planta utilice los carbohidratos de reservas y realice una mayor absorción de los nutrientes del suelo para sustentar el rebrote y la respiración de los tejidos. Según Medina (2004) en esta etapa de recuperación una gran parte de los recursos son invertidos en fortalecer el rebrote para un posterior desarrollo foliar, por lo que el crecimiento en altura, emisión de ramas y aumentos del diámetro del tronco tuvieron una prioridad baja, ya que dependieron de los productos generados de la fotosíntesis.

Caso contrario sucedió en aquellas plantas no podadas, que por encontrarse en libre crecimiento presentaron una mayor área de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, que propició una mayor movilización de los carbohidratos solubles y otras reservas remanentes a través del floema, lo que favoreció la actividad fotosintética y permitió un mayor crecimiento y desarrollo (Mochiutti, 1995). Estos resultados sugirieron que la morera que se podó en este tipo de sistema necesita un mayor tiempo de recuperación, afirmación que fue comprobada en el tratamiento de 120 días, frecuencia que favoreció el incremento de la mayoría de las variables medidas y una mayor

on the products generated by the photosynthesis.

Contrary case happens in the non prune plants, because since these grow freely, they present a higher foliar area of remnant parenchyma tissue and active meristematic tissue, which impulses a higher mobilization of the soluble carbohydrates and other remnants reservoirs through the phloem, which favors the photosynthetic activity and allows a higher growth and development (Mochiutti, 1995). These results suggested that the mulberry that was pruned in this type of system needs a higher recovery time, affirmation that was proved in treatment 120 days, frequency that favored the increment of most of the measured variables and a higher persistence of plants inside the system. On the other hand, the frequency of 90 days also obtained favorable results, since the plants responded satisfactorily in terms of height and number of branches, indicators with great agronomical relevance.

Fertilization not only affected positively the height and diameter of the trunk ( $P < 0.05$ ) in favor of the dose of 264 g of N.plant<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>, with values of 3.90 m and 4.75 cm respectively, the rest of the evaluated indicators did not present variations regarding this factor. In some researches where the effect of chemical or organic fertilization have been studied, has been found a relation between this factor to the growth of the plant in terms of the height, obtaining lineal increments in this indicator when the fertilization dose increases (Martínez *et al.*, 2006); this response was an important aspect that indicate the need

persistencia de las plantas dentro del sistema. Por otra parte, la frecuencia de 90 días también obtuvo resultados favorables, ya que las plantas respondieron satisfactoriamente en cuanto altura y número de ramas, indicadores de gran relevancia agronómica.

La fertilización sólo afectó positivamente la altura y el diámetro del tronco ( $P < 0,05$ ) a favor de la dosis de 264 g de N.planta<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, con valores de 3,90 m y 4,75 cm, respectivamente; el resto de los indicadores evaluados no presentaron variaciones con respecto a este factor. En algunas investigaciones donde se ha estudiado el efecto de la fertilización química o orgánica se han encontrado una relación entre este factor con el crecimiento de la planta en términos de altura, obteniendo incrementos lineales en este indicador conforme aumentó la dosis de fertilización (Martínez *et al.*, 2006); esta respuesta es un aspecto importante que indicó la necesidad de fertilización de la morera para lograr un crecimiento acelerado, ya que la elongación del tallo y su engrosamiento dependieron principalmente de la disponibilidad adecuada de nutrientes del suelo especialmente para aquellas especies con alto poder de extracción como lo es la morera.

## Conclusiones

La morera puede ser utilizada como arbusto de pastoreo-ramoneo cuando se maneje agronómicamente de forma adecuada en términos de la asociación con otra leñosa como la leucaena, el uso de sólo podas estratégica y pastoreos cada 90 y 120 días. De esta forma se garantiza un mejor

of fertilizing the mulberry to fulfill an accelerate growth, since the elongation of the stem and its thickness mainly depend on the adequate availability of the soil's nutrients, especially for those species with high extracting powers, as in the case of mulberry.

## Conclusions

Mulberry can be used as shrub for browsing-grazing when employed agronomically and adequately in terms of the association with other woody specie, such as leucaena and the use of strategic prunes and grazing every 90 and 120 days. Thus, it is guarantees a better integral behavior of the specie and a higher persistence of the forage is obtained in the silvopastoral context.

The organic fertilization applied at a reason of 132 and 264 g.plant<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> only influenced positively in the height of the plant and the trunk's diameter; the rest of the morph-structural variables studied were not influenced by the manure.

*End of english version*

---

comportamiento integral de la especie y se logra una mayor persistencia de la forrajera en el contexto silvopastoril.

La fertilización orgánica aplicada a razón de 132 y 264 g.planta.año<sup>-1</sup> sólo influyó positivamente en la altura de la planta y el diámetro del tronco; el resto de las variables morfo-estructurales estudiadas no se vieron influenciadas por el abonado.

## Literatura citada

- Bartlex, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the Royal Society of London, Sr. A. 160: 268-282.
- Benavides, J.E. 2002. Utilization of mulberry in animal production systems. p. 291-327. En: Mulberry for animal production. Animal production and Health Paper N° 147. FAO, Rome.
- Boschini C. 2002a. Establishment and management of mulberry for intensive forage production. *En* FAO (Ed) Animal Production and Health Paper. N° 147. FAO, Roma. pp 115-122.
- Corbea, L.A y F. Blanco. 2005. Metodos de propagación, siembra y establecimiento de plantas arbóreas con fines silvopastoriles. En: El silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizales. Simón, L. (Ed.). EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p.75
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and Múltiple F test. *Biometrics* 11:1-15.
- Machado, R. 2006. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedad Ciénaga de Zapata. Establecimiento. Pastos y forrajes 29(2):155-162.
- Martínez P., E. Cortez, R. Maldonado y L. García. 2006. Rendimiento total y porcomponentes en Morera (*Morus alba* L.) a diferentes niveles de nitrógeno y fósforo. En Memorias IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería Pecuaria para la Producción Pecuaria para la producción Animal Sostenible. III Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera sostenible. Varadero. Cuba (CD room) 4p.
- Medina, M.G. 2004. Evaluación agronómica de una asociación de *Panicum maximum* y *Morus alba* (Linn.) en condiciones de pastoreo simulado. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 74 p.
- Medina, M.G., L. Lamela y D.E. García. 2004. Supervivencia de la morera (*Morus alba*) en una asociación sometida a pastoreo y corte. Pastos y Forrajes 27(3):241-245.
- Medina, M.G., D.E. García, T. Clavero, J. Iglesias y J.G. López. 2006. Comportamiento inicial de la morera (*Morus alba* L.) en la zona baja de los andes venezolanos. En: Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. p.48.
- Medina, M.G. 2010. Evaluación de la morera (*Morus alba* L.) en condiciones de pastoreo. Informe de investigación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo, Trujillo, Venezuela. 19 p.
- 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.
- Pezo, D. y M. Ibrahim. 1999. Sistemas silvopastoriles. Colección de módulos agroforestales. N° 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and Wilk's test for normality to large samples. *J. Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)* 31:115-124.
- Ruíz, T y G. Febles. 2006. Agrotecnia para el fomento de sistemas con leguminosas. pp.103. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Ruíz, T.E., G. Febles y H. Jordán. 2001. Producción de biomasa en Sistemas Silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. [cd room]. Memorias I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. ICA. La Habana, Cuba. 7p.
- Sánchez, M.D. 2002. World distribution and utilization of mulberry and its potential for animal feeding. pp. 1-8. En: FAO (Ed) Animal Production and Health Paper. N° 147. FAO, Roma.
- Somarriba, E. 1997. Pastoreo bajo plantaciones forestales. Agroforestería en las Américas. 4(15):26-28.

- Toral, O. 2005. La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. pp. 34-47. En: El silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizales. Simón, L. (Ed.). EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 12p.
- Toral, O., Iglesias, J.M., y Reino, J. 2006. Comportamiento del germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba. *Pastos y Forrajes* 29(4):337-349.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana. Madrid, España.