

## **Caracterización de la comunidad vegetal en una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham**

### **Characterization of the plant community in an association of improved grasses and *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham**

Tania Sánchez, L. Lamela y O. López

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*  
*Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba*  
*Email: tania.sanchez@indio.atenas.inf.cu*

#### **Resumen**

En una vaquería de la Empresa Genética de Matanzas se realizó un estudio durante cinco años, con el objetivo de caracterizar el comportamiento de la comunidad vegetal en una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en condiciones comerciales. Se determinó la composición botánica del pastizal, la densidad de arbóreas, la disponibilidad de materia seca y los contenidos de MS, PB, Ca y P de las especies presentes en el sistema. La composición botánica del pastizal se caracterizó por un porcentaje de pastos mejorados superior al 50%, con predominio de *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano y *Panicum maximum* cv. Likoni; mientras que la leucaena mantuvo la densidad de plantas, como una adaptación a las condiciones del sistema. La disponibilidad de materia seca total fue superior a las 3 t/ha/rotación durante la etapa experimental. Se concluye que en la asociación de gramíneas mejoradas y *L. leucocephala* cv. Cunningham se presentó una alta disponibilidad de materia seca y persistencia del pastizal durante los cinco años del estudio, con valores de PB en las gramíneas mejoradas de 9,6-9,8% y en la leucaena de 25%, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos, lo cual permitió atenuar las diferencias entre los períodos lluvioso y poco lluvioso.

Palabras clave: Comunidades vegetales, gramíneas, *Leucaena leucocephala*

#### **Abstract**

In a dairy of the Genetic Enterprise of Matanzas, a work was carried out for five years, with the objective of characterizing the performance of the plant community in an association of improved grasses and *Leucaena leucocephala* cv Cunningham under commercial conditions. The botanical composition of the pastureland, tree density, dry matter availability and DM, CP, Ca and P contents of the species present in the system were determined. The botanical composition of the pastureland was characterized by a percentage of improved pastures higher than 50%, with predominance of *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano and *Panicum maximum* cv. Likoni; while leucaena maintained plant density, as an adaptation to the conditions of the system. The total dry matter availability was higher than 3 t/ha/rotation during the experimental stage. It is concluded that in the association of improved grasses and *L. leucocephala* cv. Cunningham there was high dry matter availability and persistence of the grassland during the five years of evaluation, with values of CP in the improved grasses of 9,6-9,8% and in leucaena of 25%, applying neither irrigation nor chemical fertilizers, which allowed to attenuate the differences between the rainy and dry seasons.

Key words: Grasses, *Leucaena leucocephala*, plant communities

## Introducción

En los últimos 10 años se han utilizado con éxito, en las condiciones de investigación y de producción, las asociaciones de gramíneas y leguminosas arbóreas para la producción de leche, en las cuales el componente vegetal presenta una población de especies mejoradas entre 70 y 80%; también se produce un incremento de la proteína bruta en las gramíneas, por el efecto de la asociación (Iglesias, 2003).

En la mayoría de los estudios predomina la evaluación de los indicadores agronómicos del pastizal, principalmente la disponibilidad de la materia seca; mientras que la composición botánica del pastizal, la altura y la densidad de las plantas arbóreas han sido menos tratadas, al igual que la degradación de la materia seca.

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el comportamiento de la comunidad vegetal en una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en condiciones comerciales.

## Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en una vaquería de la granja Triunvirato perteneciente a la Empresa Genética de Matanzas, ubicada geográficamente en los 23° de latitud norte y los 80° 30' de longitud oeste, y a 70 m de altura sobre el nivel del mar, la cual se encuentra situada en zonas aledañas al municipio Matanzas, provincia de Matanzas.

**Características del clima y el suelo.** La temperatura media anual fue de 23°C, con una media de 21°C y 27°C en invierno y en verano, respectivamente. La precipitación media anual fue de 1 300 mm, con un promedio de variación de 1 000-1 200 mm en el período lluvioso (PLL) y de 200-400 mm en el período poco lluvioso (PPLL). El suelo sobre el cual se desarrolló el trabajo experimental se clasifica como Pardo con carbonatos (Cambisol), con un relieve ligeramente ondulado.

**Descripción de la vaquería y su manejo general.** Se utilizó una lechería típica, con capacidad constructiva para 120 vacas y un área total de

## Introduction

In the last 10 years the associations of grasses and tree legumes have been successfully used, under research and production conditions, for milk production, in which the plant component presents a population of improved species between 70 and 80%; an increase in the crude protein of the grasses is also produced due to the association effect (Iglesias, 2003).

In most of the studies the evaluation of the agronomic indicators of the pastureland prevails, mainly the dry matter availability; while the botanical composition of the grassland, the height and density of the trees have been less studied, as well as the degradation of dry matter.

The objective of this study was to characterize the performance of the plant community in an association of improved grasses and *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham under commercial conditions.

## Materials and Methods

The study was carried out in a dairy of the Triunvirato farm belonging to the Genetic Enterprise of Matanzas, geographically located at 23° latitude North and 80° 30' longitude West, and 70 m above sea level, which is located near the Matanzas municipality, Matanzas province.

**Climate and soil characteristics.** The mean annual temperature was 23°C, with a mean of 21°C and 27°C in winter and summer, respectively. The mean annual rainfall was 1 300 mm, with a variation average of 1 000-1 200 mm in the rainy season (RS) and 200-400 mm in the dry season (DS). The soil on which the experimental work was developed is classified as Brown with carbonates (Cambisol), with slightly undulated contours.

**Description of the dairy and its general management.** A typical dairy was used, with capacity for 10 cows and a total area of 47 ha, composed by 36 paddocks of 1,1 ha approximately. During the experimental stage the stocking rate varied from 1,1 to 1,8 animals/ha.

As species of improved pastures *Panicum maximum* cv. Likoni and *Cynodon nlemfuensis*

47 ha, compuesta por 36 cuartones de 1,1 ha aproximadamente. Durante la etapa experimental la carga varió de 1,1 hasta 1,8 animales/ha.

Como especies de pasto mejorado predominaron *Panicum maximum* cv. Likoni y *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano, y como leguminosa *L. leucocephala* cv. Cunningham.

Se realizó una preparación completa del suelo; la leucaena se sembró en agosto de 1997, con una distancia entre surcos de 6,3 m como promedio y a chorrillo ligero. Se comenzó a pastar con animales en julio de 1998, cuando la altura de la planta fue superior a los 2 m, momento en el cual se inició la etapa experimental. Se realizaron podas a la leucaena, a partir del tercer año, y no se raleó.

En el primer año del estudio la unidad contaba con sólo 28 ha de la asociación en explotación, debido a la falta de alambre para acuartonar toda el área; a partir del segundo año se incorporó el área restante.

El tiempo de ocupación de los cuartones fue de un día en el período lluvioso y de 1,5 a 2 días en el poco lluvioso, con lo que se garantizaron tiempos de reposo del pasto de 26-34 y 52-64 días, que representaron como promedio cinco y tres rotaciones para las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente.

### Mediciones

**Disponibilidad y calidad del pasto.** La disponibilidad se evaluó por el método alternativo propuesto por Martínez, Milera, Remy, Yepes y Hernández (1990), en el cual se consideró la altura media del pastizal. Los muestreos se realizaron mensualmente en cada cuartón, al inicio de la rotación. Se efectuaron 80 observaciones de ese indicador por cuartón y se tomó una muestra cada dos meses para determinar la composición bromatológica.

**Disponibilidad de *L. leucocephala*.** Se estimó en 10 de los árboles presentes en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales a una altura de 2 m. Se aplicó la técnica del ordeño de las partes más tiernas de las plantas (hojas y tallos finos hasta aproximadamente 3 mm de diámetro), según la metodología propuesta por

cv. Jamaicano prevailed, and as legume *L. leucocephala* cv. Cunningham.

A complete preparation of the soil was carried out; the leucaena was sown in August, 1997, with an average distance of 6,3 m between rows and by light drilling. The animals began to graze in July, 1998, when the plant height was higher than 2 m, moment in which the experimental stage began. Prunings were carried out on leucaena, since the first year, and it was not thinned.

In the first year of study the unit had only 28 ha of the association under exploitation, due to the lack of barbed wire for enclosing the area; from the second year the other area was incorporated.

The occupation time of the paddocks was one day in the rainy season and 1,5 to 2 days in the dry season, with which resting times of the pasture were guaranteed of 26-34 and 52-64 days, which represented as average five and three rotations for the rainy and dry seasons, respectively.

### Measurements

**Pasture availability and quality.** The availability was evaluated by the alternative method proposed by Martínez, Milera, Remy, Yepes and Hernández (1990), in which the mean height of the pastureland was considered. The samplings were carried out monthly in each paddock, at the beginning of rotation. Eighty observations of that indicator were carried out per paddock and a sample was taken every two months in order to determine bromatological composition.

**Availability of *L. leucocephala*.** It was estimated in 10 of the trees present in the paddock, simulating the browsing carried out by the animals at a height of 2 m. The technique of milking the fresher parts of the plants (leaves and fine stems until approximately 3 mm of diameter), according to the methodology proposed by Lamela (1998), and a sample was taken every two months to determine the bromatological composition.

**Laboratory analyses.** The samples were dried, ground to 1,0 mm and they were sent to

Lamela (1998), y se tomó una muestra cada dos meses para determinar la composición bromatológica.

**Análisis de laboratorio.** Las muestras se secaron, se molieron a 1,0 mm y se enviaron al laboratorio del Instituto de Ciencia Animal para determinar la composición bromatológica del alimento. La materia seca, el calcio y la proteína bruta se determinaron por AOAC (1995) y el fósforo por espectrofotometría de absorción atómica.

**Composición botánica del pastizal.** Se estimó por el método de los pasos descrito por Anon (1980), que consiste en caminar por las diagonales en cada cuartón. Cada tres pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidía con la punta de su zapato. Esta medición se realizó en dos momentos del año (diciembre y junio) en el 100% de los cuartos que constituyeron la unidad experimental.

**Densidad de *L. leucocephala*.** La densidad se determinó en ambas épocas del año, para lo cual se contaron las plantas en 30 m de tres surcos y se midió con una cinta métrica la distancia entre surcos. Después se estimó la cantidad de plantas en el área resultante de la multiplicación de los 90 m muestreados, multiplicado por la distancia entre surcos, y finalmente se calculó en función de una hectárea (10 000 m<sup>2</sup>).

**Procedimiento estadístico.** Los valores porcentuales de la composición botánica se transformaron (arcoseno) para los respectivos análisis. La retransformación (media geométrica) se realizó mediante el procedimiento inverso  $\{[\text{seno}(x)]^2 \cdot 100\}$ . Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para hallar las diferencias entre las gramíneas mejoradas, teniendo en cuenta los factores año y especie. Se utilizó la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan, con el fin de detectar las desigualdades entre las medias. En la disponibilidad de MS por año se aplicó la estadística descriptiva (media aritmética y desviación estándar); en el caso de las diferencias entre épocas se empleó la prueba de t-student para medias independientes, al igual que en la densidad de las plantas arbóreas y la composición química. Se usó el programa estadístico SPSS en su versión 10.0 para Windows XP.

the laboratory of the Institute of Animal Science for determining the bromatological composition of the feed. The dry matter, calcium and crude protein were determined according to the AOAC (1995) and phosphorus by means of spectrophotometry of atomic absorption.

**Botanical composition of the pastureland.** It was estimated by the method of steps described by Anon (1980), which consists in walking by the diagonals in each paddock. Every three steps the observer classified the pasture species that coincided with the tip of the shoe. This measurement was carried out in two moments of the year (December and June) in 100% of the paddocks that constituted the experimental unit.

**Density of *L. leucocephala*.** The density was determined in both seasons, for which the plants were counted in 30 m of three rows and the distance between rows was measured with a metric tape. Afterwards, the quantity of plants was estimated in the area resulting from the multiplication of the 90 m sampled, multiplied by the distance between rows, and finally it was calculated considering one hectare (10 000 m<sup>2</sup>).

**Statistical procedure.** The percentage values of the botanical composition were transformed (arccosine) for the respective analyses. The retransformation (geometrical mean) was carried out by means of the inverse procedure  $\{[\text{sine}(x)]^2 \cdot 100\}$ . A variance analysis (ANOVA) was applied for finding the differences between the improved grasses, taking into consideration the factors year and species. Duncan's multiple range comparison test was used in order to detect the inequalities among means. In the DM availability per year descriptive statistics (arithmetic mean and standard deviation) was applied; in the case of the differences between seasons the t-student test was used for independent means, as in the density of trees and chemical composition. The statistical program SPSS in its version 10.0 for Windows XP was used.

## Results

The botanical composition of the pastureland at the beginning and the end of the experimental

### Resultados

La composición botánica del pastizal al inicio y al final de la etapa experimental se muestra en la figura 1. Los pastos mejorados se mantuvieron por encima del 50% y predominaron las especies *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano y *P. maximum* cv. Likoni.

Por otra parte, las leguminosas volubles (*Neonotonia wightii* y *Teramnus labialis*) aparecieron de forma espontánea en el sistema; pero con la utilización del pastizal hubo un decrecimiento de su población, con diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre el inicio y el final de la etapa.

Los pastos naturales se mantuvieron con una población entre el 20 y 25%, sin diferencia significativa; mientras que las malezas disminuyeron al terminar el estudio ( $P < 0,05$ ).

*P. maximum* cv. Likoni tuvo una menor población en los tres primeros años, con diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), aunque la tendencia fue a aumentar durante la etapa experimental; mientras que en el porcentaje de *C. nlemfuensis* no se encontraron diferencias durante el estudio (fig. 2). Sin embargo, las dos especies estuvieron representadas con valores similares al final de la evaluación.

En la tabla 1 se muestra la persistencia de la especie arbórea en función de la época del año; no se encontraron diferencias significativas en la densidad de plantas por hectárea durante la etapa experimental.

stage is shown in figure 1. The improved pastures were maintained over 50% and the species *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano and *P. maximum* cv. Likoni prevailed.

On the other hand, the twining legumes (*Neonotonia wightii* and *Teramnus labialis*) appeared spontaneously in the system; but with the use of the pastureland there was a decrease of their population, with significant differences ( $P < 0,05$ ) between the beginning and the end of the stage.

The natural pastures were maintained with a population between 20 and 25%, without significant difference; while the weeds decreased at the end of the study ( $P < 0,05$ ).

*P. maximum* cv. Likoni had a lower population in the first three years, with significant differences ( $P < 0,05$ ), although the trend was to increase during the experimental stage; while in the percentage of *C. nlemfuensis* no differences were found during the study (fig. 2). Nevertheless, both species were represented with similar values at the end of the evaluation.

Table 1 shows the persistence of the tree regarding the season; no significant differences were found in the plant density per hectare during the experimental stage.

The total availability of the grasses and *L. leucocephala* cv. Cunningham during the five years of evaluation is shown in table 2; as it is observed an availability higher than 3 t dry matter/ha rotation was achieved.

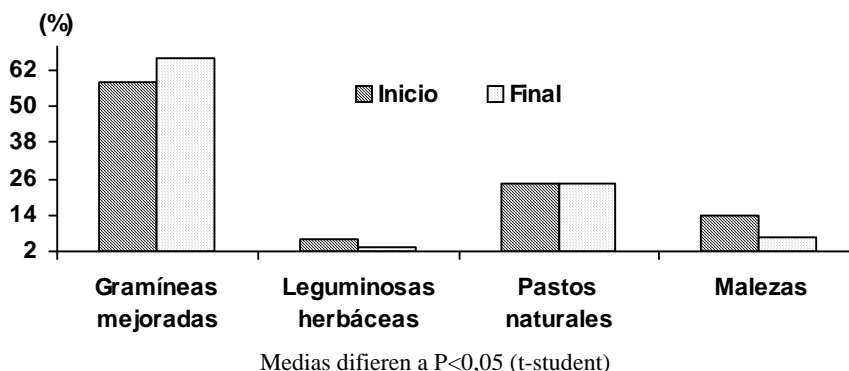


Fig. 1. Composición botánica del pastizal.  
Fig. 1. Botanical composition of the pastureland.

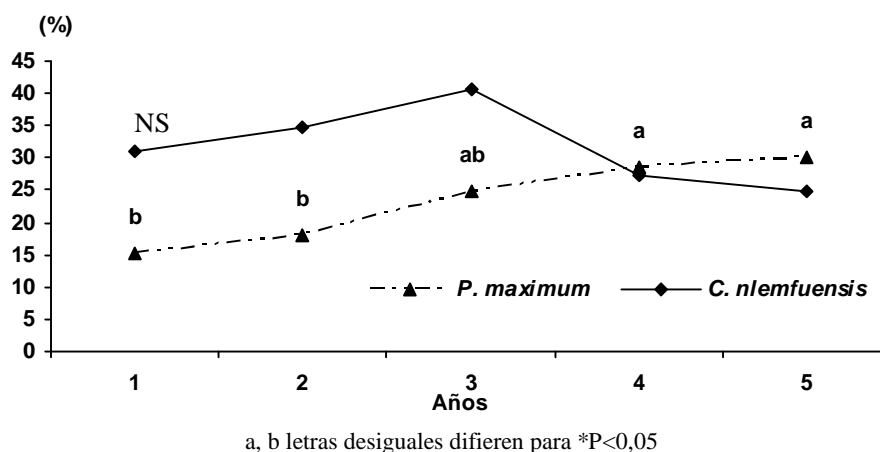


Fig. 2. Dinámica evolutiva de las gramíneas mejoradas.  
Fig. 2. Evolutionary dynamics of the improved grasses.

Tabla 1. Densidad de plantas por hectárea en función de la época.

Table 1. Plant density per hectare regarding the season.

Época	Densidad de planta/ha	
	Media	ES $\pm$
PPLL	5 819,0	455,5
PLL	5 283,8	342,4

La disponibilidad total de las gramíneas y de *L. leucocephala* cv. Cunningham durante los cinco años de evaluación se muestra en la tabla 2; como se aprecia se logró una disponibilidad superior a las 3 t de materia seca/ha/rotación.

Al analizar el efecto del bimestre del año en la disponibilidad total de materia seca se encontró un mayor rendimiento en la gramínea en el bimestre julio-agosto, seguido de septiembre-octubre; el de menor valor fue enero-febrero, seguido de noviembre-diciembre (fig. 3). A su vez

When analyzing the effect of the two-month period on the total availability of dry matter the highest yield was found in the grass in July-August, followed by September-October; the lowest value was obtained in January-February, followed by November-December (fig. 3). In turn, leucaena showed its lowest yield in July-August, and the highest in September-October.

In that sense, significant differences were found for the values of dry matter availability of the grass regarding the season ( $P<0,01$ ); however, in leucaena no differences were observed for this indicator (table 3).

The chemical composition of the improved grasses and *L. leucocephala* is shown in table 4; no significant differences were found in the content of dry matter, crude protein, calcium and phosphorus in the evaluated species, according to the seasons.

Tabla 2. Disponibilidad de materia seca.

Table 2. Dry matter availability.

Año	Disponibilidad (t de MS ha/rotación)		
	Gramínea $\pm$ DS	Leucaena $\pm$ DS	Total $\pm$ DS
1	3,1 $\pm$ 0,64	0,8 $\pm$ 0,40	3,9 $\pm$ 0,70
2	3,1 $\pm$ 0,81	0,5 $\pm$ 0,41	3,6 $\pm$ 0,95
3	3,1 $\pm$ 0,74	0,2 $\pm$ 0,58	3,3 $\pm$ 0,74
4	3,2 $\pm$ 1,20	0,2 $\pm$ 0,08	3,4 $\pm$ 1,18
5	3,3 $\pm$ 0,61	0,2 $\pm$ 0,05	3,5 $\pm$ 0,59

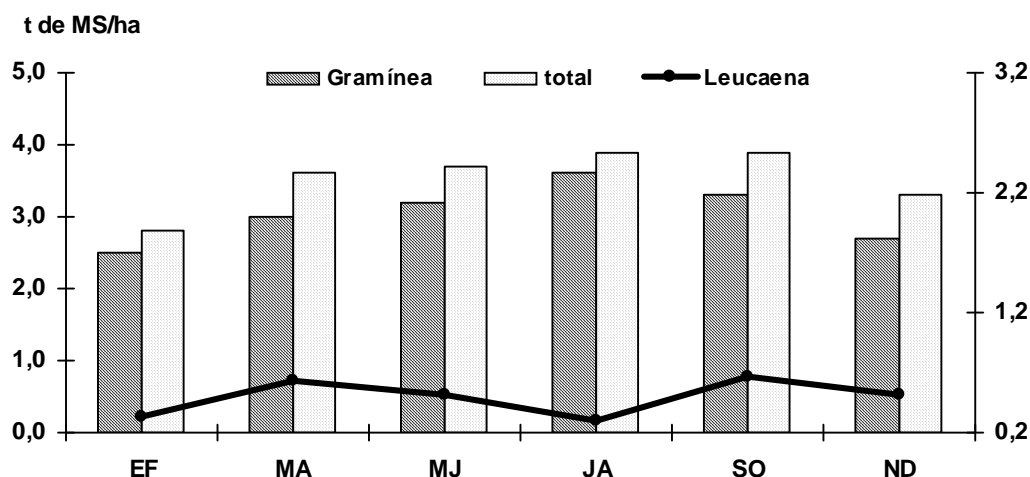


Fig. 3. Efecto del bimestre del año en la disponibilidad de materia seca (t de MS/ha/rotación).

Fig. 3. Effect of the two-month period on dry matter availability (t DM/ha/rotation).

la leucaena presentó su menor rendimiento en el bimestre julio-agosto, y el mayor en septiembre-octubre.

En este sentido, se hallaron diferencias significativas para los valores de disponibilidad de la materia seca de la gramínea en función de la época del año ( $P < 0,01$ ); sin embargo, en la leucaena no se observaron diferencias para este indicador (tabla 3).

La composición química de las gramíneas mejoradas y *L. leucocephala* cv. Cunningham se muestra en la tabla 4; no se hallaron diferencias significativas en el contenido de materia seca, proteína bruta, calcio y fósforo en las especies evaluadas, según los períodos del año.

### Discusión

La composición botánica del pastizal durante el período evaluado mantuvo un porcentaje

### Discussion

The botanical composition of the pastureland during the evaluated period maintained a percentage of improved pastures over 50%, which demonstrated the feasibility of the associations of trees and pasture for guaranteeing the persistence of the pastureland.

The herbaceous legumes appeared spontaneously in the system and persisted due to the inclusion of the trees, which serve as stakes and avoid the excessive defoliations caused by the animal teeth during grazing (Simón, 1998).

A decrease of the population of herbaceous legumes occurred, which could have been caused by the increase of the stocking rate during the years of the study (1,1-1,8 cows/ha); they made very little contribution to the diet of the animals because of their percentage in the botanical composition of the pastureland.

Tabla 3. Disponibilidad de materia seca según la época del año (t de MS/ha/rotación).

Table 3. Dry matter availability according to the season (t DM/ha/rotation).

Especie	Época del año		ES ±
	PPLL	PLL	
Gramíneas	2,7	3,4	0,158
Leucaena	0,5	0,5	0,091
Total	3,2	3,8	0,177

Tabla 4. Composición química de las especies en estudio (%).  
Table 4. Chemical composition of the species under study (%).

Momento	Gramíneas mejoradas				<i>L. leucocephala</i>			
	MS	PB	Ca	P	MS	PB	Ca	P
PPLL	31,0	9,6	0,88	0,15	31,0	25,4	1,34	0,14
PLL	30,0	9,8	0,96	0,17	30,0	25,0	1,47	0,19
ES ±	1,34	0,61	0,16	0,01	0,49	1,35	0,27	0,02

de pastos mejorados por encima del 50%, lo cual demostró la factibilidad de las asociaciones de árboles y pasto para garantizar la persistencia del pastizal.

Las leguminosas herbáceas aparecieron de forma espontánea en el sistema y persistieron debido a la inclusión de los árboles, los cuales les sirven como tutores y evitan las defoliaciones excesivas provocadas por el diente del animal durante el pastoreo (Simón, 1998).

Se produjo un decrecimiento de la población de leguminosas herbáceas, que pudo estar motivado por el incremento de la carga durante los años en estudio (1,1-1,8 vacas/ha); estas tuvieron muy baja contribución a la dieta de los animales por su porcentaje en la composición botánica del pastizal.

Lamela, García-Trujillo, Rodríguez y Fung (1995) señalaron que cuando se utilizan cargas por encima de 1 UGM/ha, existe una tendencia a disminuir las leguminosas herbáceas en el pastizal por el efecto del pisoteo y por la selección que realizan los animales; en el presente estudio las leguminosas estaban representadas por la glycine (*N. wightii*) y el teramnus (*T. labialis*), las cuales son altamente consumidas por el ganado, debido a su alta aceptabilidad.

Los pastos naturales se mantuvieron alrededor del 20%, lo cual indicó estabilidad en el pastizal durante la etapa de evaluación, y las plantas invasoras mostraron una tendencia a disminuir, debido a que en la unidad se realizó una campaña para la erradicación de las malezas.

El porcentaje de malezas en la composición botánica del pastizal fue bajo; por tanto, no se tomó en consideración en el balance alimentario del estudio, debido a que carecía de implicaciones prácticas.

Lamela, García-Trujillo, Rodríguez and Fung (1995) pointed out that when stocking rates higher than 1 animal/ha are used, there is a trend of the herbaceous legumes in the pastureland to decrease due to the trampling and the selection made by the animals; in this study the legumes were represented by *N. wightii* and *T. labialis*, which are highly consumed by cattle, due to their high acceptability.

Natural pastures were maintained around 20%, which indicated stability in the pastureland during the evaluation stage, and the invading plants showed a trend to decrease, because in the unit a campaign was carried out for the elimination of weeds.

The percentage of weeds in the botanical composition of the pastureland was low; thus, it was not taken into consideration in the feeding balance of the study, because it lacked practical implications.

The improved grasses were represented by *P. maximum* cv. Likoni and *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano, with a predominance of *C. nlemfuensis* in the first three years; yet *P. maximum* increased its percentage in the botanical composition.

There is a group of species -tolerant to the shade projected by the trees in associated systems, among which is *P. maximum*. This species has a more advantageous structure as compared to other tropical pastures because it has about 80% of leaves, which allows the cows to better show their selective ability (Hernández, Carballo, García-Trujillo, Mendoza and Robles, 1992; Ruiz and Febles, 2005).

Vega (2002), when evaluating the effect of the sowing frame of *L. leucocephala* on the persistence of an association with *C. nlemfuensis*, found a decrease of this species during the



Las gramíneas mejoradas estaban representadas por *P. maximum* cv. Likoni y *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano, con un predominio del pasto estrella en los tres primeros años; sin embargo, la guinea incrementó su porcentaje en la composición botánica.

Existe un grupo de especies tolerantes a la sombra proyectada por los árboles en los sistemas asociados, entre las que se encuentra *P. maximum*. Esta especie tiene una estructura más ventajosa al ser comparada con otros pastos tropicales ya que posee alrededor de 80% de hojas, lo cual les permite a las vacas manifestar mejor su habilidad selectiva (Hernández, Carballo, García-Trujillo, Mendoza y Robles, 1992; Ruiz y Febles, 2005).

Vega (2002), al evaluar el efecto del marco de siembra de *L. leucocephala* en la persistencia de una asociación con pasto estrella, encontró una disminución de esta especie durante la fase de explotación debido al incremento de la sombra en esta etapa con respecto al establecimiento. Las plantas en dicha fase incrementaron su altura y ancho de la copa, lo que influyó de forma negativa en la composición botánica del pasto estrella.

La densidad de la leucaena mantuvo valores similares en las dos épocas del año. Dicho comportamiento es un indicador de la adaptación de las especies arbóreas al sistema en condiciones comerciales de explotación y se debió a que en este trabajo se utilizaron tiempos de reposo adecuados para permitir la recuperación de la leucaena después de cada pastoreo (28-35 y 60-66 días para lluvia y seca, respectivamente).

Los valores de disponibilidad total fueron superiores a las 3 t de MS/ha durante los cinco años del estudio, lo cual demuestra la importancia de las asociaciones de gramíneas mejoradas y leucaena para alcanzar la estabilidad en los rendimientos totales de biomasa comestible; no obstante, este indicador disminuyó en la arbórea en los últimos tres años, debido al incremento de la altura, por lo que fue necesaria la poda a partir de ese momento.

Estos resultados son superiores a los alcanzados por Alonso, Ruiz, Febles, Jordán y Achang

explotación stage due to the increase of shade in this stage as compared to the establishment. The plants in such stage increased their height and crown width, which had a negative influence on the botanical composition of *C. nlemfuensis*.

The density of leucaena maintained similar values in both seasons. Such behaviour is an indicator of the adaptation of tree species to the system under commercial conditions of exploitation and it was due to the fact that in this work adequate resting times were used to allow the recovery of leucaena after each grazing (28-35 and 60-66 days for the rainy and dry seasons, respectively).

The values of total availability were higher than 3 t DM/ha during the five years of study, which proves the importance of the associations of improved grasses and leucaena for reaching stability in the total yields of edible biomass; however, the tree decreased its edible biomass in the last three years, due to the increase of height, for which pruning was necessary since that moment.

These results are higher than the ones obtained by Alonso, Ruiz, Febles, Jordán and Achang (2005) when studying the evolution of the edible biomass production of a silvopastoral system of leucaena and *P. maximum*, during four years.

When analyzing the effect of the two-month period on the dry matter availability during the five years of the study, the highest values were found in the grass in July-August and September-October (rainy season). Similar performance was reported by Ruiz and Febles (2005), when analyzing the distribution of the edible biomass production in systems of grasses associated in 100% of the area with leucaena. These authors found the highest values in July, August, September and October.

Regarding the distribution of the edible biomass of leucaena, the results of this research differ from the ones obtained by Ruiz and Febles (2005); in both studies it had a variable performance, which could have been due to the management conditions of each study.

The effect of the season on total grass availability was observed. A similar performan-

(2005) cuando estudiaron la evolución de la producción de biomasa comestible en un sistema silvopastoril de leucaena y guinea, durante cuatro años.

Al analizar el efecto del bimestre en la disponibilidad de materia seca durante los cinco años del estudio, se encontraron los valores más altos en la gramínea en los bimestres julio-agosto y septiembre-octubre (período lluvioso). Similar comportamiento reportaron Ruiz y Febles (2005), al analizar la distribución de la producción de biomasa comestible en sistemas de gramíneas asociadas en el 100% del área con leucaena. Dichos autores encontraron los mayores valores en julio, agosto, septiembre y octubre.

En el caso de la distribución de la biomasa comestible de la leucaena, los resultados de la presente investigación difieren de lo obtenido por Ruiz y Febles (2005); en ambos estudios tuvo un comportamiento variable, lo que pudo deberse a las condiciones de manejo propias de cada investigación.

Se apreció el efecto de la época del año en la disponibilidad total de gramíneas. Un comportamiento similar se informó en Cuba por Iglesias (2003) para diferentes sistemas silvopastoriles, en los que se obtuvo la mayor disponibilidad de pasto en el período lluvioso.

En esta época del año las precipitaciones son mayores, al igual que la temperatura y la radiación solar, lo cual favorece el crecimiento de las especies prateses. Sin embargo, los rendimientos de materia seca de la leucaena no variaron en función de la época.

Las raíces de la leucaena penetran en los estratos profundos del suelo y propician la extracción del agua; unido a esto, presentan un sendero fotosintético  $C_3$ , por tanto necesitan menos intensidad luminosa que las gramíneas, que son  $C_4$  (Simón, 1998). Ello explica el por qué no se halló un efecto significativo de la época en la disponibilidad de materia seca de la leucaena.

A pesar de la disminución de los rendimientos de la leucaena en los últimos años, debido al incremento de su altura, las ofertas de materia seca fueron superiores a 2,3 kg/animal/día, lo

ce was reported in Cuba by Iglesias (2003) for different silvopastoral systems, in which the highest pasture availability was obtained in the rainy season.

In this season, rainfall is higher, like temperature and sun radiation, which favors the growth of pasture species. Nevertheless, the dry matter yields of leucaena did not vary considering the season.

The leucaena roots penetrate the deep strata of the soil and propitiate water extraction; besides this, they show a  $C_3$  photosynthetic path, thus they need less light intensity than grasses, which are  $C_4$  (Simón, 1998). It explains why no significant effect was found in the season on the dry matter availability of leucaena.

In spite of the decrease of the leucaena yields in the last years due to the increase of its height, the dry matter offers were higher than 2,3 kg/animal/day, which guaranteed its consumption within the system and the total availability per animal.

The chemical composition of the improved grasses showed an acceptable content of crude protein (9,6-9,8%), equivalent to those reported when fertilization rates between 150 and 300 kg N/ha/year are used (Pereira, Lamela and Ripoll, 1990).

This improvement in the chemical composition is a consequence of the presence of the leguminous trees, which have the ability to fix atmospheric nitrogen to the soil through the symbiosis with the rhizobia; this element is utilized by the grasses that are present in the system.

This coincides with the reports made by Sierra and Nygren (2006), who studied the nitrogen fixation of leguminous trees in silvopastoral systems. The results suggest a direct transference of nitrogen from trees to grasses, through the roots; this indicator did not vary significantly regarding the season.

The protein levels reached during the experiment were higher than the ones reported by Simón, Hernández and Hernández (1995) for natural pastures associated to tree species (6,8%), and similar to those reported by Reinoso (2000)

que garantizó su consumo dentro del sistema y la disponibilidad total por animal.

La composición química de las gramíneas mejoradas presentó un contenido aceptable de proteína bruta (9,6-9,8%), equivalente a los informados cuando se emplean niveles de fertilización entre 150 y 300 kg de N/ha/año (Pereira, Lamela y Ripoll, 1990).

Esta mejoría en la composición química es una consecuencia de la presencia de los árboles leguminosos, que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo a través de la simbiosis con los rizobios; este elemento, a su vez se aprovecha por las gramíneas presentes en el sistema.

Ello coincide con lo informado por Sierra y Nygren (2006), quienes estudiaron la fijación del nitrógeno de árboles leguminosos en sistemas silvopastoriles. Los resultados sugieren una transferencia directa del nitrógeno de los árboles a las gramíneas, a través de las raíces; este indicador no varió de forma significativa en función de la época del año.

Los niveles proteicos alcanzados durante el experimento fueron superiores a los reportados por Simón, Hernández y Hernández (1995) para pastos naturales asociados a especies arbóreas (6,8%), y similares a los informados por Reinoso (2000) en el pasto estrella (9,5 y 8,9% en seca y 10,4 y 9,9% en lluvia) en sistemas silvopastoriles en suelos fértiles.

Esto sugiere la importancia de incluir los pastos mejorados con el fin de disponer de una dieta de mayor cantidad y calidad en términos de MS y PB, particularmente cuando se alimentan vacas lactantes de mediano a alto potencial lechero.

El aumento de las sustancias nitrogenadas en las gramíneas en sistemas asociados con especies arbóreas, también puede ser una medida de su adaptación a la reducción de la luz por efecto de la sombra proyectada por los árboles, lo cual influye en el fisiologismo de las plantas. Además, la sombra aumenta la actividad del suelo y mejora su capacidad de retención de agua (Sánchez y Crespo, 2004; Ørskov, 2005).

En investigaciones realizadas por Hernández, Simón y Duquesne (2001) se encontró un incre-

in *C. nlemfuensis* (9,5 and 8,9% in the dry season and 10,4 and 9,9% in the rainy season) in silvopastoral systems on fertile soils.

This suggests the importance of including improved pastures with the objective of having a diet with higher quantity and quality in terms of DM and CP, particularly when medium to high milk production potential lactating cows are fed.

The increase of nitrogen substances in the grasses in associated systems with tree species can also be a measure of the adaptation of these plants to the reduction of light due to the shade projected by the trees, which influences the physiology of plants. In addition, the shade increases soil activity and improves its water holding capacity (Sánchez and Crespo, 2004; Ørskov, 2005).

In studies carried out by Hernández, Simón and Duquesne (2001) an increase was found in the CP content in the species *P. maximum*, *C. nlemfuensis* and *Paspalum notatum* when leucaena is part of the plant community.

*L. leucocephala* showed a high content of crude protein. The values were within those reported by Galindo, Delgado, Pedraza and García (2005).

The calcium and phosphorus contents of leucaena were within the range of values reported for this species (Shelton and Brewbaker, 1994); similar performance was detected in the grass (Anon, 2000).

In both species the phosphorus levels were low; hence the need of a supplementation with this mineral to the animals that graze in this system, if its importance in the reproduction of the cows and metabolism is taken into consideration.

The botanical composition of the pastureland, dry matter availability and nutritive value of the forages are essential to evaluate a system for milk production, because they play a main role in the utilization of the available feed by the animals.

### Conclusions

- In the association of improved grasses and *L. leucocephala* cv. Cunningham a high dry matter availability and persistence of the

mento en el contenido de PB en las especies *P. maximum*, *C. nlemfuensis* y *Paspalum notatum*, cuando la leucaena forma parte de la comunidad vegetal.

*L. leucocephala* mostró un contenido alto de proteína bruta. Los valores estuvieron dentro de los informados por Galindo, Delgado, Pedraza y García (2005).

Los contenidos de calcio y fósforo de la leucaena se hallaron dentro del rango de valores reportados para esta especie (Shelton y Brewbaker, 1994); similar comportamiento se detectó en la gramínea (Anon, 2000).

En ambas especies los valores de fósforo fueron bajos; de ahí la necesidad de una suplementación con este mineral a los animales que pastorean en este sistema, si se tiene en consideración su importancia en la reproducción de las vacas y en el metabolismo.

La composición botánica del pastizal, la disponibilidad de materia seca y el valor nutritivo de los forrajes son indispensables para evaluar un sistema para la producción de leche, ya que desempeñan un papel fundamental en la utilización del alimento disponible por parte de los animales.

### Conclusiones

- En la asociación de gramíneas mejoradas y *L. leucocephala* cv. Cunningham se presentó una alta disponibilidad de materia seca y persistencia del pastizal durante los cinco años del estudio, con valores de PB en las gramíneas mejoradas de 9,6-9,8% y en la leucaena de 25%, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos.
- La asociación garantizó durante todo el año una adecuada disponibilidad de materia seca por hectárea por rotación, lo cual permitió atenuar las diferencias entre los períodos lluvioso y poco lluvioso.

### Referencias bibliográficas

Alonso, J.; Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H. & Achang, G. 2005. Evolución de la producción de biomasa en los componentes de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 39:367

pastureland was observed during the five years of study, with CP values in the improved grasses of 9,6-9,8% and in leucaena 25%, applying neither irrigation nor chemical fertilizers.

- The association guaranteed during the whole year an adequate availability of dry matter per hectare per rotation, which allowed to attenuate the differences between the rainy and dry seasons.

--End of the English version--

- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Anon. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. *Pastos y Forrajes*. 23:105
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. Ass. Off. Agric. Chem. 16<sup>th</sup> ed. Washington, DC
- Galindo, Juana; Delgado, Denia; Pedraza, R. & García, D. 2005. Impacto de los árboles, arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*. 28:59
- Hernández, D.; Carballo, Mirta; García-Trujillo, R.; Mendoza, C. & Robles, F. 1992. Estudio del manejo de *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. IV. Respuesta animal y comportamiento del pastizal. *Pastos y Forrajes*. 15:249
- Hernández, I.; Simón, L. & Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. *Pastos y Forrajes*. 24:241
- Iglesias, J. 2003. Los Sistemas Silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 73 p.
- Lamela, L. 1998. Técnicas de muestreo. Conferencia del curso de posgrado "Manejo de los pastos y forrajes para la producción animal". Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 12 p. (Mimeo)
- Lamela, L.; García-Trujillo, R.; Rodríguez, I. & Fung, Carmen. 1995. Efecto del banco de proteína de *Neonotonia wightii* en dos sistemas para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 18:95
- Martínez, J.; Milera, Milagros; Remy, V.; Yepes, I. & Hernández, J. 1990. Un método ágil para estimar

- la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13:101
- Ørskov, E.R. 2005. Silvopastoral systems: technical, environmental and socio-economic challenges. *Pastos y Forrajes*. 28:5
- Pereira, E.; Lamela, L. & Ripoll, J.L. 1990. Evaluación de pastos para la producción de leche. Guinea (Likoni y común) y pasto estrella cv. Tocumen. *Pastos y Forrajes*. 13:67
- Reinoso, M. 2000. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Marta Abreu". Santa Clara, Cuba. 99 p.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 2005. Factores que influyen en la producción de biomasa durante el manejo del sistema silvopastoril. [cd-rom]. II Curso Intensivo de Silvopastoreo Colombo-Cuba. Bogotá, Colombia. s/p
- Sánchez, Saray & Crespo, G. 2004. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas puras o intercaladas con leucaena. *Pastos y Forrajes*. 27:347
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford. UK. p. 15
- Sierra, J. & Nygren, P. 2006. Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. *Soil Biology & Biochemistry*. [www.elsevier.com/locate/soilbio](http://www.elsevier.com/locate/soilbio).
- Simón, L. 1998. Del monocultivo de pastos al silvopastoreo: la experiencia de la EEPF "Indio Hatuey". En: Los árboles y arbustos en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 9
- Simón, L.; Hernández, I. & Hernández, D. 1995. Los sistemas silvopastoriles como opción para el desarrollo ganadero. Conferencias y Mesas Redondas. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 67
- Vega, Ana Mercedes. 2002. Efecto del marco de siembra de *Leucaena leucocephala* en el comportamiento agronómico de una asociación. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes, EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 51 p.

Recibido el 3 de septiembre del 2007

Aceptado el 1ero. de octubre del 2007