

# **Efecto de la inclusión de *Leucaena* spp. en el comportamiento de la comunidad vegetal**

## **Effect of the inclusion of *Leucaena* spp. on the performance of the plant community**

Hilda B. Wencomo

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana. CP 44280.  
Matanzas, Cuba*

*E-mail: hilda.wencomo@indio.atenas.inf.cu*

### **Resumen**

Se realizó un estudio durante dos años en un área de 2 058 m<sup>2</sup>, en un suelo Ferralítico Rojo de la EEPF "Indio Hatuey", cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de la comunidad vegetal con la inclusión de árboles de leucaena. Se utilizaron parcelas sencillas de 2 x 1 m. Los indicadores estudiados fueron: disponibilidad de materia seca, composición química, composición florística del pastizal, población, altura y diámetro de la leucaena. En la composición florística del pastizal se pudo observar el predominio de *P. maximum* (P<0,001). Esta asociación permitió un aumento de 6% en la población del pasto mejorado; mientras que leucaena incrementó su grosor y altura. A su vez, la disponibilidad de MS total fue superior a las 8 t/ha/rotación durante el período de evaluación. Por su parte, las gramíneas presentaron niveles de proteína que oscilaron entre 9,7 y 11,7%, para la época poco lluviosa y la lluviosa, respectivamente; mientras que en leucaena fue superior al 20%. No se detectaron diferencias significativas en la composición química entre las épocas del año para ninguna de las especies. Se logró mantener la composición florística por encima del 80% al incrementarse el área cubierta por el pasto mejorado; la arbórea evolucionó de forma positiva en el tiempo, al aumentar el diámetro del tronco.

Palabras clave: Comunidades vegetales, *Leucaena* spp., *Panicum maximum*

### **Abstract**

A study was conducted for two years in an area of 2 058 m<sup>2</sup>, on a Ferralitic Red soil of the EEPF "Indio Hatuey", which objective was to evaluate the performance of the plant community with the inclusion of *leucaena* trees. Simple 2 x 1 m plots were used. The studied indicators were: dry matter availability, chemical composition, floristic composition of the pastureland, population, height and diameter of leucaena. In the floristic composition of the pastureland, the predominance of *P. maximum* (P<0,001) could be observed. This association allowed a 6% increase in the population of the improved pasture; while leucaena increased its diameter and height. In turn, total DM availability was higher than 8 t/ha/rotation during the evaluation period. On the other hand, the grasses showed protein levels that oscillated between 9,7 and 11,7%, for the dry and rainy season, respectively; while in leucaena it was higher than 20%. No significant differences were detected in the chemical composition between seasons for any of the species. The floristic composition could be kept over 80% increasing the area covered by the improved pasture; the tree evolved positively in time, increasing the stem diameter.

Key words: Plant communities, *Leucaena* spp., *Panicum maximum*

## Introducción

A nivel mundial se promueve actualmente el desarrollo sostenible como la meta hacia la que debe marchar la humanidad en su lucha por la supervivencia de la especie, en armonía con la naturaleza.

La escasez de alimentos durante la época poco lluviosa también ha traído como consecuencia la búsqueda de soluciones para cubrir el déficit de nutrientes que se produce durante ese período (Benavides, 2003). En este sentido, la presencia de árboles forrajeros de la familia de las leguminosas constituye una alternativa de explotación de los recursos naturales (Ibrahim y Mora, 2003).

Son incontables los aportes que hacen los árboles al ecosistema y sus aplicaciones como fuente alternativa para la alimentación animal. El uso de las leguminosas de hábito de crecimiento arbóreo, con alto potencial productivo y elevado valor nutritivo, se presenta como una solución económica viable y socialmente aceptable para incrementar la productividad animal en las regiones tropicales (Hernández-Daumás y Russell, 2001).

En condiciones de investigación, con el empleo de los árboles se han logrado rendimientos de MS similares a los obtenidos cuando se aplican niveles medios de fertilización; además se mantiene una alta persistencia de las leguminosas herbáceas y/o rastreras y de las gramíneas (Murgueitio, 2003).

Los estudios realizados en sistemas sostenibles en el trópico recomiendan el silvopastoreo como una alternativa para los productores que dispongan de pocos recursos. En este sistema se optimiza la producción de la especie leñosa y de las gramíneas; además, se crea una estructura vegetativa similar a la de las sabanas (Shaver, 2002). Las formas más estudiadas son: banco de proteína, asociación de árboles en toda el área de pastoreo y cercas vivas (Pezo e Ibrahim, 1999).

Entre las especies de la familia de las leguminosas de porte arbóreo más empleadas en estos sistemas se destaca *Leucaena leucocephala*. Esto se debe a su gran versatilidad, control de la erosión, reforestación, producción de madera y sus derivados, árbol de sombra, fertilizante orgánico y alimento para el ganado.

En Cuba se han realizado investigaciones para evaluar la influencia de las asociaciones de plantas de leucaena con gramíneas, en la respuesta productiva de la alimentación del ganado, sobre todo el bovino. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la comunidad vegetal con la inclusión de árboles de leucaena.

## Materiales y Métodos

*Localización.* La investigación se realizó en un área de 2 058 m<sup>2</sup>, en la EEPF “Indio Hatuey”, provincia de Matanzas, Cuba. Las coordenadas geográficas del lugar son 20° 50' de latitud norte y 79° 32' de longitud oeste, con una altitud de 19,9 msnm.

*Características edafoclimáticas.* El suelo se clasifica como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 2003), de topografía plana, con una pendiente de 1,0%. La temperatura media anual fue de 23,1°C, con una media de 21 a 26,5°C en invierno y en verano, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 1 200 mm, con una humedad relativa entre 60-70% durante el día y de 80-90% en la noche (Hernández, 2000).

*Manejo.* En la etapa de evaluación el área experimental fue sometida, en condiciones de pastoreo simulado, a una carga instantánea de 51,9 UGM/ha, de la raza Cebú (machos en crecimiento), con un peso promedio de 240 kg. El tiempo de ocupación del área fue de tres días aproximadamente, con lo que se garantizaron períodos de reposo de dos y cuatro meses en las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente.

*Diseño experimental.* En el área se sembraron 34 accesiones de *Leucaena* spp. (tabla 1), en parcelas simples de 2,0 x 1,0 m distribuidas al azar. Las parcelas contaron con una densidad inicial de 10 497 plantas/ha.

Tabla 1. Especies y accesiones evaluadas.

Table 1. Evaluated species and accessions.

Especie	Accesión	Especie	Accesión
1. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7965	18. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9442
2. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7985	19. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17232
3. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9421	20. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17483
4. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9415	21. <i>L. lanceolata</i>	CIAT-17251
5. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-8069	22. <i>L. macrophylla</i>	CIAT-17232
6. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9437	23. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9441
7. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-18482	24. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9101
8. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17484	25. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9379
9. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-18481	26. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7453
10. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-18483	27. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7929
11. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9443	28. <i>L. leucocephala</i>	CNIA-250
12. <i>Leucaena</i> sp.	CIAT-3339	29. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7384
13. <i>L. macrophylla</i>	CIAT-17240	30. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17501
14. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17498	31. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-7988
15. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-751	32. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-734
16. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-2930	33. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-9133
17. <i>L. leucocephala</i>	K-8	34. <i>L. leucocephala</i>	CIAT-17475

## Mediciones

*Disponibilidad y calidad del pasto.* Se empleó el método alternativo propuesto por Martínez *et al.* (1990), que consiste en la estimación de la disponibilidad de pasto utilizando su altura media; los muestreos (80 en cada parcela) se realizaron todos los meses. Se tomaron muestras del pasto (200 g) y se estimó su calidad, simulando con la mano la selección que hace el animal en pastoreo.

*Disponibilidad de las plantas de leucaena.* La disponibilidad se estimó en 10 de los árboles establecidos, simulando el ramoneo que realizan los animales según su altura de consumo (Lamela, 1998); se aplicó la técnica del ordeño de las partes más tiernas (hojas y tallos finos). Se tomaron muestras para determinar su composición bromatológica.

*Altura de las plantas de leucaena.* Se determinó la altura con una regla graduada, al inicio, a mediados y al final del experimento, en el 100% de las plantas.

*Diámetro del tronco y número de ramas primarias de leucaena.* Las variables dasométricas se determinaron al inicio de cada rotación en cada parcela, en 10 plantas seleccionadas. El diámetro del tronco se midió a 1,30 m a la altura del pecho, con un pie de rey, y el número de ramas se contó en las plantas seleccionadas. Posteriormente se efectuó la poda de uniformidad (en noviembre), a 1 m sobre el nivel del suelo, según lo recomendado por Francisco *et al.* (1998), ya que las plantas sobrepasaban los 2 m de altura.

*Análisis de laboratorio.* Después de efectuar cada muestreo se enviaron muestras representativas de pasto al laboratorio para determinar la composición bromatológica del alimento. Los indicadores medidos fueron: porcentaje de materia seca, de proteína bruta, de fibra bruta, de calcio y de fósforo. Se emplearon las técnicas descritas por la AOAC (1990). El contenido de P se determinó mediante el método de Amaral (1972).

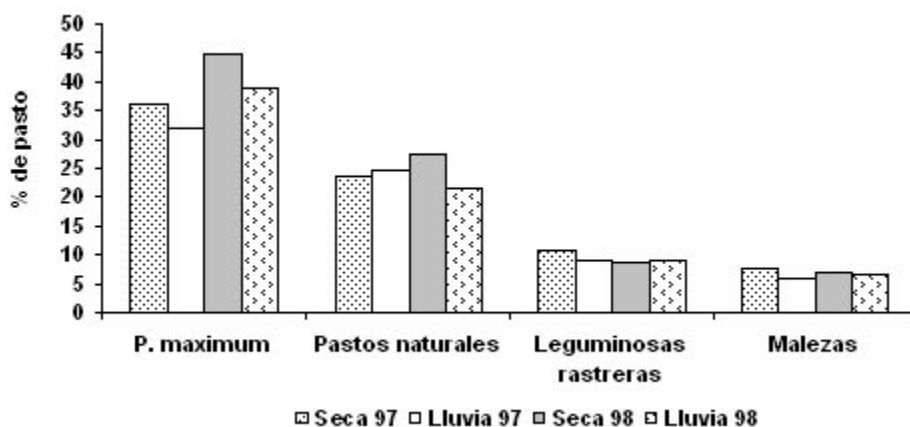
*Composición florística del pastizal.* Se estimó por el método de los pasos, descrito por Anon (1980). Cada dos pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidió con la punta de su zapato. Esta medición se realizó al inicio y al final de cada época del año.

*Procesamiento de los resultados.* Se sometieron a un ANOVA según modelo lineal de clasificación simple, considerando el efecto de la época y de las accesiones, y las medias fueron

comparadas mediante la décima de Duncan para un 5% de significación, después de verificarse que cumplían con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza, a través del programa estadístico SPSS  versión 11,5 para Microsoft  Windows  (Visuata, 1998).

### Resultados y Discusión

La composición florística del pastizal se presenta en la figura 1. La especie predominante fue la guinea (*Panicum maximum*), que mostró una mejor adaptación; mientras que los pastos naturales y las leguminosas rastreras mantuvieron estabilidad; las leguminosas estuvieron representadas por centrosema (*Centrosema pubescens*) y macroptilium (*Macroptilium atropurpureum*) y aparecieron de forma espontánea en el sistema, lo cual evidenció la persistencia del pastizal y la adaptación de estas especies a las condiciones de explotación del  rea.



P<0,05 (Duncan, 1955)

Fig. 1 Composición florística del pastizal.

Fig. 1. Floristic composition of the pastureland.

La guinea tuvo un decrecimiento en el segundo año, aspecto que según lo informado por Hernández (2000), pudo estar influido por la selección que realizan los animales al pastar, ya que se conoce de la preferencia de estos por los pastos que tienen una alta proporción de hoja-tallo, como *P. maximum*; esta planta está considerada entre los pastos tropicales que poseen una estructura más ventajosa, razón por la que el ganado manifiesta su capacidad selectiva (Hernández *et al.*, 1998).

Por su parte, los pastos naturales durante las dos épocas del año se mantuvieron con una población entre el 20 y 27%, sin diferencia significativa durante el experimento, lo que es un indicador de la estabilidad del sistema en el período evaluado. Similar comportamiento fue reportado por Sánchez *et al.* (2002) al estudiar el efecto de una asociación de *Leucaena* con gramíneas mejoradas en la producción de leche.

Por su parte, las malezas tuvieron un valor inicial de 7,5% y su tendencia fue a disminuir. Es necesario destacar que en el área se chape  en cuatro ocasiones, con el objetivo de controlarlas, lo cual influyó en los resultados.

Las leguminosas rastreras pudieron persistir debido a la inclusión de los árboles, los cuales sirvieron como tutores y evitaron las defoliaciones excesivas provocadas por el diente del animal durante el pastoreo (Simón, 2005). A pesar de ello hubo un decrecimiento de su población, lo que pudo deberse al pisoteo o a la selección que realizan los animales.

La composición química de las plantas de leucaena y de las gramíneas se muestra en la figura 2; no se hallaron diferencias significativas en el contenido de proteína cruda, tanto para el período

lluvioso como para el poco lluvioso en ambas especies, ni para el contenido de calcio y de fósforo, cuyos valores se encontraron entre 0,8 y 1,3%, y 0,13 y 0,18%, respectivamente.

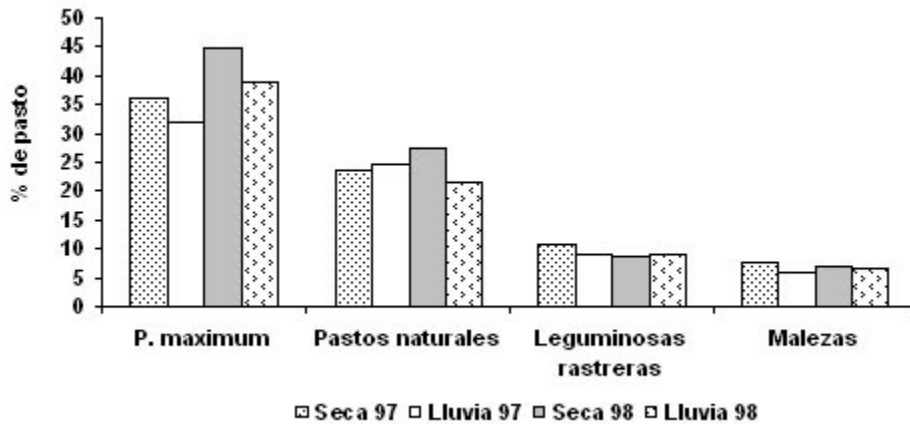


Fig. 2. Composición química de las gramíneas y leguminosas.

Fig. 2. Chemical composition of the grasses and legumes.

Las plantas de leucaena presentaron un contenido de proteína bruta alto, con valores superiores al 20%, que coinciden con los informados con anterioridad por García *et al.* (2007). Resultados similares también han sido reportados para estas y otras accesiones de arbóreas por Galindo *et al.* (2005). El contenido de PB permite aseverar que las especies y accesiones de este género presentan una elevada homogeneidad en este indicador.

González y Cáceres (2002), al estudiar el valor nutritivo de diferentes árboles, arbustos y otras plantas para la alimentación de los rumiantes, indicaron que a diferencia de lo que de forma frecuente ocurre con otras forrajeras (como las gramíneas y las leguminosas herbáceas) en similares condiciones agrotécnicas, ninguno de los indicadores sufrió variación en sus valores por el efecto de la época; ello se debió a que las raíces de las accesiones de leucaena penetran en los estratos profundos del suelo y propician la extracción de agua, lo que se manifiesta en un comportamiento más estable de todo año en cuanto a la composición química del biomasa.

A su vez los pastos mostraron, en sentido general, valores adecuados de PB, similares a los informados por Lamela *et al.* (1999) cuando se asociaron a la leucaena y equivalentes a los encontrados al emplear niveles de fertilización entre 150 y 300 kg de N/ha/año.

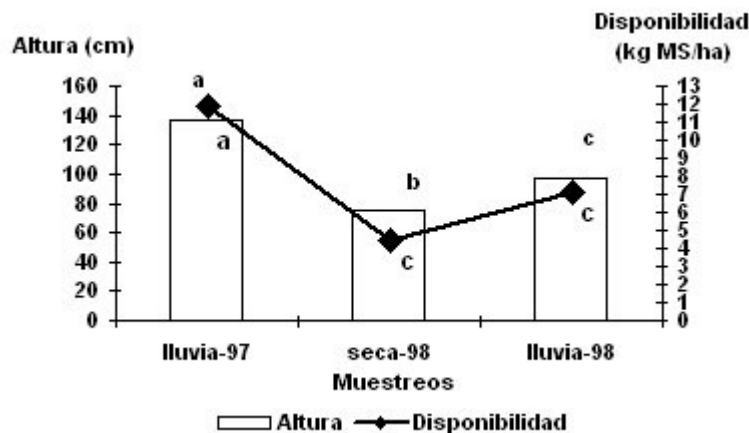
La mejoría en la calidad nutricional de los pastos se debió a la presencia de la arbórea en el pastizal, la cual tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo a través de la simbiosis con los rizobios, que a su vez es aprovechado por los pastos que se hallan en el sistema; además, la leucaena extrae nutrientes y agua de las capas más profundas, debido a su profuso sistema radical.

La concentración de los componentes estructurales (fibra bruta) para las especies de *Leucaena* estudiadas estuvo entre 18 y 25%. Con relación a esto, Clavero y Razz (1999) encontraron incrementos del contenido de fibra neutro detergente (FND) y disminución de la proteína bruta a medida que transcurría el ciclo biológico de la planta, debido al aumento de los elementos estructurales y la reducción del número de hojas jóvenes.

En el caso de las gramíneas los valores se pueden considerar aceptables; la fibra bruta es un indicador de la calidad del pasto porque cuando presenta un incremento (aunque sea ligero) se debe a un aumento de las partes menos digeribles de las plantas. Estos valores coinciden con los informados por Sánchez (2007) al estudiar sistemas asociados de guinea y leucaena.

Los contenidos de calcio y fósforo en las accesiones de *Leucaena* se hallaron dentro del rango de valores para este género (Shelton y Brewbaker, 1994; Anon, 2000); un comportamiento similar se presentó en las gramíneas. De ahí la necesidad de una suplementación fosfórica a los animales que pastoreaban en el sistema, si se tiene en consideración su importancia en la reproducción de las vacas y en el metabolismo. Es significativo señalar que la carencia de P en las dietas constituye un problema para la nutrición adecuada, debido al bajo contenido que presentan los pastos tropicales, lo cual se acentúa en los suelos deficientes en este mineral (Rolo, 1999).

En la figura 3 se muestra el comportamiento de la disponibilidad y la altura del pasto durante la evaluación, en las cuales se encontraron variaciones altamente significativas ( $P < 0,001$ ).



a,b,c Valores con diferentes letras entre cada rotación difieren estadísticamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 3. Dinámica de la disponibilidad del pasto durante el período de evaluación.

Fig. 3. Pasture availability dynamics during the evaluation period.

De forma general existió una alta disponibilidad del pasto durante toda la etapa de evaluación; sin embargo, se apreció un efecto de la época del año en este indicador. Similar comportamiento se informó en Cuba por Lamela *et al.* (1999) para diferentes sistemas silvopastoriles, en los que se obtuvieron las mayores disponibilidades del 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 los pastos.

Los mayores valores se observaron en la lluvia de 1997 y en la seca de 1998 (11,9 y 9,5 t MS/ha, respectivamente). El rendimiento en la lluvia de 1997 pudo deberse a que existía un gran volumen de biomasa, que se había acumulado durante el tiempo en que el sistema permaneció en reposo mientras se establecía, y la guinea alcanzó más de un metro de altura; además en este período las plantas muestran su mayor vigor juvenil, ya que se produce una mayor acumulación de reservas en los pastos a causa del reposo que transcurre desde la siembra hasta que comienzan las defoliaciones o los cortes, lo que influye de forma positiva en los rendimientos (Gerardo y Thompson, 1985).

Las condiciones ambientales que prevalecieron en la lluvia de 1998 pudieron influir en el aumento de la disponibilidad de la guinea en esta etapa y propiciar el buen desarrollo de los rebrotes, lo que resultó más efectivo en unas accesiones que en otras. Es válido mencionar que los volúmenes de biomasa pudieron deberse, a su vez, a los tiempos de reposo, que fueron mayores que los utilizados comúnmente en los sistemas silvopastoriles (40 días en el período lluvioso y 120 días en el poco lluvioso).

La distribución de las lluvias y las variaciones de la temperatura durante este período influyeron en el crecimiento de esta especie; en tal sentido, Fernández *et al.* (2002) plantean que este efecto

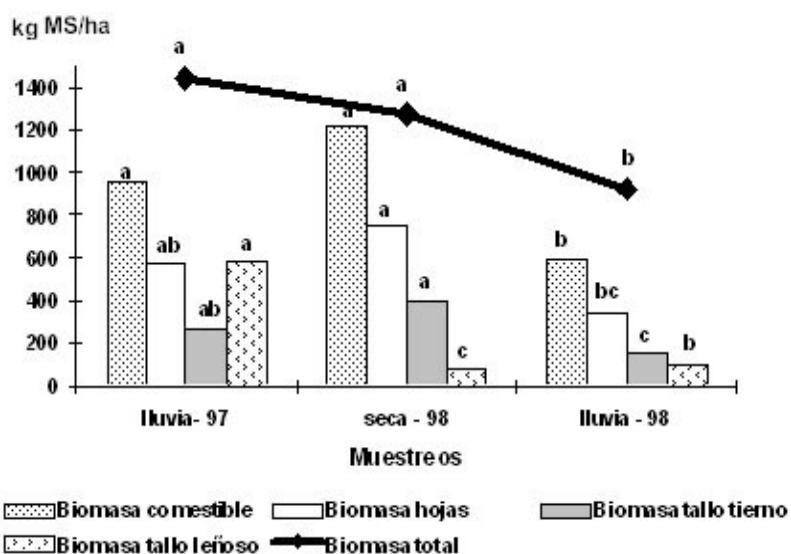
provoca un desbalance estacional de los rendimientos y limitaciones en la disponibilidad de forraje durante la época poco lluviosa.

Posteriormente la disponibilidad de pasto declinó en los muestreos de la seca de 1998 y de la lluvia de ese mismo año (4,5 y 4,7 t de MS/ha, respectivamente). Al final de la evaluación (lluvia-98) la producción de la guinea se incrementó a 9,5 t de MS/ha y alcanzó una altura de 115 cm. Según Padilla *et al.* (2000) estas variaciones en la disponibilidad de la guinea asociada a leucaena pudieran estar relacionadas con las condiciones ambientales y de manejo en que coincidieron los muestreos; todos estos factores en su conjunto influyen notablemente en el establecimiento, el nivel de producción y la vida útil de los pastos.

Los rendimientos de *P. maximum* corroboran su versatilidad, tanto en condiciones de arbolado como de sol, por ser una especie heliófila facultativa, con un alto nivel de plasticidad fenotípica que le permite explotar de forma óptima los recursos en diferentes ambientes (Pentón, 2000).

Por su parte, las plantas de leucaena presentaron una mayor disponibilidad de materia seca en la seca de 1998 y en la lluvia de ese año, debido a la altura alcanzada en esta etapa (superior a 300 cm), por lo que fue necesario una poda estratégica para poner el forraje al alcance de los animales (Simón y Francisco, 2003), la cual coincidió con el período de menores precipitaciones, temperatura y humedad.

La disponibilidad de biomasa total de leucaena presentó una disminución altamente significativa ( $P < 0,001$ ) durante la evaluación (fig. 4). Los mayores aportes (1 444,70 y 1 276,76 kg de MS/ha) se observaron en la seca de 1997 y en la lluvia de 1998; en los muestreos posteriores se obtuvo un rendimiento de 977 y 870 kg de MS/ha, respectivamente.



a,b,c Valores con diferentes letras dentro de cada componente difieren a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955).

Fig. 4. Dinámica de la disponibilidad de la biomasa de *Leucaena* y sus componentes.

Fig. 4. Availability dynamics of the *Leucaena* biomass and its components.

Esta dinámica manifiesta el comportamiento que presentan las arbóreas en asociación sometidas a defoliaciones y pastoreos continuos, durante el primer año de evaluación (Papanastasi *et al.*, 1998), y ha sido observado también en otras especies como *Gliricidia sepium* (Razz, 1991) y *Albizia lebbek* (Francisco, 2003).

En el caso de la biomasa comestible y sus componentes (hojas y tallos tiernos) se manifestó un patrón similar, ya que hubo un decrecimiento altamente significativo ( $P < 0,001$ ) con los muestreos sucesivos. La producción de material comestible al inicio de la evaluación (lluvia del 2000) fue de 954 kg de MS/ha, en la seca de 1998 se incrementó a 1 220 kg de MS/ha y en la lluvia del mismo año mostró una marcada disminución (694 kg de MS/ha).

Ello pudiera estar determinado por su capacidad para la movilización de las reservas, la que facilitó la emisión de rebrotes, como ha ocurrido en la especie *G. sepium* (García *et al.*, 2001). En este sentido, Berninger *et al.* (2000) señalaron que las frecuencias de corte imponen cambios en la dinámica de todas las partes de la biomasa y, a su vez, en la movilización de las reservas de los carbohidratos, tan esenciales y determinantes para proporcionar el crecimiento de los rebrotes.

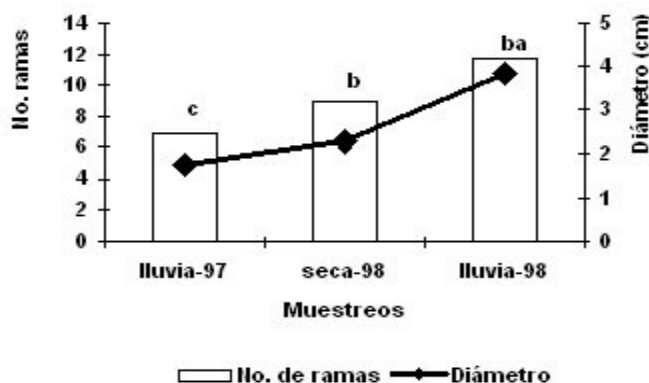
La menor disponibilidad de biomasa comestible a partir del muestreo de la lluvia de 1998 (junio), la cual se mantuvo hasta septiembre, pudo deberse al estrés como producto del pastoreo y la poda; ello pudo disminuir sus reservas y, desde el punto de vista funcional, la planta tuvo una mayor necesidad de hacer uso de los carbohidratos de reserva de la raíz para sustentar el rebrote.

La producción de tallos leñosos mostró una disminución altamente significativa ( $P < 0,001$ ) con los sucesivos muestreos, que fue más marcada en la seca de 1997 (75 kg de MS/ha) y en la lluvia de 1998 (96 kg de MS/ha); esto se relacionó con la mayor fortaleza del rebrote y la cantidad de sustancias de reserva almacenadas en el tallo y en la raíz, que aumentaron de forma progresiva en el tiempo de reposo al que se sometieron las plantas, y coincide con lo referido por García *et al.* (2001).

Este resultado pudo estar influido también por el efecto acumulado del manejo al que estuvo sometido el pastizal, el cual permitió la rehabilitación, el rejuvenecimiento y el desarrollo posterior de este pasto (Hernández *et al.*, 1999).

Es válido señalar que a pesar de que en la época lluviosa las precipitaciones son mayores, al igual que la temperatura y la radiación solar (lo cual favorece el crecimiento de las especies), en esta evaluación no se apreció efecto de la época del año en la disponibilidad de materia seca de las accesiones de *Leucaena*. Esto puede atribuirse a que las raíces de las plantas de este género penetran en los estratos profundos del suelo y propician la extracción del agua; además presentan un sendero fotosintético  $C_3$  por lo que necesitan menos intensidad luminosa que las gramíneas, que son  $C_4$  (Pérez-Infante, 1977; Simón, 1998). Ello beneficia tanto al pasto acompañante como a los microorganismos que habitan en el suelo y es de vital importancia en el sistema, ya que permite su conservación y el incremento de la biodiversidad.

Se pudo observar, además, que durante el período de evaluación hubo un incremento significativo del diámetro del tronco de la arbórea, así como del número de ramas (fig. 5). Al final de la evaluación la arbórea presentó un promedio de 14 ramas y un grosor del fuste de 2,45 cm.





a,b,c Valores con diferentes letras dentro de cada indicador difieren estadísticamente a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955)

Fig. 5. Dinámica del número de ramas y diámetro del tronco de *Leucaena*.

Fig. 5. Dynamics of the number of branches and stem diameter of *Leucaena*.

La dinámica significativamente ascendente del diámetro del tronco y el número de ramas evidenció la elevada recuperación que presenta esta planta después de la poda. Según Dávila y Urbano (1996), el incremento de los indicadores dasométricos en las plantas arbóreas denota el desarrollo progresivo de la plantación. El número de ramas no presentó diferencias significativas, lo que pudo estar motivado por las características particulares de su disposición.

En cuanto a la supervivencia de las plantas no hubo variaciones. Según Simón *et al.* (1994), la estabilidad de la población de los árboles sometidos a los efectos de la poda y el ramoneo determina sus posibilidades para persistir en el sistema, por lo que la resistencia al ramoneo y la capacidad de recuperación después de la poda forman parte de los atributos que debe reunir una arbórea para su inclusión en este tipo de sistema. En este sentido, Simón y Francisco (2003) señalaron una serie de características agronómicas y zootécnicas que pueden determinar en menor o mayor medida la persistencia del árbol dentro del pastizal, y destacan a *L. leucocephala* entre las especies arbóreas que mejor se adaptan a las condiciones de pastoreo.

De acuerdo con los resultados se concluye que la asociación de pastos con *Leucaena* presentó una disponibilidad media de MS, lo cual permitió garantizar una oferta de alimentos con un contenido aceptable de proteína bruta (11,7 y 9,7% para las gramíneas y 30 y 27% para la *Leucaena*). Los pastos se beneficiaron con la presencia de la arbórea, lo cual se observó en la mejora de su composición química, además de incrementar su población en un 6%; mientras que la arbórea mantuvo una alta densidad en el pastizal.

### Referencias bibliográficas

- Amaral, A. 1972. Técnicas analíticas para evaluar macronutrientes en ceniza de caña de azúcar. Laboratorio de caña. Escuela de Química, Universidad de La Habana, Cuba
- Anon. 1980. Muestreo de pastos. Taller del IV Seminario Científico de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Anon. 2000. Tablas de valor nutritivo y requerimientos para el ganado bovino. *Pastos y Forrajes*. 23:105
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 17th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington. 1298 p.
- Benavides, J. 2003. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa para la sostenibilidad en la ganadería. Memorias. Taller Internacional "Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente". La Habana, Cuba. 157 p.
- Berninger, F. *et al.* 2000. Modelling of reserve carbohydrate dynamics, regrowth and nodulation in a  $N_2$ -fixing tree managed by periodic prunings. *Plant, Cell and Environment*. 23:1025
- Clavero, T. & Razz, R. 1999. Valor nutritivo de la *Gliricidia sepium* en condiciones de bosque seco tropical. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:97
- Dávila, C. & Urbano, D. 1996. Leguminosas arbóreas en la zona sur del Lago de Maracaibo. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia, Venezuela. p. 101
- Fernández, J.L. *et al.* 2002. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento de *Brachiaria purpurascens* cv. Aguada en el Valle del Cauto en Cuba. *Rev. cubana. Cienc. agríc.* 34:267
- Francisco, Geraldine. 2003. Manejo estratégico de las defoliaciones en especies arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 26:185

- Francisco, Geraldine *et al.* 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 21:337
- Galindo, J. *et al.* 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*. 28:59
- García, D.E. *et al.* 2007. Variabilidad fitoquímica y repercusión antinutricional potencial en especies del género *Albizia*. *Pastos y Forrajes*. 29:153
- García, H. *et al.* 2001. Dynamics of non-structural carbohydrates and biomass yield in a fodder legume tree under different harvest intensities. *Tree Physiol.* 21:523
- Gerardo, J. & Thompsom, M. 1985. Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo. XII. Empresa Pecuaria La Sierrita. *Pastos y Forrajes*. 8:337
- González, E. & Cáceres, O. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*. 25:15
- Hernández, A. *et al.* 2003. Nuevos aportes a la clasificación genética de suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. La Habana, Cuba. 145 p.
- Hernández, D. *et al.* 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p.214
- Hernández, D. *et al.* 1999. Establecimiento de un sistema silvopastoril multiasociado. *Pastos y Forrajes*. 22:123
- Hernández-Daumás, S. & Russell, G. 2001. The tree-grass-soil interaction in silvopastoral systems. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress of Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 140
- Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbbeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 118 p.
- Ibrahim, M. & Mora, J. 2003. Criterios y herramientas para la promoción de una ganadería eco-amigable en el trópico americano. Memorias. Taller Internacional “Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente”. La Habana, Cuba. p. 23
- Lamela, L. 1998. Métodos de muestreo y mediciones en sistemas silvopastoriles. En: Compendio de Conferencias para el Diplomado en Silvopastoreo. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.
- Lamela, L. *et al.* 1999. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. *Pastos y Forrajes*. 22:239
- Martínez, J. *et al.* 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*. 13:101
- Murgueitio, E. 2003. Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: La experiencia de CIPAV en Colombia. Memorias. Taller Internacional “Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente”. La Habana, Cuba. p. 207
- Padilla, C. *et al.* 2000. Efecto del intercalamiento de *Vigna unguiculata* (INIFAT 93) y *Zea maiz* (Jívara) en *Leucaena leucocephala* cv. Perú y *Panicum maximum* cv. Likoni. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería tropical”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 33
- Papanastasi, V.P. *et al.* 1998. Effects of age and frequency of cutting on productivity of mediterranean deciduous fodder tree and shrubs plantation. *Forest Ecology and Management*. 110:283
- Pentón, G. 2000. Nota técnica: Tolerancia del *Panicum maximum* cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. *Pastos y Forrajes*. 23:79
- Pérez-Infante, F. 1977. Posibilidades de los pastos en el trópico. *Rev. cubana de Cienc. agríc.* 11:119

- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. Colección de Módulos Agroforestales No. 2. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 15
- Razz, R. 1991. Mata Ratón (*Gliricidia sepium*). Cuadernos técnicos. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Venezuela. 5 p.
- Rolo, R. 1999. Relación nutrición-fertilidad en la hembra bovina. Memorias. II Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colegio de Médicos Veterinarios de Honduras, Honduras. s/p
- Sánchez, Tania. 2007. Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey, Cuba. 103 p.
- Sánchez, Tania *et al.* 2002. Efecto de una asociación de *Leucaena* con gramíneas mejoradas en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 26:137
- Shaver, P. 2002. Fire and silvopasture. *USDA National Agroforestry Center. Inside agroforestry*. Fall, p. 1
- Shelton, H.M. & Brewbaker, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala*-the most widely used forage tree legume. (Eds. R. C. Gutteridge and H. M. Shelton). CAB International, UK. p 15
- 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. 2005. El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. Editorial Universitaria, Guatemala-EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 214 p.
- Simón, L. *et al.* 1994. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* (Algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 38
- Simón, L. & Francisco, G. 2003. Atributos deseables de los árboles forrajeros: *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbek* y *Gliricidia sepium*. *Revista Cubana de Producción Animal*. 2:11
- Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. (Ed. C. Fernández). Madrid, España. p. 24

Recibido el 16 de marzo del 2009

Aceptado el 27 de agosto del 2009

# Effect of the inclusion of *Leucaena* spp. on the performance of the plant community

Hilda B. Wencomo

## Abstract

A study was conducted for two years in an area of 2 058 m<sup>2</sup>, on a Ferralitic Red soil of the EEPF “Indio Hatuey”, which objective was to evaluate the performance of the plant community with the inclusion of *leucaena* trees. Simple 2 x 1 m plots were used. The studied indicators were: dry matter availability, chemical composition, floristic composition of the pastureland, population, height and diameter of *leucaena*. In the floristic composition of the pastureland, the predominance of *P. maximum* (P<0,001) could be observed. This association allowed a 6% increase in the population of the improved pasture; while *leucaena* increased its diameter and height. In turn, total DM availability was higher than 8 t/ha/rotation during the evaluation period. On the other hand, the grasses showed protein levels that oscillated between 9,7 and 11,7%, for the dry and rainy season, respectively; while in *leucaena* it was higher than 20%. No significant differences were detected in the chemical composition between seasons for any of the species. The floristic composition could be kept over 80% increasing the area covered by the improved pasture; the tree evolved positively in time, increasing the stem diameter.

Key words: Plant communities, *Leucaena* spp., *Panicum maximum*

## Introducción

### Introduction

Sustainable development is promoted worldwide nowadays as the goal towards which mankind should advance in its struggle for the survival of the species, in harmony with nature.

Feed scarcity during the dry season has also brought about the search for solutions to cover the deficit of nutrients produced during that period (Benavides, 2003). In this sense, the presence of forage trees from the legume family constitutes an alternative of exploitation of natural resources (Ibrahim and Mora, 2003).

The contributions of trees to the ecosystem and their applications as alternative source for animal feeding are uncountable. The use of tree legumes, with high productive potential and nutritional value, appears as an economically viable and socially acceptable solution to increase animal productivity in tropical regions (Hernández-Daumás and Russell, 2001).

Under research conditions, with the use of trees DM yields have been achieved similar to the ones obtained when moderate fertilization rates are applied; in addition, high persistence of herbaceous and/or creeping legumes and grasses is maintained (Murgueitio, 2003).

The studies conducted in sustainable systems in the tropic recommend silvopastoral systems as an alternative for farmers with few resources. In this system the production of the ligneous species and grasses is optimized; besides, a vegetative structure similar to that of savannas is created (Shaver, 2002).

The most studied forms are: protein banks, association of trees in the whole grazing area and living fences (Pezo and Ibrahim, 1999).

Among the most used tree species from the legume family in these systems *Leucaena leucocephala* stands out. This is due to its high versatility, erosion control, reforestation, production of wood and its derivatives, shade tree, organic fertilizer and feed for livestock.

In Cuba research has been conducted to evaluate the influence of leucaena plants with grasses on the productive response of livestock feeding, especially cattle. The objective of this work was to evaluate the performance of the plant community with the inclusion of leucaena trees.

### **Materials and Methods**

*Location.* The study was conducted in an area of 2 058 m<sup>2</sup>, at the EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas province, Cuba. The geographical coordinates of the site are 20°50’ latitude north and 79°32’ longitude west, with an altitude of 19,9 m above sea level.

*Edaphoclimatic characteristics.* The soil is classified as lixiviated Ferralitic Red (Hernández *et al.*, 2003), of plain topography, with a 1,0% slope. Average annual temperature was 23,1°C, with a mean of 21 and 26,5°C in winter and summer, respectively. Mean annual rainfall is 1 200 mm, with relative humidity between 60 and 70% during the day and 80 and 90% at night (Hernández, 2000).

*Management.* In the evaluation stage the experimental area was subject, under simulated grazing conditions, to an instantaneous stocking rate of 51,9 animals/ha, Zebu (growing bulls), with an average weight of 240 kg. The occupation time was approximately three days, with which resting periods were guaranteed of two and four months in the rainy and dry season, respectively.

*Experimental design.* Thirty-four accessions of *Leucaena* spp. (table 1) were planted in the area, in simple 2,0 x 1,0 m randomly distributed plots. The plots had an initial density of 10 497 plants/ha.

#### **Measurements.**

*Pasture availability and quality.* The alternative method proposed by Martínez *et al.* (1990) was used, consisting in the estimation of pasture availability using its mean height; samplings (80 in each plot) were carried out every month. Pasture samples were taken (200 g) and its quality was estimated, simulating with the hand the selection made by the grazing animal.

*Availability of the leucaena plants.* The availability was estimated in 10 of the established trees, simulating the browsing performed by the animals according to their intake height (Lamela, 1998); the milking technique of the softer parts (leaves and fine stems) was applied. Samples were taken to determine the bromatological composition.

*Height of the leucaena plants.* The height was determined by means of a graduated ruler, at the beginning, amid and at the end of the trial, in 100% of the plants.

*Stem diameter and number of primary branches in leucaena.* The dasometric variables were determined at the beginning of each rotation in every plot, in 10 selected plants. The stem diameter was measured at 1,30 m at breast height, with a caliper, and the number of branches was counted in the selected plants. Afterwards, the uniformity pruning was performed (in November), at 1 m above the soil level, according to the recommendations made by Francisco *et al.* (1998), because the plants exceeded 2 m of height.

*Laboratory analyses.* After conducting every sampling, pasture representative samples were sent to the laboratory to determine the bromatological composition of feed. The measured indicators were: percentage of dry matter, crude protein, crude fiber, calcium and phosphorus. The techniques

described by the AOAC (1990) were used. The P content was determined by means of Amaral's (1972) method.

*Floristic composition of the pastureland.* It was estimated through the method of steps, described by Anon (1980). Every two steps the observer classified the pasture species that coincided with his/her shoe tip. This measurement was performed at the beginning and end of each season.

*Processing of results.* They were subject to an ANOVA according to simple classification lineal model, considering the effect of season and accessions, and the means were compared by Duncan's test for a 5% significance, after verifying that they fulfilled the normal distribution and variance homogeneity adjustment, through a statistical program SPSS® version 11,5 for Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

## Results and Discussion

The floristic composition of the pastureland is shown in figure 1. The prevailing species was Guinea grass (*Panicum maximum*), which showed better adaptation; while natural pastures and creeping legumes maintained stability; the legumes were represented by *Centrosema pubescens* and *Macroptilium atropurpureum* and appeared spontaneously in the system, which proved the persistence of the pastureland and the adaptation of these species to the exploitation conditions of the area.

The Guinea grass had a decrease in the second year, aspect that according to the reports made by Hernández (2000) could have been influenced by the selection made by the animals when grazing, because their preference for pastures with high leaf-stem proportion, such as *P. maximum*, is known; this plant is considered among the tropical pastures that have a more advantageous structure, reason for which cattle shows its selective capacity (Hernández *et al.*, 1998).

On the other hand, the natural pastures during both seasons maintained a population between 20 and 27%, without significant difference during the experiment, which is an indicator of the stability of the system in the evaluated period. Similar performance was reported by Sánchez *et al.* (2002) when studying the effect of an association of *Leucaena* with improved grasses on milk production.

On the other hand, weeds had an initial value of 7,5% and showed a trend to decrease. It is necessary to emphasize that the area was weeded with machete four times, with the objective of controlling the weeds, which influenced the results.

Creeping legumes could persist due to the inclusion of trees, which served as stakes and avoided the excessive defoliations caused by the animals' teeth during grazing (Simón, 2005). However, there was a decrease of their population, which could have been due to the trampling or the selection made by the animals.

The chemical composition of the leucaena plants and the grasses is shown in figure 2; no significant differences were found in the crude protein content, for the rainy as well as the dry season in both species, or the content of calcium and phosphorus, which values were between 0,8 and 1,3% and 0,13 and 0,18%, respectively.

The leucaena plants showed a high crude protein, with values higher than 20%, which coincide with the ones previously reported by García *et al.* (2007). Similar results have also been reported for these and other tree accessions by Galindo *et al.* (2005). The CP content allows to assert that the species and accessions of this genus show high homogeneity in this indicator.

González and Cáceres (2002), when studying the nutritional value of different trees, shrubs and other plants for ruminant feeding, indicated that unlike what frequently happens with other forage plants (such as grasses and herbaceous legumes) under similar agrotechnical conditions, none of the indicators underwent variation in its values due to the effect of season; this occurred because the roots of the leucaena accessions penetrate the deep soil strata and propitiate water extraction, which

allows them to show a more stable performance throughout the year regarding the chemical composition of their biomass.

In turn, the pastures showed, in general, adequate CP values, similar to the ones reported by Lamela *et al.* (1999) when they were associated to leucaena and equivalent to the ones found when using fertilization rates between 150 and 300 kg N/ha/year.

The improvement in the nutritional quality of the pastures was probably due to the presence of the tree in the pastureland, which has the capacity of fixing atmospheric nitrogen to the soil through symbiosis with the rhizobia present in it, which is in turn utilized by the pastures in the system; in addition to extracting nutrients and water from the deepest layers, because of its profuse root system.

The concentration of the structural components (crude fiber) for the studied *Leucaena* species was between 18 and 25%. Regarding this, Clavero and Razz (1999) found increases of the content of neutral detergent fiber (NDF) and decrease of the crude protein as the biological cycle of the plant passed, because of the increase of the structural elements and the reduction in the number of young leaves.

In the case of grasses the values can be considered acceptable, because crude fiber is an indicator of pasture quality and when it shows an increase (however slightly) it is due to an increase of the less digestible parts of plants. These values coincide with the ones reported by Sánchez (2007) when studying associated systems of Guinea grass and leucaena.

The calcium and phosphorus contents in the *Leucaena* accessions were found within the range of values for this genus (Shelton and Brewbaker, 1994; Anon, 2000); a similar performance occurred in grasses. Hence the need of a phosphoric supplementation for the animals that grazed in the systems, if its importance in the reproduction of cows and metabolism is taken into consideration. It is significant to state that the lack of P in the diets constitutes a problem for adequate nutrition, due to the low content shown by tropical pastures, which is stressed in soils with deficiency of this mineral (Rolo, 1999).

Figure 3 shows the performance of pasture availability and height during the evaluation, in which highly significant variations were found ( $P < 0,001$ ).

In general, there was high pasture availability during the whole evaluation stage; however, an effect of season on this indicator was observed. Similar performance was reported in Cuba by Lamela *et al.* (1999) for different silvopastoral systems, in which the highest pasture availabilities were obtained in the rainy season. In this season rainfall is higher, just like temperature and solar radiation, which favors pasture growth.

The highest values were observed in the rainy season of 1997 and the dry season of 1998 (11,9 and 9,5 t DM/ha, respectively). The yield in the rainy season of 1997 could have occurred due to the fact that there was a high biomass volume, which had been accumulated during the resting time of the system while it was being established, and the Guinea grass reached more than one meter of height; also, in this period the plants show their highest juvenile vigor, because a higher accumulation of reserves takes place in pastures due to the rest that occurs since planting until defoliations or cuttings begin, which positively influences the yields (Gerardo and Thompson, 1985).

The environmental conditions that prevailed in the rainy season of 1998 could have influenced the increase of Guinea grass availability in that season and propitiate the good development of regrowths, which turned out to be more effective in some accessions than in others. It is valid to mention that the biomass volumes could have been due, in turn, to the resting times, which were higher than the ones commonly used in silvopastoral systems (40 days in the rainy season and 120 days in the dry season).

The rainfall distribution and temperature variations during that period influenced the growth of this species; in that sense, Fernández *et al.* (2002) claim that this effect causes a seasonal unbalance of yields and limitations in forage availability during the dry season.

Afterwards, pasture availability decreased in the samplings of the dry season of 1998 and the rainy season of the same year (4,5 and 4,7 t DM/ha, respectively). At the end of the evaluation (rainy season-98) the Guinea grass production increased to 9,5 t DM/ha and reached a height of 115 cm. According to Padilla *et al.* (2000) these variations in availability of the Guinea grass associated to leucaena could have been related to the environmental and management conditions with which the samplings coincided; all these factors remarkably influence the establishment, production rate and useful life of pastures.

The *P. maximum* yields corroborate its versatility, with trees as well as under broad sunlight, as it is a facultative heliophilous species, with a high level of phenotypic plasticity that allows it to optimally utilize the resources in different environments (Pentón, 2000).

On the other hand, the leucaena plants showed higher dry matter availability in the dry season of 1998 and the rainy season of that year, due to the height reached in this stage (higher than 300 cm), for which a strategic pruning was necessary to get the forage within the animals' reach (Simón and Francisco, 2003), which coincided with the period of lower rainfall, temperature and humidity.

The total biomass availability of leucaena showed a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) during the evaluation (fig. 4). The highest contributions (1 444,70 and 1 276,76 kg DM/ha) were observed in the dry season of 1997 and the rainy season of 1998; in later samplings a yield of 977 and 870 kg DM/ha, respectively, was obtained.

This dynamics shows the performance of trees in association subject defoliations and continuous grazing, during the first year of evaluation (Papanastasi *et al.*, 1998), and it has also been observed in other species such as *Gliricidia sepium* (Razz, 1991) and *Albizia lebbbeck* (Francisco, 2003).

Regarding the edible biomass and its components (leaves and fresh stems) a similar pattern appeared, because there was a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) with successive sampling. The production of edible material at the beginning of the evaluation (rainy season of 2000) was 954 kg DM/ha, in the dry season of 1998 it increased to 1 220 kg DM/ha and in the rainy season of the same year it showed a remarkable decrease (694 kg DM/ha).

This could have been determined by its capacity for mobilizing reserves, which facilitated the emission of regrowths, as has occurred in the species *G. sepium* (García *et al.*, 2001). In this sense, Berninger *et al.* (2000) claimed that cutting frequencies impose changes in the dynamics of all biomass parts and in turn, in the mobilization of carbohydrate reserves, so essential and determining to provide regrowth development.

The lower availability of edible biomass since the sampling in the rainy season of 1998 (June), which was maintained until September, could have occurred due to stress as a consequence of grazing and pruning; this could have decreased its reserves and, from the functional point of view, the plant had a higher need of using the reserve carbohydrates from the root to support regrowth.

The production of ligneous stems showed a highly significant decrease ( $P < 0,001$ ) with successive samplings, which was more remarkable in the dry season of 1997 (75 kg DM/ha) and in the rainy season of 1998 (96 kg DM/ha); this was related to the highest strength of regrowth and the quantity of reserve substances stored in the stem and root, which increased progressively in the resting time to which the plants were subject, and coincides with the reports by García *et al.* (2001).



This result could have been also influenced by the cumulative effect of the management to which the pastureland was subject, which allowed the rehabilitation, rejuvenation and later development of this pasture (Hernández *et al.*, 1999).

It is valid to state that although in the rainy season rainfall is higher, like temperature and solar radiation (which favors the growth of species), in this evaluation the effect of season on the dry matter availability of the *Leucaena* accessions was not observed. This could be ascribed to the fact that the roots of the plants from this genus penetrate the deep strata of the soil and propitiate water extraction; in addition, they show a C<sub>3</sub> photosynthetic path, for which they need less light intensity than grasses, which are C<sub>4</sub> (Pérez-Infante, 1977; Simón, 1998). It benefits the companion pasture as well as the microorganisms that inhabit the soil and it is essential in the system, because it allows its conservation and the increase of biodiversity.

It could also be observed that during the evaluation period there was a significant increase of the stem diameter, as well as the number of branches in the tree (fig. 5). At the end of the evaluation the tree showed an average of 14 branches and a stem diameter of 2,45 cm.

The significantly increasing dynamics of the stem diameter and number of branches showed the high recovery of this plant after pruning. According to Dávila and Urbano (1996), the increase of the dasometric indicators in trees indicates the progressive development of the plantation. The number of branches did not show significant differences, which could have been motivated by the particular characteristics of their disposition.

Regarding plant survival, there were no variations. According to Simón *et al.* (1994), the stability of the tree population subject to the effects of pruning and browsing determines its possibilities of persisting in the system, for which the resistance to browsing and the capacity of recovery after pruning are among the attributes a tree should have for its inclusion in this type of system. In this sense, Simón and Francisco (2003) stated a series of agronomic and zootechnical characteristics that can determine to a lesser or higher extent the persistence of a tree within the pastureland, and stress *L. leucocephala* among the tree species that are best adapted to grazing conditions.

According to the results, it is concluded that the association of pastures with *Leucaena* showed a moderate DM availability, which allowed to guarantee a feed supply with an acceptable content of crude protein (11,7 and 9,7% for the grasses and 30 and 27% for *Leucaena*). The pastures were benefitted with the presence of the tree, which was observed in the improvement of their chemical composition, in addition to increase their population in 6%; while the tree maintained high density in the pastureland.