

Acumulación de hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* y en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*

Litter accumulation in a *Panicum maximum* grassland and in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala*

Saray Sánchez¹, G. Crespo² y Marta Hernández¹

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

² Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Resumen

Se realizó un estudio en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, con el objetivo de determinar la acumulación de la hojarasca en un pastizal de *Panicum maximum* Jacq cv. Likoni y en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. En los pastizales de *P. maximum* de ambos sistemas se determinó la acumulación de la hojarasca según la técnica propuesta por Bruce y Ebershon (1982), mientras que la hojarasca de *L. leucocephala* acumulada en el sistema silvopastoril se determinó según Santa Regina et al. (1997). De forma general, los resultados demostraron que en ambos pastizales la guinea acumuló una menor cantidad de hojarasca durante el período junio-diciembre, etapa en la que se produce su mayor desarrollo vegetativo. En la leucaena la mayor producción de hojarasca ocurrió en el período de diciembre a enero, asociada con la caída natural de sus hojas que se produce por efecto de las temperaturas más bajas y la escasa humedad en el suelo. En el sistema silvopastoril la hojarasca de leucaena representó el mayor porcentaje de peso dentro de la producción total, con un contenido más alto de nitrógeno y de calcio que el de la hojarasca del estrato herbáceo. En la guinea la lluvia fue el factor climático que mayor correlación negativa presentó con la producción de hojarasca en ambos sistemas, y en la leucaena la mayor correlación negativa se encontró con la temperatura mínima.

Palabras clave: Factores climáticos, hojarasca, *Leucaena leucocephala*, *Panicum maximum*

Abstract

A study was carried out at the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, with the objective of determining the litter accumulation in a pastureland of *Panicum maximum* Jacq cv. Likoni and in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. In the *P. maximum* pasturelands of both systems the litter accumulation was determined by means of the technique proposed by Bruce and Ebershon (1982), while the litter of *L. leucocephala* accumulated in the silvopastoral system was determined according to Santa Regina et al. (1997). In general, the results showed that in both pasturelands the Guinea grass accumulated a lower quantity of litter during the June-December period, stage in which its highest vegetative development occurs. In leucaena, the highest litter production occurred in the December-January period, associated to the natural fall of its leaves that is produced due to the effect of the lower temperatures and the scarce moisture in the soil. In the silvopastoral system the leucaena litter represented the highest percentage of weight within the total production, with a higher nitrogen and calcium content than the litter of the herbaceous stratum. In the Guinea grass the rainfall

was the climatic factor that showed higher negative correlation with the litter production in both systems, and in leucaena the highest negative correlation was found with the lowest temperature.

Key words: Climatic factors, *Leucaena leucocephala*, litter, *Panicum maximum*

Introducción

En los últimos años cobra cada vez más fuerza la visión agroecológica del manejo de los pastizales, con énfasis en la profundización del conocimiento de la relación suelo-planta-animal y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas ganaderos basados en la diversidad biológica (Thomas, 1992; Keenan, Prescott y Kimmins, 1995).

Para desarrollar este manejo, se requiere el conocimiento adecuado de las características de la acumulación de la hojarasca que producen las diferentes especies vegetales que componen los ecosistemas de pastizales, pues las especies de pastos difieren, en gran medida, en la cantidad y calidad de la hojarasca que producen y, por lo tanto, en la capacidad que ellas poseen de reciclar los nutrientes (Palm y Sánchez, 1991; Crespo y Pérez, 1999; Porazinska, Bardgett, Blaauw, Hunt, Parsons, Seastedt y Wall, 2003; Bardgett y Walker, 2004).

En la actualidad no hay duda de la importancia de la hojarasca para la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema, pues constituye la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrientes entre las plantas y el suelo, según Crespo, Rodríguez, Ortiz, Torres y Cabrera (2005). Es conocida su utilidad como mejoradora de las condiciones físico-químicas y en la regulación del régimen de fluctuación diaria de la temperatura del suelo. La hojarasca desempeña, además, un importante papel hidrológico y antierosivo, y atenúa las bruscas fluctuaciones de la humedad de la superficie del suelo (Kolmans y Vásquez, 1996).

Por lo antes expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar la acumulación de hojarasca en el pastizal de *Panicum maximum* y en un sistema silvopastoril de *P. maximum*-*Leucaena leucocephala* y su relación con algunos factores climáticos.

Introduction

In recent years the agroecological approach to the management of pasturelands, with emphasis on the increase of the knowledge about the soil-plant-animal relationship and the sustainable functioning of the livestock ecosystems based on biological diversity, gains increasing strength (Thomas, 1992; Keenan, Prescott and Kimmins, 1995).

In order to develop this management, the adequate knowledge of the characteristics of the litter accumulation produced by the different plant species that compose the pastureland ecosystems is required, because pasture species differ, to a great extent, in the quantity and quality of the litter they produce and, thus, in their capacity to recycle nutrients (Palm and Sánchez, 1991; Crespo and Pérez, 1999; Porazinska, Bardgett, Blaauw, Hunt, Parsons, Seastedt and Wall, 2003; Bardgett and Walker, 2004).

Nowadays, there is no doubt about the importance of litter for the stability and functioning of the ecosystem, because it constitutes the main source of circulation of organic matter, energy and nutrients between plants and soil, according to Crespo, Rodríguez, Ortiz, Torres and Cabrera (2005). Its usefulness for improving the physical-chemical conditions and in the regulation of the daily fluctuation regime of soil temperature is known. Litter plays, besides, an important hydrological and anti-erosion role, and attenuates the sudden fluctuations of the soil surface moisture (Kolmans and Vásquez, 1996).

Due to the above-explained elements, the objective of this work was to quantify the accumulation of litter in the *Panicum maximum* pastureland and in a silvopastoral system of *P. maximum*-*Leucaena leucocephala* and its relationship to some climatic factors.

Materiales y Métodos

Las investigaciones se realizaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", situada entre los 22°, 48' y 7" de latitud Norte y los 81° y 2' de longitud Oeste, a 19,01 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental se clasifica como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999).

Los pastizales evaluados se encontraban en explotación continua diez años antes del estudio y durante ese tiempo no se realizaron labores culturales, tales como fertilización, riego, renovación o rehabilitación y control de plagas. El área ocupada fue de 1,3 ha en ambos sistemas.

Pastizal de *P. maximum* cv. Likoni

La composición botánica de este pastizal al inicio de la investigación estuvo constituida por 80% de *P. maximum*; 9,6% de pastos naturales (*Paspalum notatum* y *Sporobolus indicus*); 6% de *Cynodon nlemfuensis*; 2,5% de leguminosas herbáceas y 1,9% de suelo descubierto.

Sistema silvopastoril con *P. maximum* cv. Likoni y *L. leucocephala* cv. Cunningham

Al comenzar la evaluación en este pastizal *P. maximum* representaba el 79,7% de la composición botánica, seguido por 8,9% de pastos naturales (*S. indicus* y *P. notatum*); 7,6% de *C. nlemfuensis* y 3,4% de leguminosas herbáceas. La población de *L. leucocephala* era de 595 plantas ha⁻¹.

La acumulación de la hojarasca en los pastizales de *P. maximum* de ambos sistemas se determinó durante 14 meses consecutivos (febrero 2003 a abril 2004), mientras que la hojarasca de *L. leucocephala* acumulada en el sistema silvopastoril se determinó durante un año (diciembre 2002 a diciembre 2003). Los datos se expresan en kilogramos de materia seca ha⁻¹día⁻¹ para cada colecta.

Para el estudio de la hojarasca que acumuló el pastizal de guinea se utilizó la técnica propuesta por Bruce y Ebershon (1982); para ello se colo-

Materials and Methods

The research was carried out at the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", located between 22°, 48' and 7" latitude North and 81° and 2' longitude West, at 19,01 meters above sea level, in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

The soil on which the experimental stage was carried out is classified as lixiviated Ferralitic Red (Hernández *et al.* 1999).

The pasturelands evaluated had been under continuous exploitation for ten years before the study and during that time no cultural labors were carried out, such as fertilization, irrigation, renewal or rehabilitation and pest control. The area occupied was 1,3 ha in both systems.

Pastureland of *P. maximum* cv. Likoni

The botanical composition of this pastureland at the beginning of the research was constituted by 80% *P. maximum*; 9,6% natural pastures (*Paspalum notatum* and *Sporobolus indicus*); 6% *Cynodon nlemfuensis*; 2,5% herbaceous legumes and 1,9% uncovered soil.

Silvopastoral system with *P. maximum* cv. Likoni and *L. leucocephala* cv. Cunningham

When starting the evaluation in this pastureland, *P. maximum* represented 79,7% of the botanical composition, followed by 8,9% natural pastures (*S. indicus* and *P. notatum*); 7,6% *C. nlemfuensis* and 3,4% herbaceous legumes. The population of *L. leucocephala* was 595 plants ha⁻¹.

The accumulation of the litter in the *P. maximum* pasturelands of both systems was determined during 14 consecutive months (February, 2003 to April, 2004); while the litter of *L. leucocephala* accumulated in the silvopastoral system was determined for a year (December, 2002 to December, 2003). The data are expressed in kilograms of dry matter ha⁻¹ day⁻¹ for each collection.

For the study of the litter accumulated by the Guinea grass pastureland the technique proposed by Bruce and Ebershon (1982) was used; for

caron, de forma aleatoria, 40 marcos de 1 x 0,5 m cada uno en el área, que fueron fijados con una varilla metálica para evitar su movimiento por el ganado. Las muestras se colectaron en seis ocasiones en el año.

La hojarasca de la especie *L. leucocephala* se colectó en trampas recolectoras, según Santa Regina, Rapp, Martin y Gallardo (1997), ubicadas debajo de la copa de 10 árboles (cuatro por árbol) seleccionados de forma aleatoria, y los muestreos se realizaron de forma sistemática.

Las trampas consistieron en rectángulos de hierro de 0,50 x 1,00 m de superficie, con mallas que permitieron la colecta de la hojarasca; estas estaban separadas del suelo a 60 cm para permitir la filtración del agua y la aireación del material, según Vitousek (1984) y Donoso (1993). Se realizaron siete colectas por año. Para conocer el aporte en biomasa de los distintos componentes de la hojarasca, ésta se separó en hojas, tallos y vainas en cada colecta.

Para el análisis químico de la hojarasca acumulada se tomaron 10 muestras representativas del total del material recolectado de cada especie de pasto, las que primeramente fueron lavadas con agua destilada y desionizada, y se pusieron a secar en estufa a 60°C hasta peso constante. Las muestras secas se molieron a tamaño de partícula menor que 1 mm, se envasaron en frascos de cristal con cierre hermético y se almacenaron a temperatura ambiente, hasta su análisis químico (Herrera, 1981). A cada muestra se le determinó N, P y Ca en base seca, según las técnicas de la AOAC (1995). Se analizaron las fracciones de fibra (fibra ácido detergente, fibra neutro detergente, lignina y celulosa), según Van Soest y Wine (1968).

Durante el período de estudio se registró diariamente el comportamiento de las temperaturas mínima, máxima y media, la humedad relativa, la evaporación y las precipitaciones, en la estación meteorológica situada a 1 km del área experimental.

Análisis estadístico

Se determinaron los estadígrafos media, desviación estandar y coeficiente de variación para

that 40 1 x 0,5 m frames were placed, randomly, in the area, and were fixed with a metallic stick to avoid its movement by cattle. The samples were collected six times in the year.

The litter of the species *L. leucocephala* was collected in collector traps, according to Santa Regina, Rapp, Martin and Gallardo (1997), located under the canopy of 10 trees (four per tree) randomly selected, and the samples were carried out systematically.

The traps consisted in iron rectangles with a surface of 0,50 x 1,00 m, with nets that allowed the collection of litter; they were separated 60 cm from the soil to allow water filtration and the aeration of the material, according to Vitousek (1984) and Donoso (1993). Seven collections were carried out per year. In order to know the biomass contribution of the different litter components, it was separated into leaves, stems and pods in each collection.

For the chemical analysis of the accumulated litter 10 representative samples were taken from the total of the collected material of each pasture species, which were first washed with distilled and deionized water, and dried in an oven at 60 °C until they reached constant weight. The dry samples were ground to a particle size lower than 1 mm, they were placed in glass flasks with airtight closing and stored at room temperature, until their chemical analysis (Herrera, 1981). In each sample N, P and C on dry base were determined, according to the techniques of the AOAC (1995). The fiber fractions (acid detergent fiber, neutral detergent fiber, lignin and cellulose) were analyzed, according to Van Soest and Wine (1968).

During the study period the minimum, maximum and mean temperature, relative humidity, evaporation and rainfall, were recorded daily in the meteorological station located 1 km away from the experimental area.

Statistical analysis

The stadigraphs mean, standard deviation and variation coefficient for the variables accumulated litter and chemical composition were determined. Variance analysis was carried out according to a

las variables hojarasca acumulada y composición química. Se realizó análisis de varianza según modelo lineal de clasificación simple. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) en los casos necesarios. Se utilizó el análisis de correlación entre la hojarasca acumulada y los factores climáticos estudiados.

Para el procesamiento de la información se utilizó el software estadístico INFOSTAT 2001, versión 1.

Resultados y Discusión

Pastizal de *P. maximum* cv. Likoni

En el pastizal de *P. maximum* se colectó, durante el período experimental, 2,66 t de MS de hojarasca ha⁻¹ año⁻¹. En la tabla 1 se indica la cantidad de hojarasca colectada en cada muestreo. No se encontraron diferencias significativas entre los períodos febrero-marzo, marzo-abril, mayo-junio y diciembre-abril, y el menor valor se obtuvo en el período junio-diciembre, etapa en la que se presentaron los mayores valores de precipitación, días con lluvias, temperatura media y humedad relativa (tabla 2).

La menor acumulación de hojarasca que ocurrió en el período junio-diciembre pudiera explicarse, entre otros factores, por el hecho de que en dicha etapa este pasto tiene el mayor desa-

lineal model of simple classification. The test of Duncan (1955) was applied where necessary. The analysis of correlation between the accumulated litter and the climatic factors studied was used.

For the information processing the statistical software INFOSTAT 2001, version 1 was used.

Results and Discussion

Pastureland of *P. maximum* cv. Likoni

In the *P. maximum* pastureland 2,66 t DM of litter ha⁻¹ year⁻¹ were collected during the experimental period. Table 1 shows the quantity of litter collected in each sampling. No significant differences were found among the periods February-March, March-April, May-June and December-April, and the lowest value was obtained in the June-December period, stage in which the highest rainfall, rainy days, mean temperature and relative humidity values occurred (table 2).

The lowest litter accumulation that occurred in the June-December period may be explained, among other factors, by the fact that in such stage this pasture has its highest vegetative development, influenced by the highest temperature and abundant rainfall, with a lower senescence of its foliage. This is just one of the pasture species that achieves a higher effectiveness in its photosynthetic activity (Alonso, 2004) when the light, temperature and humidity conditions are more favorable.

The high values of the correlation coefficient found among rainfall and rainy days and accumulated litter (table 3), indicate the close relationship among these variables. The negative values of these correlations express that as the values of these two climatic factors increase, litter accumulation decreases.

The effect produced by the abundant rainfall could have favored the washout of the most water-soluble compounds in the litter. In addition, under these conditions the activity of detritus-feeding and decomposing organisms is higher (Martín, 1995; Decaens, Jiménez, Barros, Chauvel, Blanchart, Fragoso and Lavelle, 2004),

Tabla 1. Cantidad de hojarasca por muestreo colectada en el pastizal de *P. maximum*.

Table 1. Litter quantity per sampling collected in the *P. maximum* pastureland.

Período de colecta	Hojarasca acumulada (kg MS/ha/día)
Febrero-marzo	7,84 ^a
Marzo-abril	8,83 ^a
Abril-mayo	5,60 ^b
Mayo-junio	8,82 ^a
Junio-diciembre	3,07 ^c
Diciembre-abril	7,83 ^a
EE ±	0,74***

a,b,c Medias con letras diferentes entre filas difieren significativamente P<0,05 (Duncan, 1955)

*** P<0,001

Tabla 2. Factores climáticos durante el período experimental.
Table 2. Climatic factors during the experimental period.

Período de colecta	Temperatura media (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Días con lluvias
Febrero-marzo	23,32	82,17	32,3	4,94	16
Marzo-abril	23,87	78,89	123,4	5,66	7
Abril-mayo	24,47	77,18	296,4	6,59	11
Mayo-junio	25,97	81,62	247,9	5,89	13
Junio-diciembre	25,15	83,22	780,5	4,51	75
Diciembre-abril	21,33	76,09	61,3	5,69	21

rollo vegetativo, influido por las temperaturas más altas y las abundantes precipitaciones, con una menor senescencia de su follaje. Precisamente, esta es una de las especies de pasto que logra una mayor efectividad en su actividad fotosintética (Alonso, 2004) cuando las condiciones de luz, temperatura y humedad son más favorables.

Los altos valores del coeficiente de correlación hallados entre las precipitaciones y los días con lluvias y la hojarasca acumulada (tabla 3), indican la estrecha relación que existe entre estas variables. Los valores negativos de estas correlaciones señalan que en la medida que aumentan los valores de estos dos factores climáticos, disminuye la acumulación de hojarasca.

El efecto que producen las abundantes lluvias pudo favorecer el lavado de los compuestos más hidrosolubles en la hojarasca. Además, en estas condiciones la actividad de los organismos

which accelerates remarkably the decomposition and thus decreases the litter accumulated in this pastureland.

Similar behavior was found by Solórzano, Arends and Escalante (1998); Rezende, Cantarutti, Braga, Gomide, Pereira, Ferreira, Tarré, Macedo, Alves, Urquiaga, Cadisch, Giller and Boddey (1999) and Sandoval (2006) in grasslands in Venezuela, Brazil and Nicaragua, respectively.

The knowledge of the nutrient concentration in plant litter is very important, because these plant residues that are produced on the soil surface, contribute in an important way to nutrient flow (Thomas and Asakawa, 1993; Crespo and Pérez, 1999).

The chemical analysis of the litter is shown in table 4. This chemical composition can indicate that decomposition must occur slowly, due to its low N content (Tian, Brusaard and Kang, 1993; Thomas and Asakawa, 1993). According to Xu, Tang and Chen (2006) the chemical composition of the litter plays an important role in the initial stage of decomposition.

Silvopastoral system

The annual litter production in the *P. maximum*-*L. leucocephala* system during the experimental period was 12,49 t DM ha⁻¹ year⁻¹, where *L. leucocephala* contributed 72,8% of the total litter (table 5).

It is very important that leucaena trees make an additional litter contribution in this type of pastureland under silvopastoral system conditions, because the N content of this litter is higher than that of grasses (Alonso, 2004); this propitiates

Tabla 3. Coeficientes de correlación (r) entre los factores climáticos y la producción de hojarasca en el pastizal de *P. maximum*.

Table 3. Correlation coefficients (r) between climatic factors and litter production in the *P. maximum* pastureland.

Factor climático	r
Temperatura máxima	-0,458
Temperatura mínima	-0,334
Temperatura media	-0,373
Humedad relativa	-0,281
Precipitación	-0,873*
Evaporación	0,369
Días con lluvias	-0,842*

* P<0,05

detritívoros y descomponedores es mayor (Martín, 1995; Decaens, Jiménez, Barros, Chauvel, Blanchart, Frago y Lavelle, 2004), lo cual acelera notablemente la descomposición y, por tanto, disminuye la hojarasca que se acumula en este pastizal.

Similar comportamiento encontraron Solórzano, Arends y Escalante (1998); Rezende, Cantarutti, Braga, Gomide, Pereira, Ferreira, Tarré, Macedo, Alves, Urquiaga, Cadisch, Giller y Boddey (1999) y Sandoval (2006) en pastizales de gramíneas en Venezuela, Brasil y Nicaragua, respectivamente.

El conocimiento de la concentración de nutrientes en la hojarasca de las plantas es de gran importancia, ya que estos residuos vegetales que se producen sobre la superficie del suelo, contribuyen de forma importante en el flujo de los nutrientes (Thomas y Asakawa, 1993; Crespo y Pérez, 1999).

El análisis químico de la hojarasca se muestra en la tabla 4. Esta composición química puede indicar que la descomposición debe ocurrir lentamente, debido a su bajo contenido de N (Tian, Brussaard y Kang, 1993; Thomas y Asakawa, 1993). Según Xu, Tang y Chen (2006) la composición química de la hojarasca desempeña un importante papel en la etapa inicial de descomposición.

Sistema silvopastoril

La producción anual de hojarasca en el sistema *P. maximum*-*L. leucocephala* durante el pe-

the fast attack of the soil organisms that produce the quickest decomposition of its organic matter, which will be an important source of nutrients, that will be placed at the disposition of the herbaceous stratum when the biogeochemical cycle of the nutrients it contains is completed (Crespo and Fraga, 2006).

The quantity of accumulated litter of the herbaceous stratum showed the lowest value during the June-December period (table 6). This behavior occurred also in the Guinea grass pastureland and the causes were analyzed above. Nevertheless, it is observed that the drop of accumulated litter was not so remarkable as in the previous case and this could have been due to the favorable influence exerted by the tree on the herbaceous stratum, because one of its advantages is just the higher capacity of extracting water from the deepest layers of the soil, besides creating a favorable microclimate that causes that the combined action of sun radiation and winds is lower on it, which favors the higher conservation of moisture and improves ecologically the pastureland conditions (Lok, 2005).

When applying the correlation of Pearson (table 7) the negative and statistically significant dependence between litter production and rainfall distribution was observed, which coincides with the findings in the Guinea grass pastureland without trees, and which was attributed mainly to the effect produced by this climatic factor on decomposition.

Tabla 4. Composición química de la hojarasca en el pastizal de *P. maximum*.
Table 4. Chemical composition of the litter in the *P. maximum* pastureland.

Indicador	Media % base seca	DS	CV (%)
Nt	1,00	0,03	3,27
P	0,17	0,03	19,31
Ca	84,83	0,94	1,11
Celulosa	62,13	0,70	1,13
Hemicelulosa	13,78	0,57	4,16
Contenido celular	39,24	0,61	1,55
FND	1,00	0,06	5,85
FAD	22,70	0,64	2,83
Lignina	15,17	0,94	6,19
Lignina:Nt	13,78	0,57	4,16

río experimental fue de 12,49 t de MS ha⁻¹año⁻¹, donde *L. leucocephala* aportó el 72,8% de la hojarasca total (tabla 5).

Constituye un hecho de mucha importancia que los árboles de leucaena hagan un aporte adicional de hojarasca en este tipo de pastizal en silvopastoreo, ya que el contenido de N de esta hojarasca es mayor que en las gramíneas (Alonso, 2004); ello propicia el rápido ataque de los organismos del suelo que producen la descomposición más rápida de su materia orgánica, la que será una importante fuente de nutrientes, que pondrá a disposición del estrato herbáceo cuando se complete el ciclo biogeoquímico de los nutrientes que contiene (Crespo y Fraga, 2006).

La cantidad de hojarasca acumulada del estrato herbáceo de *P. maximum* presentó el menor valor durante el período junio-diciembre (tabla 6). Este comportamiento ocurrió también en el pastizal de guinea y las causas fueron analizadas anteriormente. No obstante, se nota que la caída del valor de hojarasca acumulada no fue tan marcada como en el caso anterior y esto pudo deberse a la influencia favorable que ejerce el árbol en el estrato herbáceo, porque precisamente una de sus ventajas es la mayor capacidad de extracción de agua de las capas más profundas del suelo, además de crear un microclima favorable que hace que la acción combinada de la radiación solar y los vientos sea menor sobre este, lo cual favorece la mayor conservación de la humedad y mejora ecológicamente las condiciones del pastizal (Lok, 2005).

Al aplicar la correlación de Pearson (tabla 7) se evidenció la dependencia negativa y estadísticamente significativa, entre la producción de hojarasca y la distribución de las precipitaciones, comportamiento que coincide con lo

The characterization of the chemical composition in the litter of the herbaceous stratum (Guinea grass) in this system (table 8) indicates that the numerical numbers are not much different from those obtained in the litter accumulated by the Guinea grass pastureland as monocrop. Although the nutrient content in the Guinea grass plants in the silvopastoral system with leucaena is usually higher than the monocrop (Belsky, 1992; Carvalho, Freitas, Almeida and Villaca, 1994; Carvalho, Freitas and Andrade, 1995; Alonso, 2004), it was not so in this experiment. Maybe it will be necessary to obtain a higher number of samples in order to know more accurately the litter composition in this system with trees.

On the other hand, among the components of the litter accumulated by *L. leucocephala* (table 9), the leaves represented the highest percentage, followed by the stems and pods. The low contribution of pods in the litter was because seed harvests of this legume were carried out in the system.

According to Martius, Höfer, García, Rombke and Hanazarth (2004) in most trees the leaves represent the highest fraction of the fallen litter (60-85%); however, this can vary among species. Thus, Crespo and Fraga (2002) found that the pods constituted 52,8% of the total litter produced in the year by the tree *Albizia lebbek*; while in *Cajanus cajan* the leaves represented the highest percentage, with 86,6% of the total collected per tree.

When applying the correlation of Pearson between litter production and climatic factors (table 10) a negative and statistically significant dependence was observed between the production of components (leaves, stems and total biomass) and the minimum temperature.

Tabla 5. Producción de hojarasca en el sistema silvopastoril.
Table 5. Litter production in the silvopastoral system.

	<i>P. maximum</i>	<i>L. leucocephala</i>	Total
Hojarasca acumulada (t MS/ha/año)	3,40	9,10	12,50
DS	1,06	4,06	-
CV, %	31,27	44,62	-

Tabla 6. Cantidad de hojarasca de *P. maximum* por muestreo colectada en el sistema silvopastoril.

Table 6. Litter quantity of *P. maximum* per sampling collected in the silvopastoral system.

Período de colecta	Hojarasca acumulada (kg MS/ha/día)
	Media
Febrero-marzo	9,19 ^{ab}
Marzo-abril	11,26 ^a
Abril-mayo	8,98 ^{ab}
Mayo-junio	9,61 ^b
Junio-diciembre	5,58 ^c
Diciembre-abril	8,26 ^b
EE ±	0,62***

a,b,c Medias con letras diferentes difieren a $p < 0,05$ (Duncan, 1955)

*** $P < 0,001$

Tabla 7. Coeficientes de correlación (r) entre los factores climáticos y la producción de hojarasca de *P. maximum* en el sistema silvopastoril.

Table 7. Correlation coefficients (r) between climatic factors and litter production from *P. maximum* in the silvopastoral system.

	Hojarasca acumulada
Temperatura máxima	-0,299
Temperatura mínima	-0,303
Temperatura media	-0,013
Humedad relativa	-0,343
Precipitación	-0,771
Evaporación	0,549
Días con lluvias	-0,916*

* $P < 0,05$

hallado en el pastizal de guinea sin árboles, y que se atribuyó principalmente al efecto que este factor climático produce en la descomposición.

La caracterización de la composición química en la hojarasca del estrato herbáceo (guinea) en este sistema (tabla 8) indica que los valores numéricos no se diferencian mucho de los obtenidos en la hojarasca que acumuló el pastizal de guinea en monocultivo. Aunque el contenido de nutrientes en las plantas de guinea en el sistema silvopastoril con leucaena suele ser mayor que cuando se encuentra en monocultivo (Belsky, 1992; Carvalho, Freitas, Almeida y Villaca, 1994;

This relationship could explain the production performance of the different litter components between collection dates (figure 1). In general, the highest values occurred during the period comprised between December and January, which coincides with the natural fall of leaves that is produced in that period of the year, in which the lowest temperatures and soil humidity prevail (table 11).

Sandhu, Sinha and Ambasht (1990) reported that the litter production of *L. leucocephala* in India was 10 t ha⁻¹ and found an inverse relationship between the litter fall and the rainy season, and also that the highest quantity coincided with the dry season. Similar performance was indicated by Álvarez-Sánchez and Guevara (1993); Natarajan and Paliwal (1995) and Jamaludheen and Kumar (1999).

Concerning the chemical composition of the litter produced by leucaena in this silvopastoral system, the N and Ca contents in its components leaves and pods were found to be numerically higher than in the component stems (table 12). Such performance was also indicated by Guodao, Houming, Yinen and Huaxian (1994) and by Wencomo (2006), and it is acknowledged that it allows the faster decomposition rate of these two litter fractions in the soil (Jamaludheen and Kumar, 1999).

In general, the results showed that in both pasturelands Guinea grass accumulated a lower litter quantity during the June-December period, stage in which its highest vegetative development occurs. In leucaena the highest litter production occurs in the December-January period, associated to the natural fall of its leaves that is produced due to the lower temperatures and the scarce humidity in the soil. In the silvopastoral system the leucaena litter represented the highest weight percentage within the total production, with a nitrogen and calcium content higher than that of the litter from the herbaceous stratum.

In Guinea grass rainfall was the climatic factor that showed higher negative correlation with litter production in both systems, and in leucaena the highest negative correlation was found with minimum temperature.

--End of the English version--

Tabla 8. Composición química de la hojarasca de *P. maximum* en el sistema silvopastoril.

Table 8. Chemical composition of the *P. maximum* litter in the silvopastoral system.

Indicador	X	DS	CV (%)
Nt	1,08	0,09	8,65
P	0,19	0,01	4,78
Ca	83,27	0,49	0,59
Celulosa	60,50	0,80	1,33
Hemicelulosa	11,93	0,64	5,35
Contenido celular	37,90	0,65	1,71
FND	1,01	0,07	6,60
FAD	22,78	0,95	4,16
Lignina	16,73	0,49	2,93
Lignina:Nt	11,12	0,55	4,95

Carvalho, Freitas y Andrade, 1995; Alonso, 2004), esto no ocurrió así en el presente experimento. Quizás sea necesario obtener un mayor número de muestras para conocer con mayor exactitud la composición de la hojarasca en este sistema con árboles.

Por su parte, entre los componentes de la hojarasca acumulada por *L. leucocephala* (tabla 9) las hojas representaron el mayor porcentaje, seguido de los tallos y las vainas. La baja contribución de las vainas en la hojarasca se debió a que se realizaron cosechas de semillas de esta leguminosa en el sistema.

Según Martius, Höfer, García, Rombke y Hanazarth (2004) en la mayoría de las plantas arbóreas las hojas representan la fracción mayor de la hojarasca caída (60-85%); sin embargo, esto puede variar entre especies. Así, Crespo y Fraga (2002) encontraron que las vainas constituyeron el 52,8% de la hojarasca total producida en el año por el árbol *Albizia lebbbeck*; mientras que en *Cajanus cajan* las hojas representaron

el mayor porcentaje, con 86,6% del total recolectado por árbol.

Al aplicar la correlación de Pearson entre la producción de hojarasca y los factores climáticos (tabla 10) se evidenció una dependencia negativa y estadísticamente significativa, entre la producción de los componentes (hojas, tallos y biomasa total) y la temperatura mínima.

Esta relación pudiera explicar el comportamiento de la producción de los diferentes componentes de la hojarasca de *L. leucocephala* entre las fechas de recolección (figura 1). De forma general, los mayores valores ocurrieron durante el período comprendido entre diciembre y enero, que coincide con la caída natural de las hojas que se produce en esta etapa del año, donde prevalecen las temperaturas y la humedad del suelo más bajas (tabla 11).

Sandhu, Sinha y Ambasht (1990) reportaron que la producción de hojarasca de *L. leucocephala* en la India fue de 10 t ha⁻¹ y encontraron una relación inversa entre la caída de

Tabla 9. Composición de la hojarasca producida por *L. leucocephala*.

Table 9. Composition of the litter produced by *L. leucocephala*.

Componente	Hojarasca acumulada (t de MS/ha/año)	DS	CV (%)
Hojas	7,69	3,46	45,20
Tallos	1,09	0,49	44,87
Vainas	0,32	0,16	48,53
Biomasa total	9,10	4,06	44,62

la hojarasca y el período lluvioso, así como que la mayor cantidad coincidió con el período menos lluvioso. Similar comportamiento señalaron Álvarez-Sánchez y Guevara (1993); Natarajan y Paliwal (1995) y Jamaludheen y Kumar (1999).

En lo referente a la composición química de la hojarasca que produjo la leucaena en este sistema silvopastoril, se encontró que los contenidos de N y Ca en sus componentes hojas y vainas fueron numéricamente mayores que en el componente tallos (tabla 12). Tal comportamiento también fue señalado por Guodao, Houming, Yinen y Huaxian (1994) y por Wencomo (2006), y se reconoce que ello posibilita la tasa de descomposición más rápida de estas dos fracciones de la hojarasca en el suelo (Jamaludheen y Kumar, 1999).

De forma general, los resultados demostraron que en ambos pastizales la guinea acumuló una menor cantidad de hojarasca durante el período junio-diciembre, etapa en la que se produce su mayor desarrollo vegetativo. En la leucaena la mayor producción de hojarasca ocurre en el período de diciembre a enero, asociada con la caída natural de sus hojas que se produce por efecto de las temperaturas más bajas y la escasa humedad en el suelo. En el sistema silvopastoril la hojarasca de leucaena representó el mayor porcentaje de peso dentro de la producción total, con un contenido más alto de nitrógeno y de calcio que el de la hojarasca del estrato herbáceo. En la guinea la lluvia fue el factor climático que mayor correlación negativa presentó con la pro-

ducción de hojarasca en ambos sistemas, y en la leucaena la mayor correlación negativa se encontró con la temperatura mínima.

Referencias bibliográficas

- Academia de Ciencias de Cuba. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. 41
- Alonso, J. 2004. Factores que intervienen en la producción de biomasa durante el manejo del sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Perú) y guinea (*P. maximum*). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p.120
- Álvarez-Sánchez, J. & Guevara, S. 1993. Litterfall dynamics in a Mexican lowland tropical rain forest. *Trop. Ecol.* 34:127
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C
- Bardgett, R.D. & Walker, L.R. 2004. Impact of coloniser plant species on the development of decomposer microbial communities following deglaciation. *Soil Biology & Biochemistry.* 36:555
- Belsky, A.J. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understory gramineous forage in tropical savannas. *Tropical Grasslands.* 12:26
- Bruce, R.C. & Ebershon, J.P. 1982. Litter measurements in two grazed pastures in south-east Queensland. *Tropical Grasslands.* 16:180
- Carvalho, M.M.; Freitas, V.P.; Almeida, D.S. & Villaca, H.A. 1994. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição química da forragem de pastagens de braquiária. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa. 23:709
- Carvalho, M.M.; Freitas, V.P. & Andrade, A. C.1995. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais

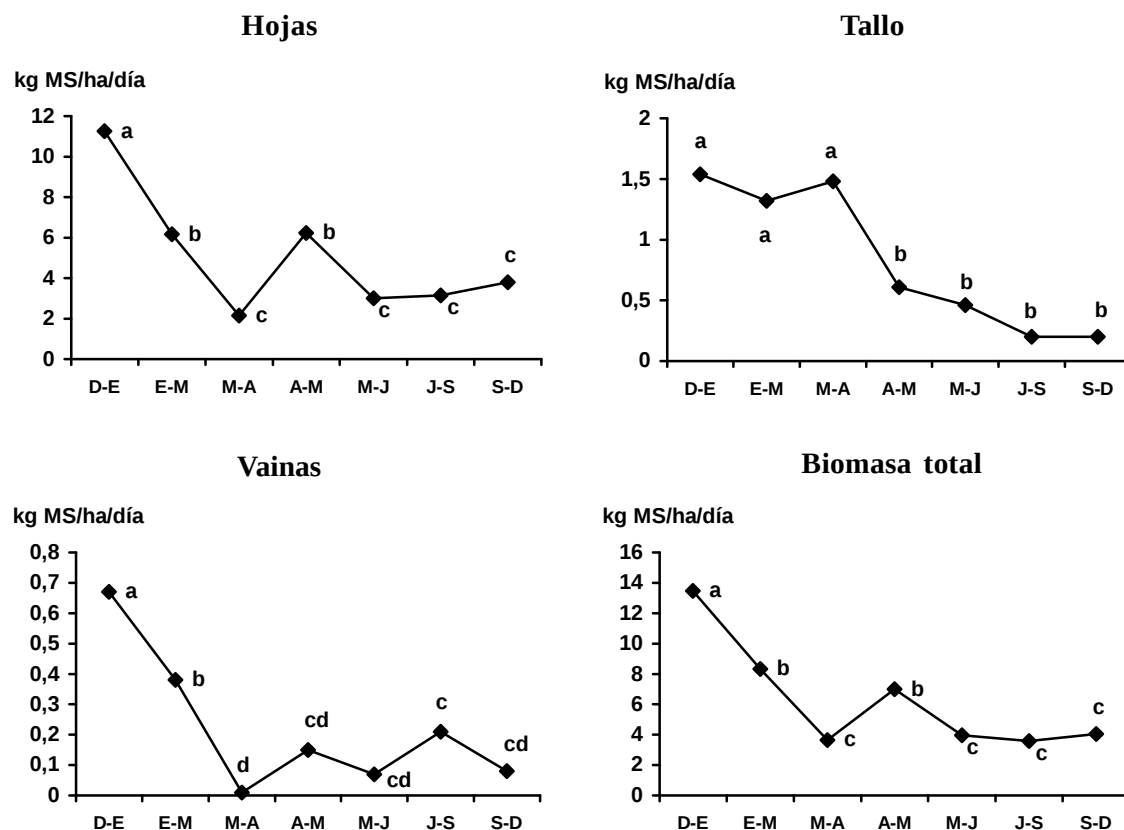
Tabla 10. Coeficientes de correlación (r) entre los factores climáticos y la producción de hojarasca de *L. leucocephala*.

Table 10. Correlation coefficients (r) between climatic factors and litter production in *L. leucocephala*.

	Biomasa total	Hojas	Tallos	Vainas
Temperatura máxima	-0,768	-0,687	-0,704	-0,473
Temperatura mínima	-0,884**	-0,771*	-0,871*	-0,685
Temperatura media	-0,563	-0,415	-0,715	-0,508
Humedad relativa	0,197	0,201	-0,073	0,560
Precipitaciones	-0,613	-0,549	-0,728	-0,547
Evaporación	-0,464	-0,446	-0,266	-0,643

*P<0,05

** P<0,01



Letras distintas difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

D-E: Diciembre-enero, E-M: Enero-marzo, M-A: Marzo-abril, A-M: Abril-mayo,

M-J: Mayo-julio, J-S: Julio-septiembre, S-D: Septiembre-diciembre

Fig. 1. Comportamiento de la producción de los componentes de la hojarasca de *L. leucocephala* en las diferentes colectas.

Fig.1. Performance of the production of the litter components of *L. leucocephala* in the different collections.

Tabla 11. Factores climáticos durante las colectas de hojarasca de *L. leucocephala*.

Table 11. Climatic factors during the collections of *L. leucocephala* litter.

Período de colecta	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	Días con lluvias
	máxima	mínima	media				
Diciembre-enero	27,04	14,16	20,33	84,47	42,2	3,33	4
Enero-marzo	27,97	13,89	20,44	81,84	32,7	4,30	6
Marzo-abril	31,58	17,55	24,11	78,95	141,7	5,73	7
Abril-mayo	31,86	17,64	30,29	77,18	278,1	6,62	10
Mayo-julio	32,89	20,87	26,13	82,00	494,3	5,52	31
Julio-septiembre	37,58	20,75	29,16	83,15	314,7	5,21	27
Septiembre-diciembre	30,6	20,51	23,91	83,28	174,4	3,87	30

Tabla 12. Composición química de la hojarasca de *L. leucocephala* en el sistema silvopastoril (% base seca).Table 12. Chemical composition of the *L. leucocephala* litter in the silvopastoral system (% dry base).

Componente	Indicador	X	DS	CV (%)
Hojas	Nt	3,31	0,24	7,22
	P	0,14	0,01	7,53
	Ca	3,84	0,22	5,78
	FND	64,55	1,08	1,68
	FAD	60,78	0,73	1,20
	Lignina	26,94	0,90	3,36
	Celulosa	35,17	0,68	1,94
	Hemicelulosa	3,77	1,19	31,52
	Contenido celular	35,45	1,08	3,05
	Lignina:Nt	8,19	0,70	8,58
Tallos	Nt	1,66	0,11	6,50
	P	0,17	0,02	12,41
	Ca	1,83	0,11	6,16
	FND	81,32	0,90	1,10
	FAD	64,43	0,40	0,62
	Lignina	21,22	0,37	1,73
	Celulosa	42,63	0,42	0,98
	Hemicelulosa	16,89	0,98	5,80
	Contenido celular	18,68	0,90	4,79
	Lignina:Nt	12,81	0,92	7,16
Vainas	Nt	2,88	0,09	3,13
	P	0,22	0,02	7,87
	Ca	1,75	0,06	3,35
	FND	70,58	0,56	0,79
	FAD	66,73	0,60	0,90
	Lignina	22,50	0,37	1,64
	Celulosa	43,22	0,11	0,26
	Hemicelulosa	3,85	1,14	29,70
	Contenido celular	29,42	0,56	1,90
	Lignina:Nt	7,81	0,27	3,39

em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Pasturas Tropicais*. 17:24

- Crespo, G. & Fraga, S. 2002. Nota técnica acerca del aporte de hojarasca y nutrientes al suelo por las especies *Cajanus cajan* (L) Millsp y *Albizia lebbbeck* (L). Benth en sistemas silvopastoriles. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 36:397
- Crespo, G. & Fraga, S. 2006. Avances en el conocimiento del reciclaje de los nutrientes en sistemas silvopastoriles. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sos-

tenible. Centro de Convenciones "Plaza América". Varadero, Cuba. p. 104

- Crespo, G. & Pérez, A.A. 1999. Significado de la hojarasca en el reciclaje de los nutrientes en los pastizales permanentes. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:349
- Crespo, G.; Rodríguez, I.; Ortiz, J.; Torres, V. & Cabrera, C. 2005. El reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal. Una contribución al conocimiento científico en Cuba. (Eds. G. Crespo e Idalmis Rodríguez). Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 86 p.
- Decaëns, T.; Jiménez, J.J.; Barros, E.; Chauvel, A.; Blanchart, E.; Fragoso, C. & Lavelle, P. 2004. Soil

- macrofaunal communities in permanent pastures derived from tropical forest or savanna. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 103:301
- Donoso, C. 1993. Producción de semillas y hojarasca de las especies del tipo forestal alerce (*Fitzroya cupressoides*) de la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile. **Revista Chilena de Historia Natural**. 66:53
- Guodao, L.; Houming, J.; Yinen, X. & Huaxian, H. 1994. Development of *Leucaena* in China. In: *Leucaena: Opportunities and limitations*. (Eds. H.M. Shelton, C.M. Piggan and J.L. Brewbaker). Australian Centre for International Agriculture Research, Australia. p. 177
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E.; Ruíz, J.; Salgado, E.J.; Marsán, R.; Obregón, A.; Torres, J.M.; González de la Torre, J.E.; Orellana, R.; Paneque, J.; Nápoles, P.; Fuentes, E.; Duran, J.L.; Peña, J.; Cid, G.; Ponce de León, D.; Hernández, M.; Frometa, E.; Fernández, L.; Carcés, N.; Morales, M.; Suárez, E.; Martínez, E. & Ruíz de León, J.M. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. p. 26
- Herrera, R.S. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad del rebrote en la calidad del pasto Bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* vc Coast cross 1). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 145
- InfoStat. 2001. Software estadístico. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina
- Jamaludhee, V. & Kumar, M.B. 1999. Litter of multipurpose tree in Kerala, India: Variations in the amount, quality, decay rates and the release of nutrients. **Forest Ecology and Management**. 115:1
- Keenan, R.J.; Prescott, C.E. & Kimmins, J.P. 1995. Litter production and nutrient resorption in western red cedar and western hemlock forest on northern Vancouver Island, British Columbia. **Can. J. For. Res.** 25:1850
- Kolmans, E. & Vásquez, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Maela-SIMAS. Nicaragua. 222 p.
- Lok, S. 2005. Estudio y selección de indicadores de la estabilidad en el sistema suelo-planta de pastizales en explotación. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 130 p.
- Martín, A.E. 1995. Reciclado de bioelementos a través de la hojarasca en ecosistemas forestales de la Sierra de Gata. Sistema Central Español. Universidad de Salamanca-Facultad de Ciencias Químicas, España
- Martius, C.; Höfer, H.; García, M.V.B.; Römbke, J. & Hanagarth, W. 2004. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. In: *Nutrient cycling in agroecosystems*. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 137 p.
- Natarajan, K. & Paliwal, K. 1995. Photosynthesis by *Leucaena leucocephala* during water stress. **Nitrogen Fixing Tree Research Reports**. 13:79
- Palm, C.A. & Sánchez, P.A. 1991. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil Biology and Biochemistry**. 23:83
- Porazinska, D.L.; Bardgett, R.D.; Blaauw, M.B.; Hunt, W.; Parsons, A.N.; Seastedt, T.R. & Wall, D. 2003. Relationships at the aboveground– belowground interface: plants, soil biota, and soil processes. **Ecological Monographs**. 73:377
- Rezende, C.P.; Cantarutti, R.B.; Braga, J.M.; Gomide, J.A.; Pereira, J.M.; Ferreira, E.; Tarré, R.; Macedo, R.; Alves, B.J.; Urquiaga, S.; Cadisch, G.; Giller, K.E. & Boddey, R.M. 1999. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**. 54:99
- Sandhu, J.; Sinha, M. & Ambasht, R.S. 1990. Nitrogen release from decomposition litter of *Leucaena leucocephala* in the dry tropics. **Soil. Biol. Biochem.** 22:859
- Sandoval, I.E. 2006. Producción de hojarasca y reciclaje de nutrientes de dos especies arbóreas y dos gramíneas en pasturas de Muy, Muy, Nicaragua. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 160
- Santa Regina, I.; Rapp, M.; Martin, A. & Gallardo, J. 1997. Nutrient release dynamics decomposing leaf litter in two Mediterranean deciduous oak species. **Annals of Forest Science**. 54:747
- Solórzano, N.; Arends, E. & Escalante, E. 1998. Efectos del Saman (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill) sobre la fertilidad del suelo en un pastizal de *Cynodon nlemfuensis* (Vanderyst) en Portuguesa. **Revista Forestal Venezolana**. 42:149
- Thomas, R.J. 1992. The role of the legume in the nitrogen cycle of productive and sustainable pastures. **Grass and Forage Science**. 47:133

- Thomas, R.J. & Asakawa, M.M. 1993. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*. 25:1351
- Tian, G.; Brussaard, L. & Kang, B.T. 1993. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: Effect on soil fauna. *Soil Biology and Biochemistry*. 5:731
- Van Soest, P.J. & Wine, R.H. 1968. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*. 51:780
- Vitousek, P. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology*. 65:285
- Wencomo, Hilda B. 2006. Comportamiento de la comunidad vegetal con la inclusión de especies de *Leucaena*. Memorias. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. Centro de Convenciones "Plaza América", Varadero, Cuba. p. 21
- Xu, J.M.; Tang, C. & Chen, Z.L. 2006. Chemical composition controls residue decomposition in soils differing in initial pH. *Soil Biology and Biochemistry*. 38:544

Recibido el 15 de julio del 2007
Aceptado el 13 de agosto del 2007

Académicas

El 10 de julio del 2007 el MVZ Yuván Contino Esquijerosa, investigador de la EEPF "Indio Hatuey", defendió exitosamente su tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes, con el tema "Estudio de la inclusión del follaje fresco de la *Morus alba* Linn var. Acorazonada en dietas porcinas".

En la revisión bibliográfica se abordan aspectos de interés relacionados con el origen y la utilización de *M. alba*, estudios agronómicos y calidad nutritiva de esta especie, así como con la conservación del follaje arbóreo, el sistema digestivo del cerdo y su microflora y la respuesta animal, entre otros.

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del follaje fresco de morera como sustituto parcial del concentrado comercial en los cerdos.

El desarrollo de esta tesis permitió determinar que la inclusión del follaje de morera no interfiere en el comportamiento de los indicadores productivos, y que la sustitución parcial del concentrado por follaje de morera contribuye a disminuir los costos de producción.

Dra. Marta Hernández Chavez