

Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. II. Influencia de los factores climáticos

Litter decomposition in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. II. Influence of climatic factors

Saray Sánchez¹, G. Crespo² y Marta Hernández¹

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: saray.sanchez@indio.atenas.inf.cu

²Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba

Resumen

Con el objetivo de determinar la descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* y su relación con algunos factores del clima, se realizó este experimento en la EEPF "Indio Hatuey". La descomposición de la hojarasca se determinó como la pérdida de biomasa a través del tiempo, con relación al peso inicial. Para el estudio de la dinámica de la descomposición se utilizó el método de bolsas de hojarasca (*litter bags*); se registró diariamente el comportamiento de la temperatura media, la humedad relativa, la precipitación y los días con lluvias, en la estación meteorológica situada a 1 km del área experimental. Se utilizó el análisis de correlación y regresión para conocer la interrelación entre las variables y los modelos de mejor ajuste. Se consideró, como variables independientes, los factores climáticos estudiados, y como variable dependiente el porcentaje de biomasa perdida. De forma general, los resultados demostraron que el comportamiento de la descomposición de la hojarasca, tanto en la guinea como en la leucaena, estuvo relacionado con los factores climáticos que prevalecieron durante el período experimental y, por tanto, es posible explicar este proceso en ambos pastizales a partir de la acción conjunta de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación.

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

Abstract

With the objective of determining the litter decomposition in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* and its relationship to some climate factors, this trial was conducted at the EEPF "Indio Hatuey". Litter decomposition was determined as the loss of biomass through time, with regards to initial weight. For studying the decomposition dynamics the method of litter bags was used; the performance of mean temperature, relative humidity, rainfall and days with rain, was daily recorded at the meteorological station located 1 km away from the experimental area. The correlation and regression analysis was used to learn the interrelation between the variables and the best adjustment models. The studied climatic factors were considered independent variables, and the lost biomass percentage was considered a dependent variable. In general, the results showed that the performance of litter decomposition, in Guinea grass as well as leucaena, was related to the climatic factors that prevailed during the experimental period and, thus, it is possible to explain this process in both pasturelands from the joint action of temperature, relative humidity and rainfall.

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

Introducción

En la actualidad notaba 1 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. 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 importantísimo papel hidrológico y antierosivo, y atenúa las bruscas fluctuaciones de la humedad en la superficie del suelo (Kolmans y Vásquez, 1996; Porazinska *et al.*, 2003; Bardgett y Walker, 2004; Crespo y Fraga, 2006).

Numerosos autores coinciden en señalar que los factores climáticos influyen en el proceso de descomposición de la hojarasca de las diferentes especies vegetales y, en especial, identifican que la temperatura y las precipitaciones son los indicadores de mayor importancia (Brown *et al.*, 1994; Mctierman *et al.*, 2003).

Por lo antes expuesto, el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham y su relación con algunos factores del clima, entre los que se encuentran la temperatura media, la humedad relativa, la precipitación y los días con lluvias

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).

La investigación se inició en febrero del 2004 y se extendió hasta septiembre de ese año. La descomposición de la hojarasca se determinó como la pérdida de la biomasa a través del tiempo, con relación al peso inicial (Liu *et al.*, 2000).

Para el estudio de la dinámica de la descomposición se utilizó el método de bolsas de hojarasca (*litter bags*), de Caldentey *et al.* (2001). Las bolsas medían 10 x 10 x 10 cm, con poros de 1 cm de diámetro, lo cual permite el acceso de un amplio rango de la biota edáfica hacia al interior. Se distribuyeron al azar 40 bolsas que contenían hojarasca de *P. maximum* y 40 de *L. leucocephala*. En cada bolsa se colocaron 20 g de hojarasca (base seca) previamente colectada. Las bolsas se enumeraron, se situaron de manera que toda su superficie estuviera en contacto con el horizonte orgánico y se fijaron al suelo mediante estacas metálicas.

Durante el período de estudio (210 días) se registró diariamente el comportamiento de la temperatura mínima, máxima y media, la humedad relativa, la evaporación y las precipitaciones, en la estación meteorológica situada a 1 km del área experimental.

Análisis matemático. Se realizó un análisis de varianza según el modelo lineal de clasificación simple. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) en los casos necesarios.

Se utilizó el análisis de correlación y regresión para conocer la interrelación entre las variables y los modelos de mejor ajuste. Se consideraron como variables independientes los factores climáticos, y como variable dependiente la biomasa perdida (%).

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

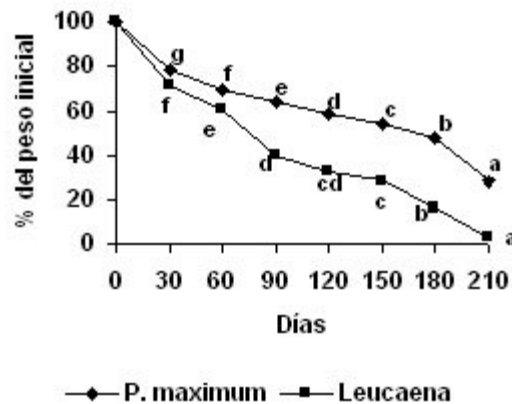
Como norma de selección del modelo de mejor ajuste, los criterios de selección según Guerra *et al.* (2003) fueron:

- a) Nivel de significación
- b) Coeficiente de determinación, R^2 mayor que 0,70

- c) Varianza residual $V(e)$
- d) Análisis de los residuos (e_i)
- e) Error estándar de los parámetros estimados ES (b_i)

Resultados y Discusión

La dinámica de la descomposición de la hojarasca de la leucaena y de la guinea en el sistema silvopastoril se muestra en la figura 1. La cantidad de material descompuesto fue mayor y ocurrió más rápido en *L. leucocephala*, con diferencias altamente significativas entre los días de descomposición. A los 210 días quedó sin descomponer solo el 3,1% de la hojarasca de leucaena; sin embargo, en similar tiempo la hojarasca de la guinea aún representaba el 28,2% del peso inicial.



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

Fig. 1. Dinámica de la descomposición de la hojarasca en *P. maximum* y *L. leucocephala*.

Fig. 1. Litter decomposition dynamics in *P. maximum* and *L. leucocephala*.

Aunque existen numerosos factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca de las diferentes especies vegetales que componen los ecosistemas, el clima modifica notablemente la naturaleza y la rapidez de la descomposición de los restos vegetales en la superficie del suelo, de modo que ejerce una importante influencia en el tipo y la abundancia de la materia orgánica.

En este sentido, Jansson y Berg (1985) encontraron que los cambios en los factores climáticos pueden dominar las variaciones en la biomasa perdida, con valores de R^2 entre 0,85 y 0,99.

En la tabla 1 se muestra el comportamiento de los factores climáticos que prevalecieron durante el proceso de descomposición.

Tabla 1. Factores climáticos que prevalecieron durante el proceso de descomposición.

Table 1. Climatic factors that prevailed during the decomposition process.

Variable	Días						
	30	60	90	120	150	180	210
Temperatura media, °C	21,44	22,60	24,38	26,04	27,06	26,20	26,76
Humedad relativa media, %	75	73,53	72,32	75,78	80,19	83,65	83,06
Precipitación, mm	23,5	23,1	54,5	68,4	243,3	189,9	165,6
Días con lluvias	5	6	3	11	16	17	16

Se estudiaron diferentes modelos para determinar el efecto de dichos factores en el proceso de descomposición. En este sentido, los modelos que explicaron con mayor bondad de ajuste esta relación presentaron elevados coeficientes de determinación (R^2); sin embargo, la precipitación y la distribución de las lluvias fueron las variables que mostraron la mayor influencia, con una contribución positiva superior al 90% (tablas 2 y 3). Esta acción marcada de las lluvias en el proceso de descomposición puede deberse a su acción directa tanto en la fragmentación de la hojarasca, como en la provisión de la humedad adecuada del sustrato, que unido a la acción de la temperatura puede ofrecer condiciones más favorables para la actividad de la biota, que es la responsable de la descomposición (Smith y Bradford, 2003).

Tabla 2. Mejores ajustes entre el porcentaje de biomasa perdida de *L. leucocephala* y algunos indicadores del clima.

Table 2. Best adjustments between the lost biomass percentage of *L. leucocephala* and some climate indicators.

Indicador	Modelo	Significación	R^2	V(e)	Parámetros		
					β_1	β_2	β_3
Temperatura	Lineal	P<0,01	0,82	134,80	-199,35	10,49	
					$\pm 54,52$	$\pm 2,18$	
Humedad relativa	Lineal	P<0,01	0,77	172,37	-308,75	4,78	
					$\pm 90,00$	$\pm 1,16$	
Precipitación	Cuadrático	P<0,01	0,92	77,93	14,28	0,94	-0,002
					$\pm 9,15$	$\pm 0,23$	$\pm 0,001$
Días lluvias	Lineal	P<0,001	0,95	34,49	6,85	3,89	
					$\pm 5,86$	$\pm 0,38$	

Tabla 3. Mejores ajustes entre el porcentaje de biomasa perdida de *P. maximum* y algunos factores del clima.

Table 3. Best adjustments between the lost biomass percentage of *P. maximum* and some climate factors.

Indicador	Modelo	Significación	R^2	V(e)	Parámetro		
					β_1	β_2	β_3
Temperatura	Lineal	P<0,01	0,82	76,93	-146,83	7,93	
					$\pm 41,19$	$\pm 11,65$	
Humedad relativa	Lineal	P<0,01	0,77	98,38	-229,47	67,99	
					$\pm 67,99$	$\pm 0,87$	
Precipitación	Cuadrático	P<0,01	0,92	44,48	14,57	0,71	-0,002
					$\pm 6,91$	$\pm 0,18$	$\pm 0,007$
Días lluvias	Lineal	P<0,001	0,95	19,68	8,96	2,94	
					$\pm 4,43$	$\pm 0,29$	

En la literatura existen diversos criterios sobre el efecto del clima en el proceso de descomposición de la hojarasca. Así Vanlauwe *et al.* (1997) encontraron que la pérdida de biomasa presentó una mejor correlación con el número de días con lluvias que con la cantidad total de lluvias caídas, aunque estos resultados se

basaron en regímenes de lluvias aplicados artificialmente y no se tomó en consideración el efecto combinado de otras variables climáticas. Por su parte, Brown *et al.* (1994) plantearon que la temperatura explica el proceso de descomposición, en mayor medida que las precipitaciones. Otros autores, por su parte, señalan la humedad como el factor determinante, asociado directamente al lavado de los compuestos más solubles e indirectamente al desarrollo de condiciones favorables a la fauna descomponedora (Jansson y Berg, 1985).

En la presente investigación resulta interesante destacar que cuando se contemplaron los factores climáticos combinados, como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación, el modelo mostró el mejor ajuste (tabla 4). Ello pudiera contribuir a predecir, con determinada exactitud, la hojarasca que se pierde en el pastizal en cierto período de tiempo, por lo que es preciso comprobar este modelo en pastizales, en otras condiciones ambientales.

Tabla 4. Regresión múltiple lineal entre el porcentaje de biomasa perdida en función de algunos factores del clima.

Table 4. Lineal multiple regression between the lost biomass percentage and some climate factors.

Especie de pasto	Ecuación	R ²	Significación	V(ε)
<i>L. leucocephala</i>	$Y = -445,62 + 8,80T(\pm 0,92) + 3,88HR(\pm 0,48) - 0,12P(\pm 0,03)$	0,96	P < 0,05	25,46
<i>P. maximum</i>	$Y = -332,88 + 6,65T(\pm 0,69) + 2,93HR(\pm 0,36) - 0,094P(\pm 0,02)$	0,96	P < 0,05	14,53

Y: Biomasa perdida, % T: Temperatura del aire, °C

HR: Humedad relativa, % P: Precipitación, mm

Estos resultados corroboran la hipótesis de Berg y Laskowski (2005), quienes plantearon que la combinación de la variación de la temperatura y la humedad puede ejercer un mayor efecto y predecir, a partir de ello, el comportamiento de la pérdida de biomasa durante el proceso de descomposición

Conclusiones

De forma general, los resultados demostraron que el comportamiento de la descomposición de la hojarasca, tanto en la guinea como en la leucaena, estuvo relacionado con los factores climáticos que prevalecieron durante el período experimental y, por tanto, es posible explicar este proceso en ambos pastizales a partir de la acción conjunta de la temperatura, la humedad relativa y la precipitación.

Referencias bibliográficas

- Academia de Ciencias de Cuba. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. 41
- 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
- Berg, B. & Laskowski, R. 2005. Litter decomposition: A guide to carbon and nutrient turnover. (Eds. B. Berg & R. Laskowski). Academic Press, New York. 448 p.
- Brown, S. *et al.* 1994. Soil biological processes in tropical ecosystems. In: The Biological management of tropical soil fertility. (Eds. P.L. Woomer & M.J. Swift). John Wiley and Sons, Chichester, UK. p. 120
- Caldentey, J. *et al.* 2001. Litter fluxes and decomposition in *Nothofagus pumilio* stands in the region of Magallanes, Chile. *Forest Ecology and Management*. 148:145
- 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 sostenible. Centro de Convenciones "Plaza América", Varadero, Cuba. p. 104
- Guerra, C.W. *et al.* 2003. Criterios para la selección de modelos estadísticos en la investigación científica. *Rev. cubana Cienc. agric.* 73:3
- Hernández, A. *et al.* 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. p. 26

- InfoStat. 2001. Software estadístico. Manual de usuario. Versión 1. Córdoba, Argentina
- Jansson, P.E. & Berg, B. 1985. Temporal variation of litter decomposition in relation to simulated soil climate. Long term decomposition in a Scots pine forest. *Can. J. Bot.* 63:1008
- Kolmans, E. & Vásquez, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. MAELA-SIMAS. Nicaragua. 222 p.
- Liu, W. *et al.* 2000. Leaf litter decomposition of canopy trees, bamboo and moss in a montane moist evergreen broad-leaved forest on Ailao Mountain, Yunnan, south-west China. *Ecol. Res.* 15:435
- Mctierman, K.B. *et al.* 2003. Changes in chemical composition of *Pinus silvestris* needle litter during decomposition along a European coniferous forest climatic transect. [http:// www.elsevier.com/locate/soibio](http://www.elsevier.com/locate/soibio). [Consulta: 21 de junio 2007].
- Porazinska, D.L. *et al.* 2003. Relationships at the aboveground– belowground interface: plants, soil biota, and soil processes. *Ecological Monographs.* 73:377
- Smith, V.C. & Bradford, M.A. 2003. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. *Applied Soil Ecology.* 24:197
- Vanlauwe, B. *et al.* 1997. Descomposición de four Leucaena and Senna pruning in alley cropping systems under sub-humid tropical conditions. The process and its modifiers. *Soil Biol. Biochemistry.* 29:131

Recibido el 5 de agosto del 2009

Aceptado el 21 de septiembre del 2009

Litter decomposition in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. II. Influence of climatic factors

Saray Sánchez¹, G. Crespo² y Marta Hernández¹

Abstract

With the objective of determining the litter decomposition in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* and its relationship to some climate factors, this trial was conducted at the EEPF "Indio Hatuey". Litter decomposition was determined as the loss of biomass through time, with regards to initial weight. For studying the decomposition dynamics the method of litter bags was used; the performance of mean temperature, relative humidity, rainfall and days with rain, was daily recorded at the meteorological station located 1 km away from the experimental area. The correlation and regression analysis was used to learn the interrelation between the variables and the best adjustment models. The studied climatic factors were considered independent variables, and the lost biomass percentage was considered a dependent variable. In general, the results showed that the performance of litter decomposition, in Guinea grass as well as leucaena, was related to the climatic factors that prevailed during the experimental period and, thus, it is possible to explain this process in both pasturelands from the joint action of temperature, relative humidity and rainfall.

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

Introducción

At present there is no doubt regarding 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 the soil. Its usefulness as ameliorator of the chemical-physical conditions and in the regulation of the daily fluctuation regime of temperature in the soil is well known. Litter also plays an essential hydrological and antierosional role, and attenuates the sharp fluctuations of humidity in the soil surface (Kolmans and Vásquez, 1996; Porazinska *et al.*, 2003; Bardgett and Walker, 2004; Crespo and Fraga, 2006).

Many authors coincide in stating that climatic factors influence the process of litter decomposition of the different plant species and, especially, identify that temperature and rainfall are the most important indicators (Brown *et al.*, 1994; Mctierman *et al.*, 2003).

Due to the above-mentioned reasons, the objective of this work was to determine the litter decomposition in a silvopastoral system of *Panicum maximum* and *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham and its relation to some climate factors, among which are mean temperature, relative humidity, rainfall and days with rains.

Materials and Methods

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

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

The study began in February, 2004 and lasted until September of the same year. Litter decomposition was determined as the biomass loss through time, with regards to initial weight (Liu *et al.*, 2000).

For studying the decomposition dynamics the method of litter bags, proposed by Caldentey *et al.* (2001), was used. The bags measured 10 x 10 x 10 cm, with pores of 1 cm diameter, which allows the access of a wide range of the edaphic biota inside

them. Forty bags containing *P. maximum* and 40 containing *L. leucocephala* were randomly distributed. In each bag 20 g of previously collected litter (dry base) were put. The bags were numbered, placed so that their whole surface was in contact with the organic horizon and fixed to the soil by means of metallic stakes.

During the study period (210 days) the performance of minimum, maximum and mean temperature, relative humidity, evaporation and rainfall was daily recorded at the meteorological station located 1 km away from the experimental area.

Mathematical analysis. A variance analysis was performed according to the simple classification lineal model. Duncan's test (1955) was applied in the necessary cases.

A correlation and regression analysis was made to learn the interrelation between the variables and best adjustment models. The climatic factors were considered independent variables, and the lost biomass (%) was considered dependent variable.

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

As selection norm of the best adjustment model, the selection criteria according to Guerra *et al.* (2003) were:

- a) Significance level
- b) Determination coefficient, R^2 higher than 0,70
- c) Residual variance $V(e)$
- d) Analysis of residues (e_i)
- e) Standard error of the estimated parameters $ES(b_i)$

Results and Discussion

The litter decomposition dynamics of leucaena and Guinea grass in the silvopastoral system is shown in figure 1. The quantity of decomposed material was higher and occurred faster in *L. leucocephala*, with highly significant differences among decomposition days. Two hundred and ten days after the beginning of the experiment only 3,1% of the leucaena litter remained without being decomposed; however, in a similar time the Guinea grass litter still represented 28,2% of the initial weight.

Although there are many biotic and abiotic factors that influence litter decomposition of the different plant species that make up the ecosystems, climate remarkably modifies the nature and rate of the decomposition of plant remains on the soil surface, so that it exerts an important influence on the type and abundance of organic matter.

In this sense, Jansson and Berg (1985) found that the changes in climatic factors can dominate the variations in the lost biomass, with R^2 values between 0,85 and 0,99.

Table 1 shows the performance of the climatic factors that prevailed during the decomposition process.

Different models were studied to determine the effect of climatic factors on the decomposition process. In this sense, the models that with best adjustment explained this relation showed high determination coefficients (R^2); however, rainfall and rain distribution were the variables that showed the highest influence, with a positive contribution higher than 90% (tables 2 and 3). This remarkable action of rains on the decomposition process can be due to their direct action on litter fragmentation as well as on the provision of adequate humidity of the substratum; this together with the action of temperature can offer more favorable conditions for the activity of the biota, which is responsible for decomposition (Smith and Bradford, 2003).

In literature there are different criteria about the effect of climate on the litter decomposition process. Thus Vanlauwe *et al.*, (1997) found that the biomass loss showed a better correlation to the number of days with rain than to the total amount of rainfall, although these results were based on artificially applied rainfall regimes and the combined effect of other climatic variables was not taken into consideration. On the other

hand, Brown *et al.* (1994) claimed that temperature accounts to a higher extent for the decomposition process than rainfall. Other authors mention humidity as the determining factor, directly associated to the leaching of the most soluble compounds and indirectly linked to the development of favorable conditions for the decomposing fauna (Jansson and Berg, 1985).

In this research it is interesting to emphasize that when the combined climatic factors, such as temperature, relative humidity and rainfall were observed, the model showed the best adjustment (table 4). This can contribute to predict, with certain accuracy, the litter that is lost in the pastureland in a certain time period, for which it is necessary to test this model in pasturelands, under other environmental conditions.

These results corroborate the hypothesis stated by Berg and Laskowski (2005), who stated that the combination of temperature and humidity variation can exert a higher effect and predict, from that, the performance of biomass loss during the decomposition process.

Conclusions

In general, the results proved that the performance of litter decomposition, in Guinea grass as well as in leucaena, was related to the climatic factors that prevailed during the experimental period and thus, it is possible to explain this process in both pasturelands from the joint action of temperature, relative humidity and rainfall.