

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

## Descomposición del follaje de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *Morus alba* var. tigríada.

### *Decomposition of the foliage of Leucaena leucocephala* cv. Cunningham associated to *Morus alba* var. tigríada

F. Ruz Suárez<sup>1</sup>, Saray Sánchez Cárdenas<sup>2</sup> y Marta B. Hernández Chávez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación Meteorológica Indio Hatuey

<sup>2</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

Correo electrónico: saray@ihatuey.cu

**RESUMEN:** El presente estudio se diseñó en una parcela experimental donde se utiliza, desde hace diez años, el follaje de *Leucaena leucocephala* (leucaena) como abono verde en el cultivo de *Morus alba* (morera), con el objetivo de determinar la velocidad de descomposición del follaje de la leguminosa y la relación de este proceso con algunos de los factores bióticos y abióticos presentes en el sistema. Para el estudio de la dinámica de la descomposición del follaje se utilizó el método de bolsas de hojarasca (litter bags). El follaje depositado en estas bolsas fue evaluado en seis momentos durante la etapa de estudio, que abarcó dos años. En cada fecha de recolección, a la hojarasca remanente de cada bolsa se le determinó la población de macrofauna mediante la separación manual, según la metodología del Programa de Investigación Internacional “Biología y Fertilidad del Suelo Tropical” (TSBF). La composición taxonómica de la macrofauna asociada al proceso de descomposición del follaje de leucaena estuvo constituida por cuatro Phylum, seis clases y siete órdenes. El 97% de los organismos eran detritívoros y el 3% depredadores. El tipo de bolsa no influyó en la descomposición del follaje y los factores climáticos desempeñaron un rol decisivo en este proceso.

**Palabras clave:** factores climáticos, factores edáficos, leucaena, morera, abono verde, macrofauna

**ABSTRACT:** This study was designed in an experimental plot where the foliage of *Leucaena leucocephala* (leucaena) is being used since ten years ago as green manure in the *Morus alba* (mulberry) crop, in order to determine the decomposition rate of the legume foliage and the relation of this process with some of the biotic and abiotic factors present in the system. For the study of the foliage decomposition dynamics the litter bag method was used. The foliage deposited in these bags was evaluated at six moments during the study stage, which comprised two years. In each recollection date, the macrofauna population was determined on the remnant litter of each bag through manual separation, according to the methodology of the International Research Program “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF). The taxonomic composition of the macrofauna associated to the decomposition process of the leucaena foliage was constituted by four Phyla, six classes and seven orders. From the organisms, 97 % were detritivores and 3 %, predators. The type of bag did not influence the foliage decomposition and the climate factors played a decisive role in this process.

Key words: climate factors, edaphic factors, leucaena, mulberry, green manure, macrofauna

## INTRODUCCIÓN

La morera (*Morus alba*) es un arbusto que ha demostrado poseer excelentes cualidades para ser utilizado en la alimentación de los rumiantes (mayores y menores), debido a que sus elevados niveles de proteína cruda y digestibilidad superan en gran medida a los de los forrajes más empleados en el trópico y solo son comparables con los reportados en los alimentos concentrados (Benavides, 2002; Martín, 2011).

Es por ello que la morera se ha convertido en una especie conocida y utilizada en Cuba y es de gran aceptación por los productores empresariales y los campesinos privados, sobre todo para alimentar especies menores en los diferentes subprogramas pecuarios de la agricultura urbana (Martín, 2012).

Sin embargo, su elevada dependencia de los nutrientes del suelo constituye una limitante para su

utilización, aunque pueden esperarse elevados rendimientos con el uso de los abonos químicos, pero su aplicación es restringida por el alto costo y el efecto ambiental que pueden tener. En este sentido, se han realizado varios estudios relacionados con el empleo de diferentes abonos orgánicos, cuyos resultados son alentadores (Martín *et al.*, 2007).

El empleo de leguminosas arbóreas o herbáceas como abono verde es una alternativa que se debe considerar en la implementación de sistemas sostenibles de producción de morera, como planta forrajera (Sánchez y Reyes, 2011).

En este sentido Reyes *et al.* (2002) recomendaron el uso del follaje de leucaena como abono verde en plantaciones de morera. El conocimiento de los factores bióticos y abióticos que intervienen en los procesos de descomposición del follaje de los abonos verdes, permite hacer un uso más eficiente de estos en los sistemas de producción. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar la dinámica de descomposición, la fauna asociada y la relación de este proceso con algunos factores bióticos y abióticos de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham asociada con *M. alba* var. tigríada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación y características edafoclimáticas del área experimental

La investigación se realizó 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); durante el período 2008-2010.

Las características climáticas durante el desarrollo de la investigación se muestran en la tabla 1.

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental se clasifica como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández *et al.*, 1999), de topografía plana, el cual predomina en el 15% (aproximadamente) de la superficie del país. Algunas características químicas son: MO 3,43%; pH 5,80; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1,60 mg /100g y K<sub>2</sub>O 5,70 mg /100g de suelo.

### Descripción y manejo del área experimental

La parcela experimental contó con una asociación de leucaena con morera en un área total de 25 m de largo x 50 m de ancho donde se utilizaba el follaje de leucaena como abono verde en el sistema. y las subparcelas experimentales fueron de 3,6 m x 2,1 m (7,56 m<sup>2</sup>), con 63 plantas en el área neta. La orientación de la siembra fue de este a oeste y el marco fue de 0,6 x 0,4 y 3 x 3 m para la morera y la leucaena, respectivamente.

La morera, como cultivo principal, se cortó con una frecuencia de 90 días, a una altura de 30 cm. Los árboles de leucaena se cortaron a una altura de 2 metros, se retiró la biomasa leñosa del sistema y se depositó el follaje sobre el suelo, cada 3 meses en la época de lluvia y cada 6 meses en la época poco lluviosa; lo que se correspondió con 3 podas en la época de lluvia y 2 en el período poco lluvioso.

### Tratamientos y diseño

Los tratamientos consistieron en dos tipos de bolsas: bolsas con poros de 1 cm<sup>2</sup> de diámetro y bolsas con poros de 1 mm<sup>2</sup> de diámetro, con 120 repeticiones cada una. El diseño empleado fue un totalmente aleatorizado.

### Procedimiento empleado

La descomposición del follaje se determinó a partir de la pérdida de biomasa a través del tiempo, con relación al peso inicial (Liu *et al.*, 2000).

Tabla 1. Características climáticas.

Períodos de descomposición de la hojarasca	Época del año	Variables		
		Temp. media °C	HR (%)	Precipitación (mm)
24/10/08 13/04/09	Poco lluvioso	20,4	81	252,1
28/04/09 30/07/09	Lluvioso	26,2	80	411,8
07/08/09 23/10/09	Lluvioso	26,4	84	507,9
10/11/09/ 15/03/10	Poco lluvioso	20,4	83	198,8
01/04/10 27/07/10	Lluvioso	28,3	86	644,1
10/08/10 26/10/10	Lluvioso	26,9	92	528,4

Para ello se utilizó el método de bolsas de hojarasca (litter bags) de Caldentey *et al.* (2001), ubicadas en tres parcelas. Las bolsas median 10 x 10 x 10 cm, con poros de 1 cm de diámetro (tratamiento 1), lo cual permite el acceso al interior de un amplio rango de la biota edáfica y bolsas con poros de 1 mm de diámetro (tratamiento 2) que no permite el acceso al interior de la biota edáfica. El follaje dentro de estas bolsas fue depositado en seis momentos durante la etapa de estudio (24/10/08 al 13/04/09; 28/04/09 al 30/07/09; 07/08/09 al 23/10/09; 10/11/09 al 15/03/10; 01/04/10 al 27/07/10 y del 10/08/10 al 26/10/10). En cada momento se depositaron 240 bolsas con 70 g del follaje de leucaena (120 de cada tipo). Las bolsas se colocaron de manera que toda su superficie estuviera en contacto con el horizonte orgánico y se fijaron al suelo mediante estacas metálicas.

Se escogieron al azar 10 bolsas (5 de cada tipo), con una frecuencia de muestreo quincenal en la época poco lluviosa y semanal en la lluvia. En cada fecha de recolección, a la hojarasca remanente de cada bolsa se le determinó la población de macrofauna mediante la separación manual, según la metodología del Programa de Investigación Internacional "Biología y Fertilidad del Suelo Tropical" (TSBF), propuesta por Anderson y Ingram (1993) y se calculó el valor promedio de la densidad (individuos m<sup>-2</sup>), así como la abundancia proporcional (%) para cada taxón. La densidad se determinó a partir del número de individuos y la abundancia relativa mediante la relación entre la cantidad de individuos que pertenecen a un grupo taxonómico y el total de individuos de todos los grupos taxonómicos.

Posteriormente, cada muestra se lavó con agua destilada y desionizada y se puso a secar en estufa a 60° C hasta peso constante. Se calculó, entonces, la diferencia entre el peso inicial y el peso remanente.

### Análisis estadístico

Se utilizó la estadística descriptiva en las variables descomposición del follaje, comportamiento de la densidad y la biomasa de la macrofauna. Además para conocer la interrelación entre las variables peso de la hojarasca residual y los factores climáticos se empleó un análisis de correlación. Para el procesamiento de la información se empleó el paquete estadístico SPSS versión 11.5.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de comportamiento de la descomposición del follaje de la leucaena se muestra en la figura 1. Se observó un patrón similar de descom-

posición en los dos tipos de bolsas utilizadas; sin embargo, este fue diferente en función del momento de depósito de las bolsas, observándose en la mayoría de los casos, una descomposición mucho más rápida en los primeros días.

En este sentido, Martín (1995) informó que el ciclo de descomposición del material vegetal consta de 3 etapas: 1) biodegradación rápida de la mayoría de los compuestos hidrosolubles y polisacáridos, debido a la acción microbiana y a los pluviolavados que ocurren en los primeros 20 o 30 días; 2) disminución lenta de los compuestos hidrosolubles fenólicos y las hemicelulosas por la fragmentación, el transporte, la mezcla y la biodegradación de la hojarasca, debido al ataque microbiano y faunístico; y 3) aumento en el contenido de ligninas y proteínas, por las transformaciones húmica y mineral con el lavado de los hidrosolubles neoformados. Por ello, la velocidad de descomposición decrece en el tiempo, debido a que las sustancias más fáciles de descomponer se agotan primero y queda posteriormente un sustrato lignico más biorresistente.

En el período del 28/04/09 al 30/07/09, la descomposición del follaje se mantuvo más estable entre los diferentes muestreos, en relación con igual período del año 2010. Ello pudo deberse a que, en este último, fueron más altas la temperatura media, la humedad relativa y las precipitaciones (tabla 1).

La cantidad de material descompuesto fue mayor y la descomposición más rápida en el follaje depositado en la época de lluvias. En este sentido, la correlación entre el peso remanente del follaje y los factores climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) que prevalecieron en cada momento de evaluación, mostraron un mayor valor con las precipitaciones, aunque existió en determinados momentos correlaciones significativas con la temperatura y humedad relativa (tabla 2).

Esta acción marcada de las lluvias en el proceso de descomposición puede deberse tanto a su acción directa en la fragmentación de la hojarasca, como en la provisión de humedad adecuada del sustrato, que unido a la acción de la temperatura, puede ofrecer condiciones más favorables para la actividad de la biota responsable de la descomposición (Smith y Bradford, 2003).

Brown *et al.* (1994) plantearon que la temperatura explica en mayor medida el proceso de descomposición que las precipitaciones. Sin embargo, Aerts (1997) y Trofymow *et al.* (2002) señalaron que el decrecimiento de la temperatura implica la reducción en

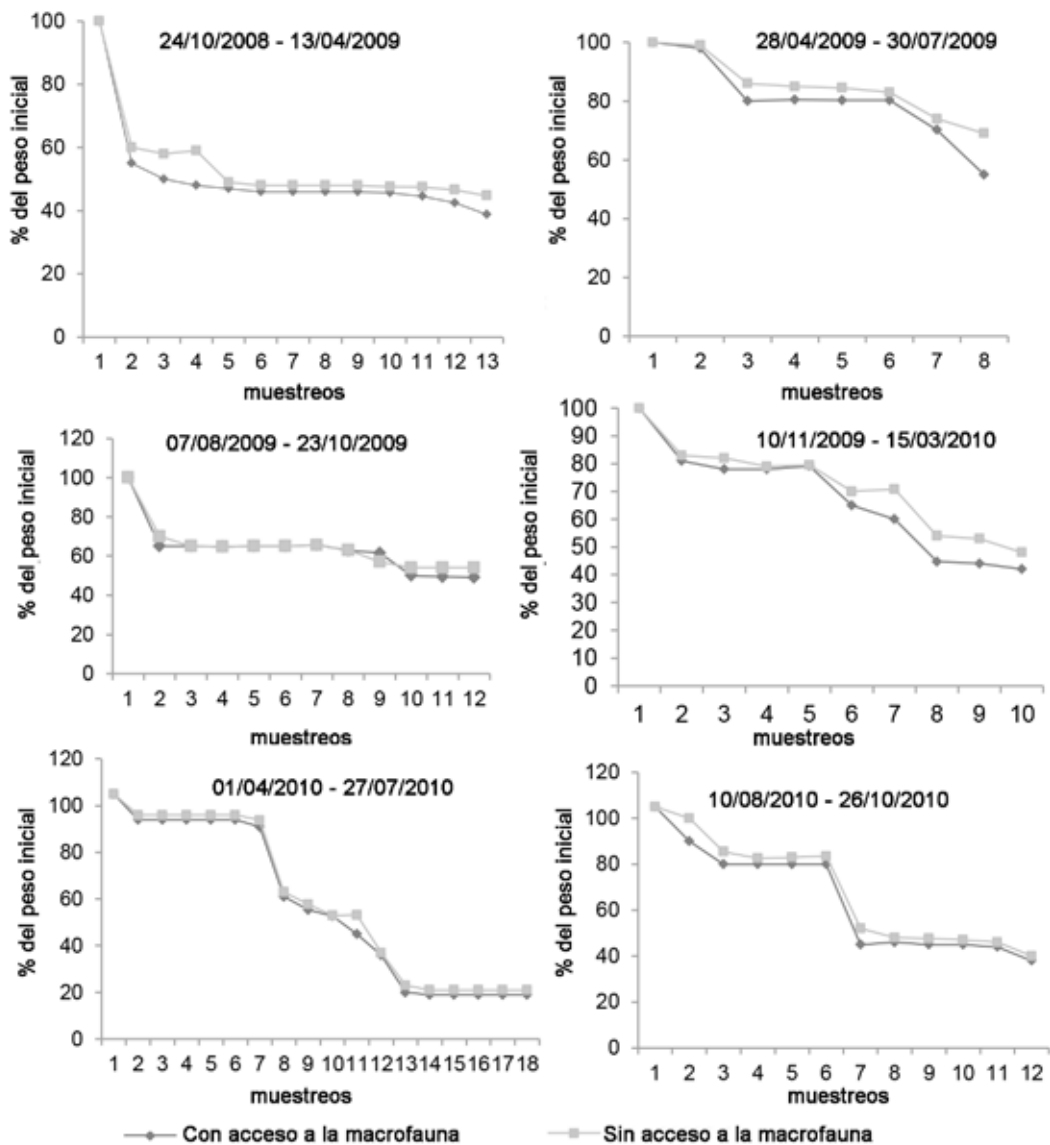


Fig 1. Descomposición del follaje de leucaena en diferentes periodos

la actividad de los descomponedores y reduce la calidad de los materiales orgánicos que se incorporaran en el suelo. Por su parte, las precipitaciones no solo influyen en el proceso directamente, mediante el lavado de los compuestos más solubles, sino que también modifican las condiciones para el desarrollo de la fauna descomponedora, por lo que ambos factores actúan en la dinámica de la descomposición de la hojarasca de las diferentes especies vegetales.

En este sentido, la composición taxonómica de la macrofauna asociada al proceso de descomposición del follaje de leucaena estuvo constituida por cuatro Phylum, seis clases siete órdenes (tabla 3). La comunidad estuvo constituida por el 97% de organismos detritívoros y 3 % de depredadores.

El efecto de los invertebrados edáficos en la descomposición de la materia orgánica es esencial, ya que mediante su alimentación hacen el material más asequible a la acción de los microorganismos

Tabla 2. Relación entre el peso remanente del follaje de leucaena como abono verde y los factores climáticos.

Momentos de depósito	r		
	Temperatura °C	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
24/10/08 13/04/09	0,075	-0,77**	0,82**
28/04/09 30/07/09	-0,04	0,159	0,84*
07/08/09 23//10/09	-0,45	-0,21	0,78**
10/11/09 15/03/10	-0,62	-0,01	0,96**
01/04/10 27/07/10	0,64**	0,78**	0,89**
10/08/10 26/10/10	-0,90**	-0,806**	0,902**

\*P&lt; 0,05; \*\*P&lt; 0,001

Tabla 3. Composición taxonómica y funcional de la macrofauna asociada al proceso de descomposición

Phylum Subphylum*	Clase	Orden	Grupo trófico	
Arthropoda		Coleoptera	Detritívoro	
		Orthoptera	Detritívoro	
	Insecta		Dermaptera	Detritívoro
			Diptero	Detritívoro
			Lepidoptero	Detritívoro
		Diplopoda	Spirobolida	Detritívoro
		Aracnida	Araneae	Depredador
Arthropoda Crustacea*	Malacostraca	Isopoda	Detritívoro	
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Detritívoro	
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	Detritívoro	

descomponedores, además de contribuir a la diseminación de hongos y bacterias y al transporte vertical de la materia orgánica desde la superficie hacia las capas más profundas del suelo, lo cual aumenta la velocidad de descomposición (Cotrufo *et al.*, 2005).

La selección de alimento depende mucho de la categoría ecológica del invertebrado. Los invertebrados epigeos, que viven y se alimentan de la hojarasca superficial (Cabrera, 2012), producen *in situ* modifi-

caciones importantes de la hojarasca y de la madera en descomposición. Los artrópodos epigeos poseen una importancia adicional, ya que participan en infinidad de procesos que ocurren en el suelo, como la reducción de los fragmentos vegetales y el reciclado de nutrientes (Torres *et al.*, 2005).

El comportamiento de la densidad y la biomasa de los invertebrados durante el proceso de descomposición del follaje se muestran en las figuras 2 y 3. La mayor

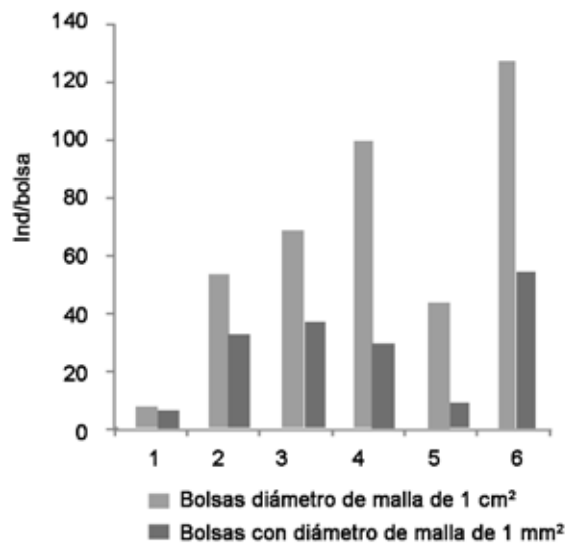


Fig. 2. Comportamiento de la densidad de la macrofauna.

cantidad de biomasa de individuos se alcanzó en las bolsas con diámetro de malla de 1 cm<sup>2</sup> y por lo general, el comportamiento está muy relacionado también con el comportamiento de las variables meteorológicas.

Además, las condiciones de humedad y temperatura que se genera en el sistema, a partir de la presencia de la leucaena y la morera parecen haber favorecido también este comportamiento. Por otra parte, los árboles, especialmente los de la familia de las leguminosas, presentan una biomasa con un alto contenido de proteína, la cual al depositarse sobre el suelo es una fuente de alimentación para los organismos edáficos, ya que se conoce que la hojarasca es su principal vía de alimentación, además de constituir un nicho ideal para refugiarse (Hernández *et al.*, 2010).

La presencia de los diferentes órdenes de la macrofauna en los distintos momentos de descomposición del follaje en el sistema se muestra en la figura 4. Existió generalmente mayor riqueza de órdenes durante todo el proceso de descomposición en los momentos que se correspondieron con los períodos lluviosos, corroborando lo antes expuesto.

Además se puede apreciar la similitud, en sentido general, en cuanto a la abundancia de órdenes con respecto a las bolsas utilizadas, difiriendo solo en el tamaño y peso de los organismos (fig. 2).

En estudios realizados por Sánchez y Reyes (2012), con el objetivo de determinar la riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica como indicadores de calidad del suelo en una asociación more-

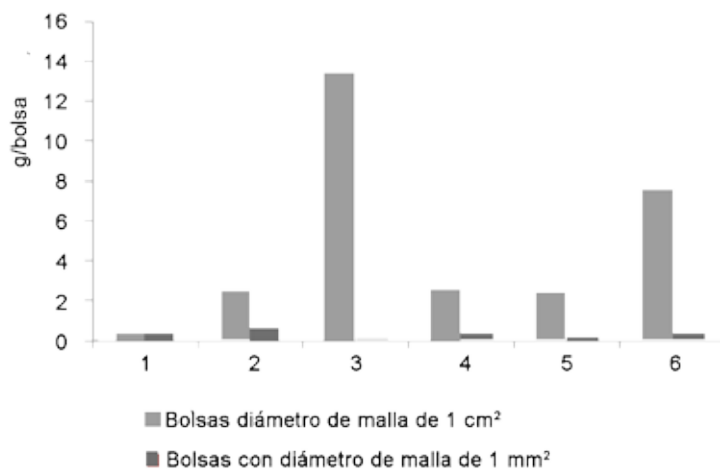


Fig. 3. Comportamiento de la biomasa de la macrofauna.

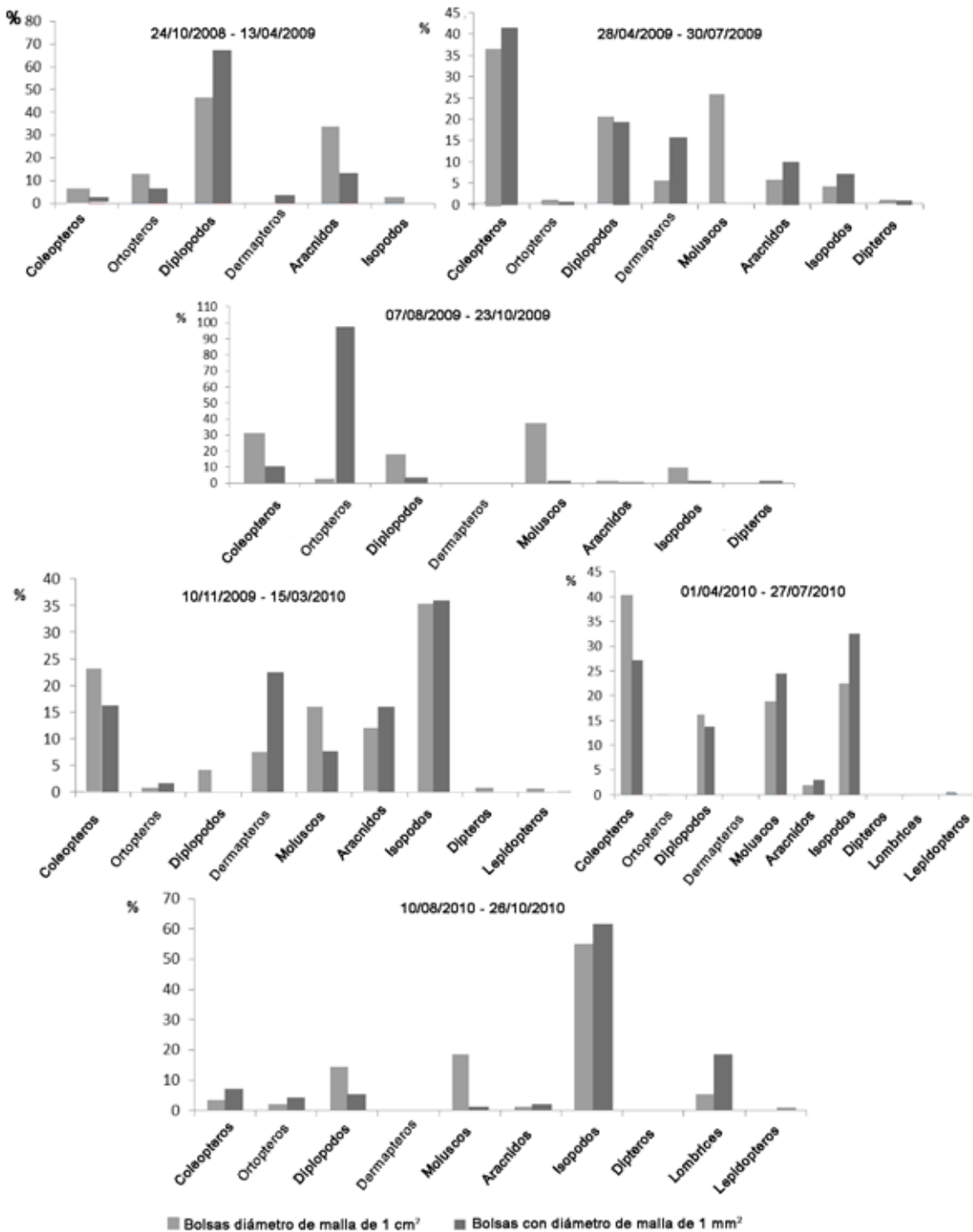


Fig. 4. Abundancia proporcional (%) de los grupos de la fauna asociada a los diferentes momentos de descomposición del follaje de leucaena.

ra-árboles leguminosos, encontraron una mayor diversidad cuando depositaron el 100 % del follaje de leguminosas arbóreas sobre el suelo, y especial-

mente el predominio de algunos ordenes considerados de vital importancia, como los diplópodos e isópodos.

García *et al.* (2012) señalaron que la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica, así como la presencia de determinados grupos en un sistema, pueden ser usados como indicadores de la calidad de los suelos; por tanto, los resultados de este estudio permiten inferir que, de cierto modo, la asociación de árboles con mora pudiera constituir una alternativa sostenible, ya que hubo una mayor presencia de ordenes en el sistema

De acuerdo con los resultados se concluye que el tipo de bolsa no influyó en la descomposición del follaje de leucaena y que los factores climáticos desempeñan un rol decisivo en el proceso de descomposición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia de Ciencias de Cuba. *Nuevo Atlas Nacional de Cuba*. La Habana: Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, 1989.
- Aerts, R. Climate, leaf litter chemistry and leaf-litter decomposition in terrestrial ecosystems- a triangular relationship. *Oikos*. 79 (3):439-449, 1997.
- Anderson, J. M. & Ingram, J. S. I. (Eds.). *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. 2nd ed. Wallingford, United Kingdom: CAB International, 1993.
- Benavides, J. E. Utilization of mulberry in animal production systems. In: M. D. Sánchez, ed. *Mulberry for animal production*. Rome: FAO. Animal Production and Health Paper 147. p. 291-327, 2002.
- Brown, S.; Anderson, J. M.; Wooster, P. L.; Swift, M. J. & Barrios, E. Soil biological processes in tropical ecosystems. In: P. L. Wooster and M. J. Swift, eds. *The biological management of tropical soil fertility*. Chichester, United Kingdom: John Wiley and Sons. p. 15-46, 1994.
- Cabrera, Grisel. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*. 35 (4):346-366, 2012.
- Caldentey, J.; Ibarra, M. & Hernández, J. Litter fluxes and decomposition in Nothofagus pumilio stands in the region of Magallanes, Chile. *Forest Ecol. Manag.* 148:145-157, 2001.
- Cotrufo, M. F.; Drake, B. & Ehleringer, J. R. Palatability trials on hardwood leaf litter grown under elevated CO<sub>2</sub>: a stable carbon isotope study. *Soil Biol. Biochem.* 37:1105-1112, 2005.
- García, Y.; Ramírez, Wendy & Sánchez, Saray. Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes*. 35 (2):125-137, 2012.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. & Rivero, L. *Nueva versión de la Clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana: AGRINFOR, 1999.
- Hernández, Marta; Corbea, L. A.; Reyes, F.; Padilla, C.; Sánchez, Saray & Sánchez, Tania. Principios agronómicos para la producción de pastos. Agrotecnia para el fomento de sistemas con gramíneas. En: Milagros Milera, comp. *Recursos forrajeros, herbáceos y arbóreos*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 51-78, 2010.
- Liu, W.; Fox, J. E. D. & Xu, Z. 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.* 15:435-447, 2000.
- Martin, A. E. *Reciclado de bioelementos a través de la hojarasca en ecosistemas forestales de la Sierra de Gata. Sistema Central Español*. España: Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Salamanca, 1995.
- Martín, G. J. Estudios de comportamiento agronómico de la morera (*Morus alba*, Linn) en Cuba. En: Milagros Milera, comp. *Morera. Un nuevo forraje para la alimentación del ganado*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 45-65, 2011.
- Martín, G. J.; Noda, Yolai; Pentón, Gertrudis; García, D. E.; García, F.; González, E. *et al.* La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes*. 30 (ne):3-19, 2007.
- Martín, Gloria M. *Mineralización del nitrógeno de los abonos verdes y su participación en la nutrición del maíz (Zea mays L) cultivado sobre un suelo Ferralítico Rojo de La Habana*. Tesis de Maestría. San José de las Lajas, Cuba: INCA, 2012.
- Reyes, F.; Sánchez, Saray & Pentón, Gertrudis. *Efecto de la producción y calidad de Morus alba en asociación con plantas arbóreas leguminosas*. I Reunión regional "Morera, planta multipropósito". Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. [CD-ROM], 2002.
- Sánchez, Saray & Reyes, F. Estudio de la macrofauna edáfica en una asociación de *Morus alba* y leguminosas arbóreas. En: Milagros Milera, comp. *Morera un nuevo forraje para la alimentación del ganado*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. p. 90-94, 2011.
- Sánchez, Saray & Reyes, F. *Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en una asociación de Morus alba y leguminosas arbóreas*. *Memorias*. XVIII Congreso Científico Internacional del INCA. San José de las Lajas, Cuba: INCA, 2012.
- Smith, V. C. & Bradford, M. A. Litter quality impacts on grassland litter decomposition are differently dependent on soil fauna across time. *Appl. Soil Ecol.* 24 (2):197-203, 2003.
- Torres, P. A.; Abril, A. B. & Bucher, E. H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. *Soil Biol. Biochem.* 37 (1):49-54, 2005.
- Trofymow, J. A.; Moore, T. R.; Titus, B. D.; Prescott, C. E.; Morrison, I. K.; Siltanen, R. M. *et al.* Rates of litter decomposition over 6 years in Canadian forests: influence of litter quality and climate. *Can. J. For. Res.* 32:789-804, 2002.