

## **DINÁMICA DE LA MACROFAUNA EDÁFICA EN LA SUCESIÓN DE UN SISTEMA DE MANEJO DE GRAMÍNEAS A UN SISTEMA CON ÁRBOLES INTERCALADOS EN EL PASTO**

**Saray Sánchez y Milagros Milera**

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

*Con el objetivo de determinar y comparar la densidad de la macrofauna del suelo en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto, se realizó el presente estudio en áreas de la EEPF "Indio Hatuey", sobre un suelo Ferralítico Rojo de mediana fertilidad, con pH entre 6,3-6,7 y topografía llana. El experimento constó de dos etapas: I) Dinámica de la macrofauna edáfica en pastizales de gramíneas bajo un sistema de manejo flexible durante 4 años; y II) Dinámica de la macrofauna en el pastizal de gramíneas después de introducidas las leguminosas arbóreas *Leucaena leucocephala* y *Albizia lebbbeck* (baja densidad) durante la etapa de establecimiento. Las mediciones de la macrofauna se realizaron al inicio y al final en la primera etapa y a los 2, 3 y 4 años de sembradas las plantas arbóreas en la segunda. De acuerdo con la metodología TSBF (Anderson e Ingram, 1993), se excavaron calicatas de 25 x 25 x 30 cm en el suelo en cada muestreo. Los resultados de este estudio indican una respuesta positiva de la macrofauna del suelo al manejo, especialmente de las lombrices de tierra, consideradas como un bioindicador del estado de conservación y mantenimiento de este, lo cual resulta de gran importancia en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas ganaderos*

**Palabras clave:** Árboles, organismos del suelo, pastizales, sostenibilidad

*With the objective of determining and comparing the density of the soil macrofauna in the succession from a grass management system to a system with intercropped trees and pasture, this study was carried out at the EEPF "Indio Hatuey", on a Ferralitic Red soil of medium fertility, with pH between 6,3 and 6,7 and plain topography. The trial had two stages: I) Dynamics of the edaphic macrofauna in grasslands under a system of flexible management during 4 years, and II) Dynamics of the macrofauna in the grassland after introducing the tree legumes *Leucaena leucocephala* and *Albizia lebbbeck* (low density) during the establishment stage. The macrofauna measurements were performed at the beginning and at the end in the first stage and in the years 2, 3 and 4 after sowing the trees in the second stage. According to the TSBF methodology (Anderson and Ingram, 1993), trial-pits of 25 x 25 x 30 cm were excavated in the soil in each sampling. The results of this study show a positive response of the soil macrofauna to management, specially earthworms, considered as a bioindicator of the state of conservation and maintenance of the soil, which is very important in the search for sustainability of the livestock systems.*

**Key words:** Trees, soil organisms, grasslands, sustainability

La ganadería ha sido considerada durante muchas décadas como la causante de conflictos ambientales, principalmente relacionados con la deforestación, la compactación, la erosión y la pérdida de la fertilidad de los suelos (Ibrahim y Mora, 2001).

Por tales motivos, se hace necesario buscar nuevas vías para la recuperación y mantenimiento de la fertilidad, basadas en el enfoque agroecológico y sostenible, con el fin de lograr la estabilidad y la salud de los ecosistemas ganaderos (Crespo y Cancio, 2001).

En este sentido, la información brindada por numerosos autores, entre ellos Simón y Cruz (1998); Hernández, Carballo y Reyes (2000) y Reinoso (2001), demuestra que la inclusión de *Leucaena leucocephala*, sobre pastizales degradados de pastos mejorados sin fertilización, permite que la disponibilidad de MS duplique la obtenida en las unidades donde aún no se ha introducido esta arbórea y con esto se logra un aumento sustancial en los indicadores productivos y reproductivos de los animales, así como incrementos en la gestión económica, al propiciar la amortización de la

inversión de fomento en 12 meses, momento a partir del cual aporta estimulantes ganancias. Sin embargo, a pesar de la respuesta obtenida en estos indicadores, es de suma importancia medir también otros relacionados con el medio ambiente y la sostenibilidad.

La fauna edáfica, especialmente la macrofauna, es un indicador adecuado para ello, pues responde a las modificaciones o transformaciones del suelo y los ecosistemas en los que se sustenta bajo la forma de cambios en su densidad, biomasa, riqueza específica y equitatividad (Paquín y Coderre, 1997; Paoletti, 1999; Paoletti y Hassall, 1999; Cartagena y Galante, 2001; Martínez y Barois, 2001; Micó y Galante, 2001).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar y comparar la densidad y la biomasa de la macrofauna del suelo en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en áreas de la EEPF "Indio Hatuey", sobre un suelo Ferralítico Rojo (Academia de Ciencias de Cuba, 1979) de mediana fertilidad, con pH entre 6,3-6,7 y topografía llana.

Las observaciones climáticas fueron tomadas de la Estación Meteorológica, situada aproximadamente a un kilómetro de las áreas experimentales. La figura 1 muestra la distribución de las precipitaciones durante el período experimental

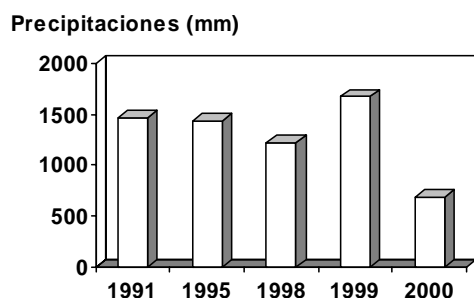


Fig. 1. Comportamiento de las precipitaciones durante el período de estudio.

El experimento constó de dos etapas:

- I. Dinámica de la macrofauna edáfica en pastizales de gramíneas bajo un sistema de manejo flexible durante 4 años.

- II. Dinámica de la macrofauna en pastizales de gramíneas después de introducidas las leguminosas arbóreas *L. leucocephala* y *Albizia lebbbeck* (baja densidad) durante la etapa de establecimiento.

El estudio de la etapa I se efectuó en un pastizal de *Andropogon gayanus* CIAT-621 que fue sometido durante 4 años a un sistema de manejo rotacional racional intensivo, con carga promedio instantánea y global altas (3,7 y 212 UGM/ha, respectivamente); las mediciones de la macrofauna se realizaron al inicio (1991) y al final en esta etapa (1995).

En la etapa II se continuó el estudio en el sistema anterior, a partir de la siembra intercalada en el año 1996 de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala* y *A. lebbbeck*, con una densidad de 505 plantas/ha; durante la etapa de estudio el área no recibió manejo animal y las mediciones de la macrofauna se hicieron a los 2, 3 y 4 años de sembradas las plantas arbóreas.

De acuerdo con la metodología TSBF (Anderson e Ingram, 1993) se excavaron calicatas de 25 x 25 x 30 cm en el suelo en cada momento de muestreo. Las muestras fueron separadas en hojarasca, 0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm. Los ejemplares pertenecientes a la macrofauna fueron separados y contados según la clasificación taxonómica hasta el nivel de orden.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestra la cantidad total de individuos colectados durante la etapa de estudio. Como se puede apreciar, dichos organismos se encuentran agrupados en tres *phyllum*, seis clases y 11 órdenes; el *phyllum* *Arthropoda* fue el más representado en cuanto al número de clases, órdenes y cantidad de organismos. Entre los órdenes presentes, las lombrices (orden *Haplotaxida*), los coleópteros (*Coleoptera*) y los diplópodos (*Diplopoda*) tuvieron una mayor densidad. El predominio de estos órdenes parece estar relacionado con este tipo de ecosistema, pues ha sido también encontrado por Hutchinson y King (1980); Decaëns, Lavelle, Jiménez, Escobar y Rippstein (1994); Rodríguez, Crespo, Sánchez y Fraga (2000) y Rodríguez (2001).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los organismos colectados en ambas etapas de estudio

Phyllum	Clase	Orden	Densidad de individuos/m <sup>2</sup>
<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	354
		<i>Dermaptera</i>	8
		<i>Orthoptera</i>	58
		<i>Lepidoptera</i>	2
		<i>Isoptera</i>	49
		<i>Diptera</i>	3
		<i>Diplopoda</i>	244
		<i>Crustaceae</i>	73
		<i>Arachnida</i>	21
		<i>Araneae</i>	21
<i>Mollusca</i>	<i>Gasteropoda</i>	<i>Stylommathophora</i>	70
<i>Annelidae</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	779

Al comparar los resultados del área manejada de forma flexible y vegetación predominantemente compuesta por gramíneas, con los del área después de introducidos los árboles, se apreció una tendencia a incrementar la densidad de organismos en sentido general (fig. 2). Esta respuesta pudiera estar relacionada en la primera etapa con el efecto que provocó el manejo racional y flexible del sistema en dichos organismos, ya que posibilitó un reposo adecuado no solo del pasto sino también del suelo que lo sustenta, y facilitó una alta descarga de excretas y orina animal que condujeron a la autosostenibilidad del sistema, unido a la capa de hojarasca que se formó a partir de la acumulación de los residuos vegetales y del material senescente de la gramínea (Milera, Lamela, Hernández, Hernández, Sánchez, Pentón y Soca, 2001). Al desarrollarse el estrato arbóreo en dichas áreas, este incremento pudo deberse fundamentalmente al efecto beneficioso que ocasiona la copa de los árboles en la regulación de los factores temperatura y humedad, los cuales favorecen el microclima del medio. Según Belsky, Mwonga, Amundson, Uxbury y Alí (1993), en estas condiciones aumenta la colonización de organismos para la realización de su nicho trófico y ecológico. Por otra parte, al analizar las precipitaciones en la etapa de estudio (fig. 1) se aprecia que el incremento en el número de individuos coincidió con el año de mayor cantidad de lluvia caída (1999); por lo tanto, ello posibilitó el aumento de los organismos sensibles a este factor. No obstante, el

ascenso en el transcurso del tiempo se mantuvo, pues el año 1999 fue excepcional.

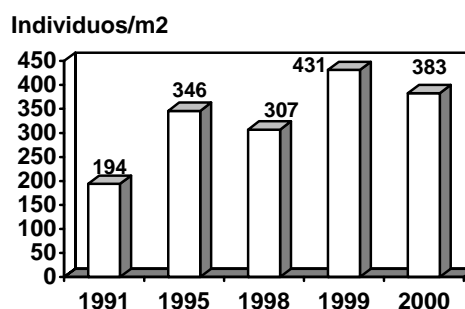


Fig. 2. Dinámica de la macrofauna durante la etapa experimental.

Resultados similares fueron obtenidos por Sánchez, Hernández y Simón (1998), así como por Alegre, Pashanasi, Arévalo y Palm (2001); Luizao, Tapia-Coral, Barros y Wandelli (2001) y Rodríguez, Crespo y Fraga (2001), quienes encontraron una mayor densidad en pastizales con árboles en comparación con praderas en monocultivo de gramíneas.

Un análisis más detallado en cuanto a la diversidad de grupos presentes en cada etapa experimental se muestra en la tabla 2; en 1991, año en el que se inició el pastoreo en el área de gramínea en monocultivo, solo se encontraban presentes cinco órdenes, pertenecientes el 75,7% a la clase *Insecta*, el 22,68% a *Oligochaeta* y el resto (1,54%) a la clase *Myriapoda*. Sin embargo, después de 4

años de manejo se incrementó el número de órdenes debido a la presencia de otros grupos, entre ellos los dermápteros, dípteros, arácnidos e isópodos, pertenecientes a las clases *Insecta*, *Arachnida* y *Crustaceae*, respectivamente, que contribuyeron a

enriquecer la biodiversidad. Al introducir los árboles en el pastizal esta diversidad no se afectó, pues mostró un notable aumento y superó en 1,8 veces lo obtenido al inicio del pastoreo.

Tabla 2. Diversidad de órdenes en el área.

Órdenes	Cantidad individuos/m <sup>2</sup>				
	1991	1995	1998	1999	2000
<i>Coleoptera</i>	86	90	44	86	48
<i>Dermaptera</i>	-	2	4	2	-
<i>Orthoptera</i>	13	28	10	2	5
<i>Lepidoptera</i>	-	-	-	2	-
<i>Isoptera</i>	48	-	-	1	-
<i>Diptera</i>	-	3	-	-	-
<i>Diplopoda</i>	3	58	51	40	92
<i>Isopoda</i>	-	37	25	7	4
<i>Araneae</i>	-	17	3	-	1
<i>Stylommathophora</i>	-	-	24	23	23
<i>Haplotaxida</i>	44	111	146	268	210

En la tabla 2 se aprecia además que las lombrices de tierra, correspondientes al orden *Haplotaxida*, tuvieron un comportamiento muy positivo durante el estudio, al incrementar su densidad de 44 a 210 individuos/m<sup>2</sup>. Fraile (1989), al estudiar el comportamiento de estos anélidos en pasturas de pasto estrella asociado con árboles y en monocultivo, obtuvo una respuesta similar a la de este estudio.

En la figura 3 se presenta la distribución de los organismos por estrato, la cual varió según la profundidad, de forma decreciente desde el primero (0-10 cm) hasta el tercero (20-30 cm). En la hojarasca, sobre la superficie, se encontró una mayor densidad de individuos en

la etapa final del pastoreo (año 1995). Se estima que este comportamiento esté vinculado con la disponibilidad de alimento que propició el sistema, tanto por la capa de hojarasca formada durante los 4 años de pastoreo como por la entrada de nutrientes vía excreta y orina animal, lo cual pudo ocasionar un incremento en los niveles de materia orgánica en el suelo, principal alimento de la fauna edáfica (Kolmans y Vásquez, 1996). La presencia de los árboles en el pastizal facilitó que las condiciones de humedad y temperatura fueran más homogéneas, así como la colonización de organismos en otros estratos.

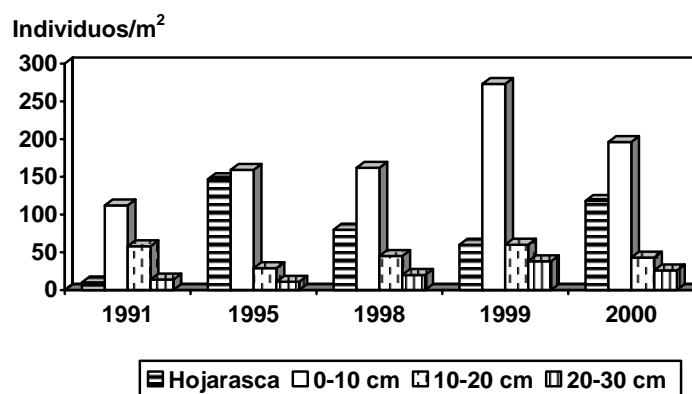


Fig. 3. Distribución de los organismos en cada estrato.

De forma general, los resultados del presente estudio indican una respuesta positiva de la macrofauna del suelo al manejo, especialmente de las lombrices de tierra, consideradas un bioindicador de su estado de conservación y mantenimiento, lo cual resulta de gran importancia en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas ganaderos

## REFERENCIAS

- Academia de Ciencias de Cuba. 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- Alegre, J.; Pashanasi, B; Arévalo, L. & Palm, C. 2001. Efecto del manejo del suelo sobre las propiedades biológicas del suelo en los trópicos húmedos del Perú. Resúmenes. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 60
- Anderson, J.M. & Ingram, J. (Eds). 1993. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. 2<sup>nd</sup> edition. CAB International. Wallingford, UK. 221 p.
- Belsky, A.J.; Mwonga, S.M.; Amundson, R.G.; Uxbury, J.M. & Alí, J.M. 1993. Comparative effects of isolated trees on their under canopy environments in high and low rainfall savannas. *J. Appl. Ecology*. 30:143
- Cartagena, M.C. & Galante, E. 2001. Los tenebriónidos (*Coleoptera*, *Tenebrionidae*) de los pastizales vivaces semiáridos. Ponencias y Comunicaciones de la XVI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante, España. p. 267
- Crespo, G. & Cancio, T. 2001. Suelos ganaderos tropicales. Degradación, conservación y manejo ecológico. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 144
- Decaëns, T.; Lavelle, P.; Jiménez, J.J.; Escobar, G. & Rippstein, G. 1994. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *Eur. J. Soil Biol.* 30 (4):157
- Fraile, M.J. 1989. Poblaciones de lombrices de tierra (*Oligochaeta:Annelidae*) en una pastura de *Cynodon plectostachyus* (pasto estrella) asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* (poró), una pastura asociada con árboles de *Cordia alliodora* (laurel), una pastura sin árboles y vegetación a libre crecimiento, en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. 236 p.
- Hernández, D.; Carballo, Mirta & Reyes, F. 2000. Reflexiones sobre el uso de los pastos en la producción sostenible de leche y carne de res en el trópico. *Pastos y Forrajes*. 23:269
- Hutchinson, K.J. & King, K.L. 1980. The effect of sheep stocking level on invertebrate abundance, biomass and energy utilization in a temperate sown grassland. *Journal of Applied Ecology*. 17:369
- Ibrahim, M. & Mora, J. 2001. Ganadería, medio ambiente y desarrollo en América Latina. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 10
- Kolmans, E. & Vásquez, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. MAELA-SIMAS. Nicaragua. 222 p.
- Luizao, F.J.; Tapia-Coral, Sandra C.; Barros, Eleusa & Wandelli, Elisa V. 2001. Relación entre la diversidad encima y dentro del suelo de sistemas agroforestales en la Amazonía Central. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 60
- Martínez, M.A. & Barois, I. 2001. Papel de la fauna edáfica en la conservación de los suelos en pastizales con diferente tipo de manejo en Cuba. XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. Boletín 4. p. 63
- Micó, E. & Galante. 2001. La importancia de los coleópteros coprófagos (*Coleoptera*, *Scarabaeidae*) en los humedales mediterráneos pastoreados. Ponencias y Comunicaciones de la XVI Reunión Científica de la SEEP. I Foro Iberoamericano de Pastos. Alicante, España. p. 261
- Milera, Milagros; Lamela, L.; Hernández, D.; Hernández, Marta; Sánchez, Saray; Pentón, Gertrudis & Soca, Mildrey. 2001. Sistemas intensivos con bajos insumos para la producción de leche bovina. *Pastos y Forrajes*. 24:49
- Paoletti, M.G. 1999. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74 (1-3):137
- Paoletti, M.G. & Hassall, M. 1999. Woodlice (*Isopoda: Oniscidea*): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 74 (1-3):157
- Paquín, P. & Coderre, D. 1997. Deforestation and fire impact on edaphic insect larvae and other macroarthropods. *Environ. Entomol.* 26 (1): 321

- Reinoso, M. 2001. Sistemas Silvopastoriles: Una opción agroecológica para la ganadería. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 26
- Rodríguez, Idalmis. 2001. Influencia de las excreciones de vacas lecheras en el agroecosistema de pastizal. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 96 p.
- Rodríguez, Idalmis.; Crespo, G. & Fraga, S. 2001. Impacto de los árboles en los suelos ganaderos. Memorias I Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. SIGA. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. p. 92
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Sánchez, R. & Fraga, S. 2000. Influencia del área sombreada por *Albizia lebbbeck* en indicadores del pasto (*C. nlemfuensis*) y el suelo. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 34:273
- Sánchez, Saray; Hernández, Marta & Simón, L. 1998. Diversidad de los organismos del suelo bajo un sistema silvopastoril. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 295
- Simón, L. & Cruz, Aida. 1998. Resultados económico-productivos de la validación del silvopastoreo. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 45

Recibido el 10 de diciembre del 2001

Aceptado el 2 de mayo del 2002