

Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas puras o intercaladas con leucaena

Saray Sánchez¹ y G. Crespo²

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

² Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

La investigación se realizó en la EEPF "Indio Hatuey", sobre un suelo Ferrálico cálcico, con el objetivo de evaluar el comportamiento de la densidad, la biomasa y la riqueza de diferentes órdenes, así como de la temperatura y la humedad del suelo en dos áreas de un sistema de producción animal destinado a la ceba de toros (área con árboles y monocultivo de gramíneas). El estudio se realizó dos veces en cada época climática (junio-octubre y febrero-noviembre), basado en la metodología recomendada por el Programa de Fertilidad y Biología del Suelo Tropical. En cada sistema se excavaron 40 calicatas de 25 cm x 25 cm, seleccionadas al azar en toda el área. En cada una de ellas se separaron los individuos presentes en cuatro estratos sucesivos (hojarasca, 0-10, 10-20 y 20-30 cm). Los invertebrados se identificaron hasta el nivel taxonómico de orden. Los indicadores densidad y biomasa mostraron diferencias altamente significativas entre ambas áreas; los mayores valores se encontraron en el área arbolada, la cual superó en 2,41 veces la cantidad de invertebrados del área de monocultivo de gramíneas. La temperatura del suelo, aunque fue menor en el área arbolada, no mostró diferencias significativas; sin embargo, la humedad del suelo mostró una mejor respuesta en esta área (20,36%) con respecto al monocultivo. Se concluye que el comportamiento de la macrofauna varió entre las áreas en estudio. La densidad y la biomasa fueron superiores en el área con árboles en ambas épocas climáticas. La riqueza de órdenes fue similar en ambas áreas. Las lombrices, los diplópodos y los isópodos fueron los organismos más representados en cuanto a la abundancia. Con respecto a la biomasa, las lombrices ocuparon el 57 y 27% en cada área.

Palabras clave: Gramíneas, *Leucaena leucocephala*, organismos del suelo, sistemas silvopascícolas

The research was carried out at the EEPF "Indio Hatuey", on a calcic Ferralitic soil, with the objective of evaluating the performance of density, biomass and richness of different orders, as well as soil temperature and moisture in two areas of an animal production system destined to bull fattening (area with trees and grass monocrop). The study was carried out twice in each climatic season (June-October and February-November), based on the methodology recommended by the Tropical Soil Fertility and Biology Program. In each system 40 25 cm x 25 cm pits, randomly selected in the whole area, were dug. In each one the individuals present in four successive strata (litter, 0-10, 10-20 and 20-30 cm) were separated. Invertebrates were identified to the taxonomic level of order. The indicators density and biomass showed highly significant differences between both areas; the highest values were found in the area with trees, which exceeded 2,41 times the quantity of invertebrates of the grass monocrop area. Soil temperature, although lower in the area with trees, did not show significant differences. However, soil moisture showed a better response in this area (20,36%) with regards to monocrop. The performance of the macrofauna was concluded to vary between the areas under study. Density and biomass were higher in the area with trees in both climatic seasons. Order richness was similar in both areas. Earthworms, diplopodo and isopodo were the most represented organisms regarding abundance. With respect to biomass, earthworms were 57 and 27% in each area.

Key words: Grasses, *Leucaena leucocephala*, soil organisms, silvopastoral systems

En América Latina el modelo tradicional de producción ganadera, basado en el manejo de pasturas sin árboles, ha contribuido a la destrucción de los bosques naturales y ha generado serios problemas ambientales. Entre estos se pueden citar: la degra-

dación de los suelos, la pérdida de la diversidad biológica y la contaminación del agua (Murgueitio, Ibrahim, Ramírez, Zapata, Mejía y Casasola, 2003).

La situación actual del sector ganadero demanda la aplicación de modelos alternativos que

reúnan las ventajas de la agroforestería y de la actividad pecuaria, con el fin de mejorar la producción y a la vez atenuar los problemas ambientales. En este sentido, la combinación de los pastos con árboles de alto valor nutritivo, conocido como sistema silvopastoril, resulta una opción tecnológica de mucha perspectiva para el trópico seco, con su prolongada estación poco lluviosa de escasez de alimentos y pastos para el ganado. Estos sistemas proporcionan una mayor utilidad de los recursos locales, al hacer menos dependiente y más económica la producción ganadera tropical, y al mismo tiempo, resultan congruentes con el uso racional del ecosistema (Simón, 2000).

En este sentido, la macrofauna edáfica desempeña un papel primordial en el ecosistema, debido a que sus funciones están íntimamente relacionadas con los principales procesos que ocurren en el suelo (Palm, Swift y Barois, 2001).

Es por ello que esta investigación tuvo la finalidad de evaluar el comportamiento de la densidad, la biomasa y la riqueza de diferentes órdenes, así como de la temperatura y la humedad del suelo en dos áreas de un sistema de producción animal.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la EEPF "Indio Hatuey", sobre un suelo Ferrálico cálcico (Hernández et al., 1999) en dos áreas de un sistema de producción animal destinado a la ceba de toros (área con árboles y monocultivo de gramíneas); la caracterización de cada área es la siguiente:

Área con árboles: Ocupó 1,3 ha y fue sembrada con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en el año 1994, a una distancia de 6 m entre hileras y 3 m entre plantas. La especie de pasto mejorado que predominó fue *Panicum maximum* cv. Likoni, además de otros pastos mejorados. Se comenzó a explotar con animales de ceba desde 1997, con una carga global de 1,5-2,3 animales/ha y un período de rotación de 54-63 días en la seca y de 36-45 días en la lluvia.

Área de monocultivo de gramínea: Ocupó 1,3 ha, donde el pasto base lo constituyó el *P.*

maximum y el manejo animal fue el mismo que el del área anterior

Procedimiento. El estudio se realizó dos veces en cada época climática (junio-octubre y febrero-noviembre), basado en la metodología recomendada por el Programa de Fertilidad y Biología del Suelo Tropical, TSBF (Anderson e Ingram, 1993). En cada sistema se excavaron 40 calicatas de 25 cm x 25 cm, seleccionadas al azar en toda el área. En cada una de ellas se separaron los individuos presentes en cuatro estratos sucesivos (hojarasca, 0-10, 10-20 y 20-30 cm). Los ejemplares hallados fueron recolectados y conservados en alcohol al 75%, excepto las lombrices, que se conservaron en una solución de formalina al 4%.

Se siguió el criterio de Swift et al. (citados por Hendrix, Crossley, Blair y Coleman, 1990) para la colecta y se tomaron individuos mayores que 2 mm para ser considerados como macrofauna. Posteriormente los macroinvertebrados fueron contados, pesados e identificados hasta el nivel taxonómico de orden, según la clasificación descrita por Rioja, Bolívar, Ceballos, Fernández y Barreiro (1969).

Se determinó el porcentaje de humedad del suelo en cada estrato, así como la temperatura en cada profundidad y la riqueza taxonómica, la cual se define como el número total de unidades taxonómicas presentes en un sistema.

Para el procesamiento estadístico de los datos se realizó la transformación de la medida "número de individuos" según la fórmula $\sqrt{x+0.357}$ y se utilizó el paquete estadístico SPSS-10.

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra el comportamiento que, en sentido general, presentaron los macroinvertebrados del suelo en los dos sistemas en estudio. Como se puede apreciar, los indicadores densidad y biomasa mostraron diferencias altamente significativas entre ambas áreas; los mayores valores se encontraron en el área con árboles, la cual superó en 2,41 veces la cantidad de invertebrados en comparación con el área de monocultivo de gramíneas.

Tabla 1. Densidad y biomasa de la macrofauna del suelo en ambos sistemas.

Indicador	Área de monocultivo	Área silvopastoril	ES \pm
Densidad, individuos/m ²	7,82 ^b (35,52)	18,90 ^a (114,82)	0,481***
Biomasa, g/m ²	3,95 ^b	31,26 ^a	1,492***
Temperatura del suelo, °C	22,98	22,88	0,181
Humedad del suelo, %	18,85 ^b	20,36 ^a	0,309**

a,b Medias con letras no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

() Medias de datos originales

** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$

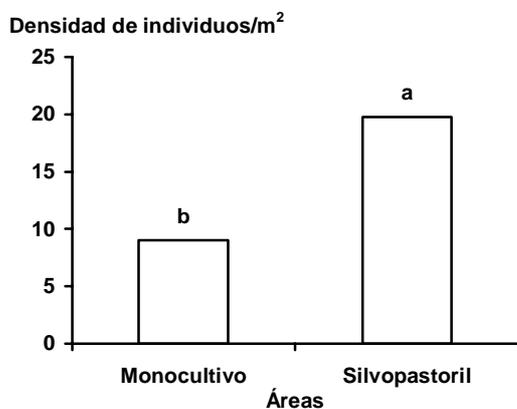
La temperatura del suelo, aunque fue menor en el área arbolada, no mostró diferencias significativas. Sin embargo, la humedad del suelo mostró una mejor respuesta en esta área (20,36 %) con respecto al monocultivo.

El comportamiento del sistema silvopastoril está relacionado con el mejoramiento de las condiciones tróficas que ocasiona la introducción de árboles leguminosos al sistema, ya sea por la cantidad y calidad de la hojarasca que proporcionan o por las condiciones de humedad y temperatura, lo cual propicia un ambiente más

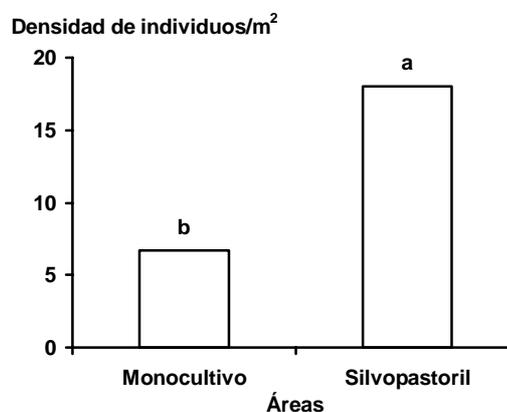
En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados de la densidad y la biomasa de los invertebrados del suelo en cada sistema por época de estudio. Como se puede observar, existió un efecto significativo del sistema con árboles en ambas épocas.

La distribución vertical de los organismos del suelo según la densidad y la biomasa se muestra en la figura 3; en el área silvopastoril se encontraron los mayores valores en cada uno de los estratos estudiados, con diferencias altamente significativas. La presencia de organismos en los primeros estratos (hojarasca-20 cm) en el siste-

Época de lluvia



Época de seca



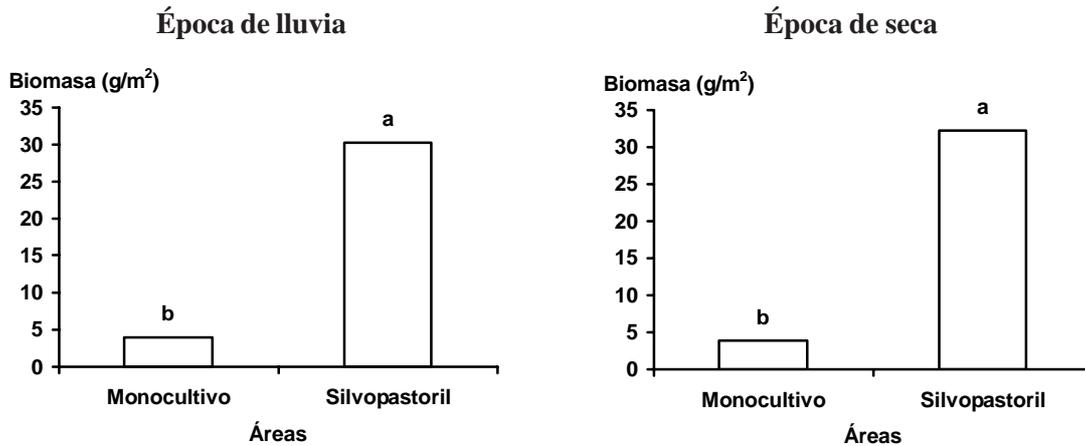
a,b Medias con letras no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

Fig. 1. Densidad de individuos en cada sistema por época.

favorable para el desarrollo de los invertebrados del suelo. Resultados similares han sido obtenidos en pastizales en el trópico y específicamente en las condiciones de Cuba (Fraile 1989; Alegre, Pashanasi, Arévalo y Palm, 2001; Luizao, Tapia-Coral, Barros y Wandelli, 2001; Rodríguez, 2001; Sánchez y Milera, 2002).

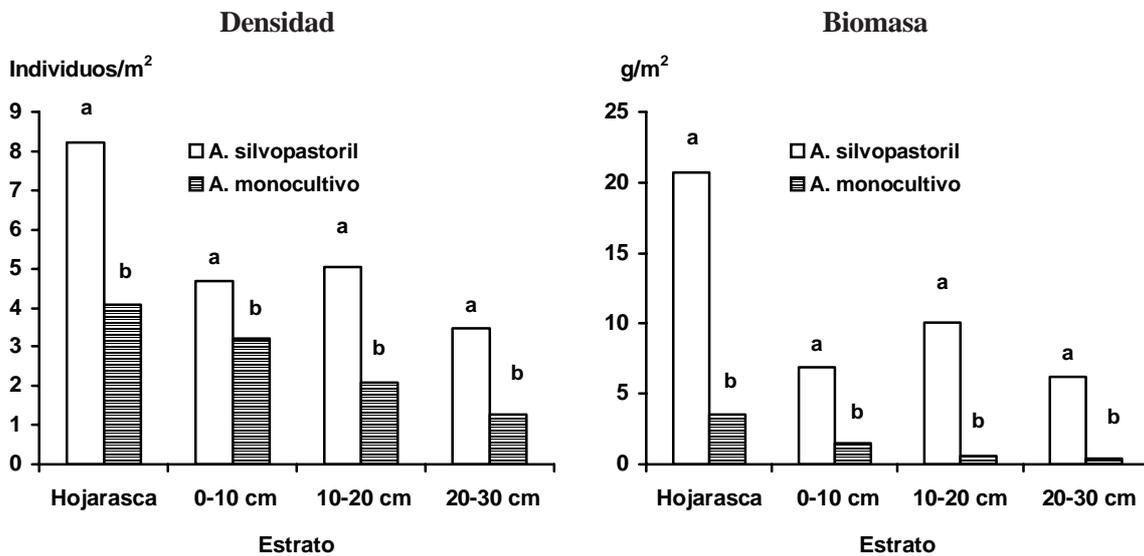
ma silvopastoril superó en 3,09 veces los valores hallados en el sistema de monocultivo de gramíneas.

En cuanto a los indicadores de temperatura y humedad del suelo, estos estuvieron también en correspondencia con lo anteriormente señalado. Los valores más bajos de temperatura y los más



a,b Medias con letras no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

Fig. 2. Biomasa de individuos en cada sistema por época.



a,b Medias con letras no comunes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955)

Fig. 3. Distribución vertical de la densidad y la biomasa de la macrofauna edáfica.

altos de humedad se encontraron en los diferentes estratos del sistema silvopastoril.

El microclima (humedad y temperatura del suelo) creado por la presencia de las plantas arbóreas en las pasturas es más favorable para la actividad biológica de la macrofauna edáfica, lo cual resulta en una mayor mineralización y disponibilidad de nitrógeno en el suelo (Feijóo, Buitrago, Calderón, Gil, Zúñiga y Camargo, 2004); los resultados del presente estudio parecen estar relacionados con el efecto que ejercen los árboles y arbustos en el suelo, al regular fac-

tores como la temperatura y la humedad, y crear, por lo tanto, un microclima con características edafoclimáticas acorde con la exigencia de una gran cantidad de organismos vivos que desarrollan su vida o una gran parte de ella en o sobre el suelo. En este sentido, existen resultados que evidencian que la sombra proyectada por el follaje de los árboles puede regular ambos factores, especialmente la temperatura del suelo, la cual puede llegar a ser inferior en 10°C a la alcanzada en terreno abierto (Wilson y Wild, 1991; Rodríguez, Crespo, Sánchez y Fraga, 2000).

La riqueza de los grupos taxonómicos en ambos pastizales fue muy similar y estuvo compuesta por tres phyla (Arthropoda, Mollusca y Annelidae), seis clases (Insecta, Myriapoda, Crustaceae, Arácnida, Gasteropoda y Oligochaeta) y nueve órdenes (Coleoptera, Orthoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Stylommatophora, Araneae, Haplotaaxida, Diplopoda e Isopoda). Los grupos de mayor densidad y biomasa en el área silvopastoril fueron los correspondientes a los tres últimos órdenes, con valores de 38,05; 21,25 y 14,95 %, respectivamente, de la abundancia total del sistema. En el monocultivo también se encontró que estos tres órdenes fueron los más representados, con 28,86; 22,45 y 16,40%, respectivamente (fig. 4).

Los resultados de la biomasa obtenidos a partir del peso húmedo de la macrofauna demostraron que los organismos que aportaron mayor cantidad en ambas áreas fueron las lombrices de tierra, que constituyeron el 57 y 27% del peso húmedo de la macrofauna en cada sistema. Los órdenes restantes contribuyeron en una menor cuantía a la biomasa total (fig. 5).

La mayor parte de los organismos encontrados, según la literatura, intervienen en distintos grados en la dinámica de la materia orgánica y en la regulación de la estructura del suelo, que determinan la fertilidad y la sostenibilidad de la producción vegetal (Xavier, Carvalho, Alvim y Gomes, 2004). Sin embargo, resulta de mucho interés la mayor presencia de las lombrices de

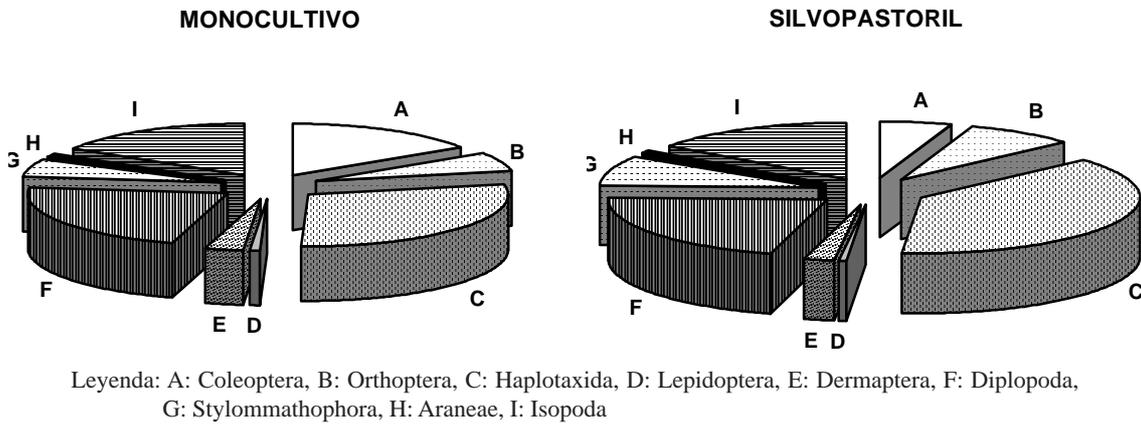


Fig. 4. Presencia de órdenes en cuanto a densidad de individuos por sistema.

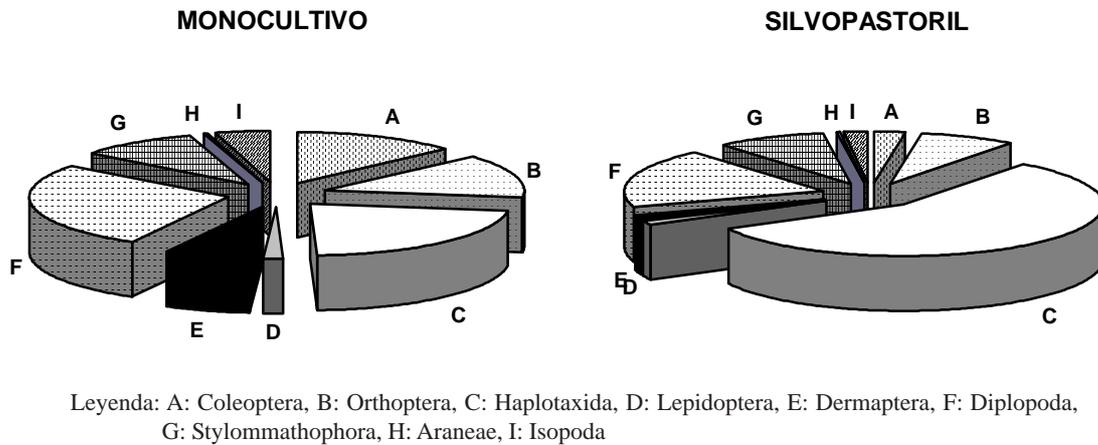


Fig. 5. Presencia de órdenes en cuanto a la biomasa de individuos por sistema.

tierra en las dos áreas de estudio, tanto en densidad como en biomasa, si se tiene en cuenta que los invertebrados son los más eficientes en la mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Cabrera y Crespo, 2001; Sánchez y Reinés, 2001).

Los diplópodos y los isópodos, por su parte, se alimentan principalmente de residuos vegetales en diversos estados de descomposición, por lo que pueden desempeñar un papel significativo en la descomposición de los nutrientes, si se tiene en cuenta que el retorno de los elementos minerales al suelo a través de la hojarasca producida por el pastizal, puede ser tan importante como el retorno que ocurre por las excretas de los animales (Crespo, Ortiz, Pérez y Fraga, 2001).

En investigaciones realizadas en pastizales con o sin árboles, se ha encontrado la presencia de órdenes similares a los hallados en este estudio (Hauser, Asawalam y Vanlouwe, 1998; Rodríguez, Torres, Crespo y Fraga, 2002; Rodríguez, Crespo, Rodríguez, Castillo y Fraga, 2002).

Conclusiones

Se concluye que el comportamiento de la macrofauna varió entre las áreas en estudio. La densidad y la biomasa fueron superiores en el área con árboles en ambas épocas climáticas. La riqueza de órdenes fue similar en ambas áreas. Las lombrices, los diplópodos y los isópodos fueron los organismos más representados en cuanto a la abundancia. Con respecto a la biomasa, las lombrices ocuparon el 57 y 27% en cada área.

Referencias

- 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. 2nd edition. CAB International. Wallingford, UK. 221 p.
- Cabrera, Grisell & Crespo, G. 2001. Influencia de la biota edáfica en la fertilidad de los suelos en ecosistemas de pastizales. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 35:3
- Crespo, G.; Ortiz, J.; Pérez, Ana Aurora & Fraga, S. 2001. Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 35:39
- Feijóo, M.A.; Buitrago, A.; Calderón, P.A.; Gil, D.; Zúñiga, M.C. & Camargo, J.C. 2004. Quantifying soil macroinvertebrates under different land use systems in Colombia. 2nd International Symposium on Silvopastoral Systems. (Eds. L. t'Mannetje, L. Ramírez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda y J. Ku). Universidad Autónoma. Mérida, Yucatán, México. p. 88
- Fraile, J.M. 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. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 236 p.
- Hauser, R.; Asawalam, D.O. & Vanlouwe, B. 1998. Spatial and temporal gradient of earthworm casting activity in alley cropping systems. *Agroforestry Systems.* 41:127
- Hendrix, P.F.; Crossley, D.A.; Blair, J.M. & Coleman, D.C. 1990. Soil biota as components of sustainable agroecosystems. Soil and Water Conservation Society. Ankeny, Iowa. p. 637
- Hernández, A. et al. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. AGRINFOR-Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- Luizao, F.J.; Tapia-Coral, Sandra; Barros, Elena & Wandelli, Elisa. 2001. Relación entre la diversidad encima y dentro del suelo de sistemas agroforestales en la Amazonía Central. Resúmenes XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo. Centro de Convenciones Plaza América. Varadero, Cuba. Boletín 4, p. 60
- Murgueitio, E.; Ibrahim, M.; Ramírez, E.; Zapata, A.; Mejía, C.A. & Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. Guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto "Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas". (Ed. E. Murgueitio). Cali, Colombia
- Palm, C.; Swift, M. & Barois, Isabelle. 2001. Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos. Resúmenes XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo, Centro de

- Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba. Boletín 4, p. 60
- Rioja, E.; Bolívar, C.; Ceballos, G.; Fernández, A. & Barreiro, A. 1969. Historia natural. Vida de los animales, de las plantas y de la tierra. Tomo II. Zoología (Invertebrados). Sexta Edición. Instituto Gallach. Barcelona, España. 496 p.
- Rodríguez, I. 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, I.; Crespo, G.; Sánchez, R. & Fraga, S. 2000. Influencia del área sombreada por *Albizia lebbek* en indicadores del pasto (*C. nlemfuensis*) y el suelo. *Rev. cubana. Cienc. agríc.* 34:273
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Rodríguez, C.; Castillo, E. & Fraga, S. 2002. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales puras o intercaladas con *Leucaena* para la ceba de toros. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 36:181
- Rodríguez, Idalmis; Torres, Verena; Crespo, G. & Fraga, S. 2002. Biomasa y diversidad de la macrofauna del suelo en diferentes pastizales. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 36:403
- Sánchez, Saray & Milera, Milagros. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de manejo de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. *Pastos y Forrajes.* 25:189
- Sánchez, Saray & Reinés, Marta. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes.* 24:191
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el silvopastoreo. Consejo de Iglesias de Cuba - Departamento de Coordinación y Asesoría de Proyectos. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 21
- Wilson, J.R. & Wild, D.W.M. 1991. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: Forages for plantation crops. (Eds. H.M. Shelton & W.W. Stür). ACIAR. Proceedings No. 32. Canberra, Australia. p. 77
- Xavier, D.F.; Carvalho, M.M.; Alvim, M.J. & Gomes, F.T. 2004. Litter and nutrient accumulation by two different tree combination in a silvopastoral systems. 2nd International Symposium on Silvopastoral Systems. (Eds. L. t'Mannetje, L. Ramírez, M. Ibrahim, C. Sandoval, N. Ojeda & J. Ku). Universidad Autónoma. Mérida, Yucatán, México. p. 132

Recibido el 25 de mayo del 2004

Aceptado el 25 de octubre del 2004