

Influencia de la macrofauna edáfica en la desaparición de las excretas en un sistema silvopastoril

Influence of the edaphic macrofauna on the disappearance of the excreta in a silvopastoral system

Mildrey Soca¹, L. Simón¹, E. Roque², Maylin Soca² y D.E. García¹

¹ Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP. 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: mildrey.soca@indio.atenas.inf.cu

² Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Agraria de La Habana.

San José de las Lajas, La Habana, Cuba

Resumen

Con el objetivo de evaluar el papel que tiene la fauna edáfica en el proceso de descomposición de las excretas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles, se realizó esta investigación en áreas experimentales de la EEPF "Indio Hatuey", en la provincia de Matanzas, Cuba. Se evaluaron dos sistemas: A) Sistema silvopastoril y B) Sistema sin árboles. Los estudios se realizaron durante un año, en las épocas poco lluviosa y lluviosa. En el sistema silvopastoril la macrofauna edáfica mostró diferencias significativas ($P < 0,01$) entre las horas de deposición para la época poco lluviosa, no así para la lluviosa. La mayor cantidad de individuos se encontró en las primeras horas de haber sido depositadas las excretas y se correspondió con las mayores tasas de descomposición. Por su parte, en el sistema sin árboles no hubo diferencias significativas entre los días ni influencia de la macrofauna edáfica en la disminución del peso de las excretas. Al correlacionar las variables peso de las excretas y macrofauna edáfica, no se observaron correlaciones significativas para el sistema sin árboles, por los bajos valores de esta última. Sin embargo, en el sistema silvopastoril las correlaciones encontradas fueron significativas, $r^2 = -0,73^{**}$ vs $r^2 = -0,96^*$ para las épocas poco lluviosa y lluviosa, respectivamente. La presencia de los árboles en el pastizal resultó vital en el desarrollo de la actividad biológica en el suelo, la cual tiene un papel destacado en el proceso de descomposición o desaparición de las excretas.

Palabras clave: Excreta, organismos del suelo, sistemas silvopascícolas

Abstract

With the objective of evaluating the role of the edaphic fauna on the decomposition process of the excreta of young cattle in silvopastoral system, this study was carried out in experimental areas of the EEPF "Indio Hatuey", in Matanzas province, Cuba. Two systems were evaluated: A) Silvopastoral system and B) System without trees. The studies were carried out for a year, in the dry and rainy seasons. In the silvopastoral system the edaphic macrofauna showed significant differences ($P < 0,01$) among the hours after deposition for the dry season, unlike the rainy season. The highest amount of individuals was found in the first hours after the deposition of the excreta and corresponded to the highest decomposition rates. On the other hand, in the system without trees there were neither significant differences among the days nor influence of the edaphic macrofauna on the weight decrease of the excreta. When correlating the variables weight of the excreta and edaphic macrofauna, no significant correlations were observed for the system without trees, due to the low values of the latter. However, in the silvopastoral system the correlations found were significant, $r^2 = -0,73^{**}$ vs $r^2 = -0,96^*$ for the dry and rainy seasons, respectively. The presence of trees in the pastureland was essential for the development of biological activity in the soil, which has an outstanding role in the process of decomposition or disappearance of the excreta.

Key words: Excreta, silvopastoral systems, soil organisms.

Introducción

Las excretas o bostas son el producto final del proceso de degradación de los alimentos, mediante el cual salen al exterior una gran cantidad de nutrientes no asimilables por los animales. En este sentido, en las áreas de pastoreo la deposición de las excretas sobre el pastizal tiene un gran significado, por su contribución a los pastos (Funes Monzote, 2001).

El proceso de descomposición o desaparición de las excretas sobre el pastizal está mediado por muchos factores. Sin embargo, para algunos autores la biocenosis coprófaga tiene una especial importancia en la aceleración de estos procesos. El papel de esta fauna en la descomposición de las bostas en los pastizales solamente con gramíneas ha sido ampliamente estudiado y data de finales del siglo 19 (Rodríguez, 2001).

Por otra parte, los sistemas silvopastoriles proporcionan condiciones edafoclimáticas que favorecen el desarrollo de una rica y variada fauna en el suelo; así lo demuestran los estudios realizados por Sánchez y Reinés (2001), quienes observaron incrementos en el número de individuos por metro cuadrado y en los índices ecológicos: diversidad de especies, abundancia proporcional de organismos en el suelo, equitatividad y dominancia, con los mejores resultados para los sistemas silvopastoriles con respecto a las áreas de pastos en monocultivo.

A pesar de ello, son escasas las investigaciones realizadas acerca de la interrelación de ambas variables, razón por la cual se realizó la presente investigación con el objetivo de evaluar el papel de la fauna edáfica en el proceso de descomposición de las bostas de bovinos jóvenes en sistemas silvopastoriles.

Metodología experimental

Descripción del sitio de investigación

Localización. El estudio se realizó en áreas experimentales de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba, la cual se encuentra ubicada en los 20° 50' de latitud norte y 79° 32' de longitud oeste, a una altitud de 19 msnm.

Introduction

The excreta or droppings are the final product of feedstuff degradation, through which a great quantity of nutrients non assimilable by animals go outside. In this sense, in the grazing areas the deposition of the excreta on the pastureland has great significance, because of their contribution to pastures (Funes Monzote, 2001).

The process of decomposition or disappearance of the excreta on the grassland is mediated by many factors. However, for some authors the coprophagous biocenosis has a special importance in the acceleration of these processes. The role of this fauna on dropping decomposition in the grass-based pasturelands has been widely studied since the end of the 19th century (Rodríguez, 2001).

On the other hand, silvopastoral systems provide edaphoclimatic conditions that favor the development of a wide and varied fauna in the soil; this is shown by the studies carried out by Sánchez and Reinés (2001), who observed increases in the number of individuals per square meter and in the ecological indicators: diversity of species, proportional abundance of organisms in the soil, equitableness and dominance, with the best results for silvopastoral systems as compared to the pasture areas as monocrop.

In spite of that, the studies performed about the interrelation of both variables are few, for which this work was carried out with the objective of evaluating the role of the edaphic fauna in the decomposition process of the droppings of young cattle in silvopastoral systems.

Experimental methodology

Description of the research site

Location. The study was carried out in experimental areas of the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba, which is located in the 20° 50' latitude north and 79° 32' longitude west, at an altitude of 19 meters above sea level.

Climate. The climate is characterized by two well defined seasons, the rainy season from May to October, in which 70-80% of the rainfall occur,

Clima. El clima se caracteriza por dos períodos bien definidos, uno lluvioso de mayo a octubre, donde cae el 70-80% de las lluvias, y otro seco de noviembre a abril, con una precipitación media anual aproximada de 1 300 mm. La temperatura promedio es de 23,1°C, con una humedad relativa de 60-70% durante el día y 80-90% durante la noche.

Suelo. Los sistemas en estudio se encontraban establecidos sobre un suelo Ferralítico Rojo, de mediana fertilidad, con un 80% de arcilla, buenas condiciones de aireación y un pH ligeramente ácido (6,3).

Características de los sistemas en estudio

El sistema silvopastoril fue establecido en octubre de 1995, utilizando plantas aviveradas de *Gliricidia sepium* con un marco de siembra de 4 m entre surcos y 2 m entre plantas. En el inicio del experimento la plantación tenía una edad de cuatro años y medio, una altura de 1,80 m y una densidad de 850 plantas/ha. La composición botánica de ambos sistemas puede apreciarse en la tabla 1. Para su determinación se utilizó el método de los pasos descrito por Lamela (2005). Después de haber recorrido el cuartón se trazaban dos diagonales y se hacían 100 observaciones.

Tratamientos experimentales

Se evaluaron dos tratamientos utilizando un diseño muestral aleatorizado: A) sistema silvopastoril (árboles en pasturas); y B) sistema sin árboles (pastos en monocultivo), que constituyó el tratamiento control.

Las investigaciones se desarrollaron durante 14 meses y se evaluaron las épocas poco lluvio-

and the dry season from November to April, with an approximate annual mean rainfall of 1 300 mm. The average temperature is 23,1°C, with a relative humidity of 60-70% during the day and 80-90% during the night.

Soil. The systems under study were established on a Ferralitic Red soil, of medium fertility, with 80% of clay, good aeration conditions and a slightly acid pH (6,3).

Characteristics of the systems under study

The silvopastoral system was established in October, 1995, using nursery plants of *Gliricidia sepium* with a sowing distance of 4 m between rows and 2 m between plants. At the beginning of the experiment the plantation was four years and a half old, 1,80 m high and had a density of 850 plants/ha. The botanical composition of both systems can be observed in table 1. For its determination the step method described by Lamela (2005) was used. After walking the paddock two diagonals were traced, and 100 observations were made.

Experimental treatments

Two treatments were evaluated using a randomized sampling design: A) silvopastoral system (trees in pasture); and B) system without trees (pastures in monocrop), which constituted the control treatment.

The study was carried out during 14 months and the dry and rainy seasons were evaluated, from July, 2000 to September, 2001.

Experimental procedure. With the departure of the animals from the grazing area the excreta were selected and marked through a systematic

Tabla 1. Composición botánica de los sistemas en estudio (%).
Table 1. Botanical composition of the systems under study (%).

Especies	Sistema silvopastoril	Sistema sin árboles
<i>Brachiaria decumbens</i>	46,46	68,66
<i>Andropogon gayanus</i>	18,58	-
<i>Dichanthium</i> sp.	21,18	21,46
Leguminosas herbáceas	6,69	7,30
<i>Paspalum notatum</i>	1,15	-
Área despoblada	1,10	-
Otras especies	4,83	2,58

sa y lluviosa, desde julio del 2000 hasta septiembre del 2001.

Procedimiento experimental. Con la salida de los animales del área de pastoreo las excretas fueron seleccionadas y marcadas a través de un método de muestreo sistemático, para lo cual se prefijaron valores de diámetro (16 ± 1) y profundidad (3 ± 1). La metodología utilizada en esta investigación fue la descrita por Crespo, Torres y Rodríguez (1995). Cada 24 horas se tomaron cuatro bostas (cada una constituyó una réplica) con el fin de determinar las pérdidas de peso y la macrofauna presente en el suelo. Este estudio se realizó solamente durante el período de reposo del cuartón (35 días). Las mediciones se hicieron entre las 8:30 y las 10:00 am.

En la caracterización de la macrofauna edáfica se utilizó la técnica de Anderson e Ingram descrita por Sánchez y Milera (2002); se perforó el suelo debajo de la excreta entre 0 y 10 cm de profundidad al 50% de las bostas en estudio. Todos los organismos encontrados fueron contabilizados, separados por grupos y trasladados al laboratorio en frascos de cristal con solución de alcohol más formol al 3% para su identificación. En la clasificación taxonómica de la macrofauna edáfica se utilizó las claves descritas por Rodríguez (2001).

Análisis estadístico. Para realizar el análisis de varianza y el cálculo de los estadígrafos de dispersión, así como para establecer las relaciones entre las variables en estudio, se utilizó un análisis de correlación mediante el paquete estadístico SPSS versión 10.0.1 para Windows.

En la diferenciación de las medias se empleó la dócima de comparación de SNK (Student-Newman-Keuls), con un nivel de significación de $P < 0,05$ (Machado Sampaio, 2002).

Resultados y Discusión

La figura 1 muestra la relación entre la macrofauna del suelo y la descomposición de las excretas para los sistemas en estudio en la época poco lluviosa. En el sistema silvopastoril se halló una influencia significativa de la fauna edáfica en la disminución del peso de la bosta, la cual mostró diferencias significativas ($P < 0,01$)

sampling method, for which diameter (16 ± 1) and depth (3 ± 1) values were pre-fixed. The methodology used in this research was the one described by Crespo, Torres and Rodríguez (1995). Every 24 hours four droppings were taken (each one constituted a replication) with the objective of determining the weight losses and the macrofauna present in the soil. This study was performed only during the resting period of the paddock (35 days). The measurements were done between 8:30 and 10:00 a.m.

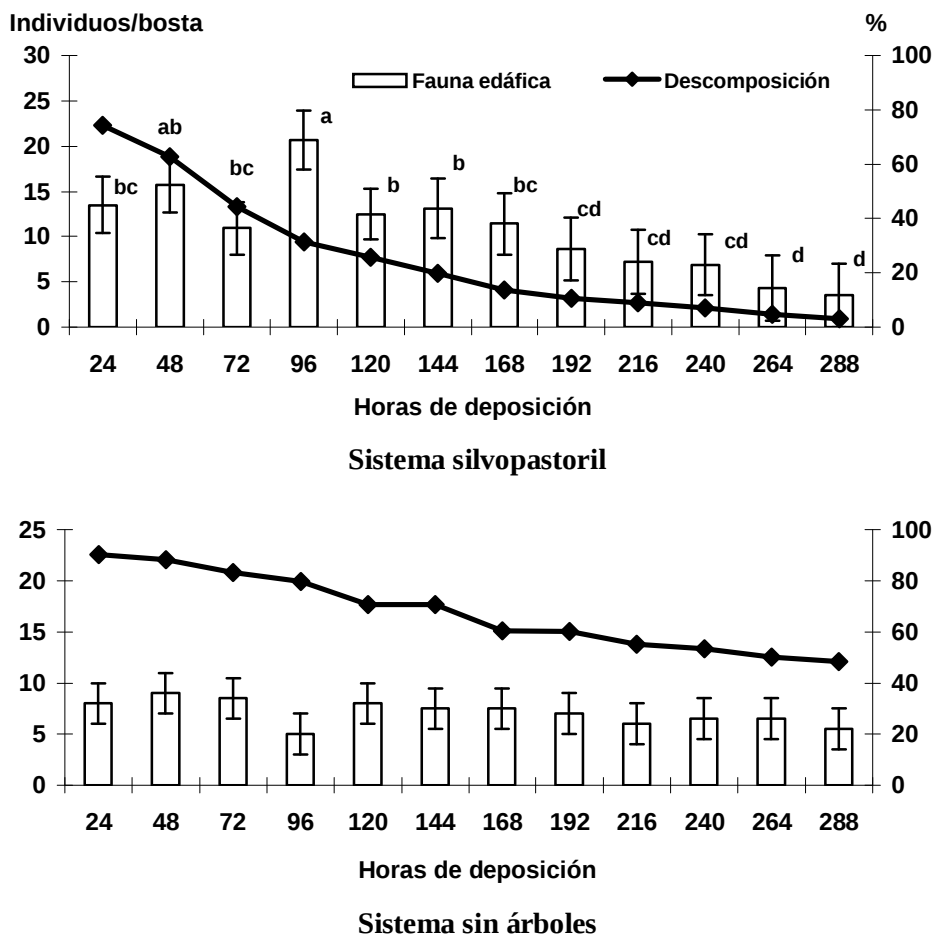
In the characterization of the edaphic macrofauna the technique of Anderson and Ingram described by Sánchez and Milera (2002) was used; the soil under the excreta was perforated between 0 and 10 cm of depth to 50% of the droppings under study. All the organisms found were counted, separated by groups and taken to the laboratory in glass flasks with solution of alcohol plus formol 3% for their identification. In the taxonomic classification of the edaphic macrofauna the keys described by Rodríguez (2001) were used.

Statistical analysis. In order to carry out the variance analysis and the calculation of the dispersion statistics, as well as to establish the relationships among the variables under study, a correlation analysis was done through the SPSS statistical pack version 10.0.1 for Windows.

In the differentiation of the means the SNK (Student-Newman-Keuls) comparison test was used, with a significance level of $P < 0,05$ (Machado Sampaio, 2002).

Results and Discussion

Figure 1 shows the relationship between the soil macrofauna and the decomposition of the excreta for the systems under study in the dry season. In the silvopastoral system a significant influence of the edaphic fauna on the decrease of the dropping weight was found, which showed significant differences ($P < 0,01$) among the days; the highest number of individuals was observed in the first 96 hours, in correspondence with the highest decomposition rates; while in the system without trees there were neither significant differences among the days nor influence of the dropping weight on the dynamics of the edaphic



a, b, Valores con superíndices desiguales en cada medición difieren estadísticamente mediante la dódima de SNK para $P < 0,01^{**}$

Fig. 1. Relación entre la macrofauna edáfica (individuos por bosta) y la descomposición de las excretas (%) en la época poco lluviosa.

Fig. 1. Relationship between the edaphic macrofauna (individuals per dropping) and the decomposition of the excreta (%) in the dry season.

entre los días; la mayor cantidad de individuos se encontró en las primeras 96 horas, en correspondencia con las mayores tasas de descomposición; mientras que en el sistema sin árboles no hubo diferencias significativas entre los días ni influencia del peso de las bostas en la dinámica de la fauna edáfica, que mostró un comportamiento estable y no superó los 10 individuos por bosta.

En la época lluviosa la fauna edáfica no mostró diferencias significativas entre los días, tanto para el sistema silvopastoril como para el sistema sin árboles (fig. 2). Sin embargo, en el primero el peso de la bosta influyó significativamente

fauna, that showed a stable performance and did not exceed 10 individuals per dropping.

In the rainy season the edaphic fauna did not show significant differences among days, for the silvopastoral system as well as for the system without trees (fig. 2). Nevertheless, in the former the dropping weight influenced significantly ($P < 0,01$) the performance of the macrofauna, which decreased progressively as the excreta was decomposed. In both seasons there were significant differences between the systems under study per day regarding the performance of the soil macrofauna, which was always higher in the silvopastoral system.

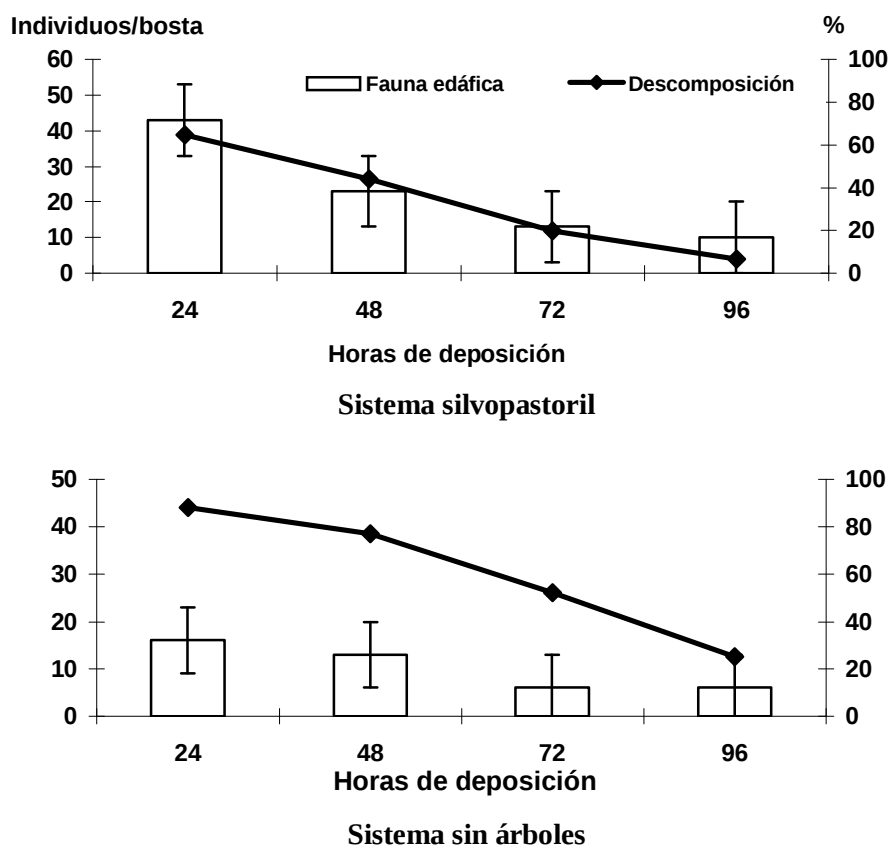


Fig. 2. Relación entre la macrofauna edáfica (individuos por bosta) y la descomposición de las excretas (%) en la época lluviosa.

Fig. 2. Relationship between the edaphic macrofauna (individuals per dropping) and the decomposition of the excreta (%) in the rainy season.

($P < 0,01$) en el comportamiento de la macrofauna, la cual fue disminuyendo en la medida que se descomponía la excreta. En ambas épocas hubo diferencias significativas entre los sistemas en estudio por día en cuanto al comportamiento de la macrofauna del suelo, que fue siempre mayor en el sistema silvopastoril.

Por otra parte, al correlacionar las variables peso de las bostas y macrofauna edáfica, no se observaron correlaciones significativas entre ambas para el sistema sin árboles, por lo que se puede inferir que los bajos valores de la biota edáfica no le permiten una participación más destacada en el proceso de descomposición de las excretas en estos sistemas (tabla 2).

Sin embargo, en el sistema silvopastoril las correlaciones encontradas fueron significativas

On the other hand, when correlating the variables weight of the droppings and edaphic macrofauna, no significant correlations were observed between them for the system without trees, for which it can be deduced that the low values of the edaphic biota do not allow it a more outstanding participation in the process of decomposition of the excreta in these systems (table 2).

However, in the silvopastoral system the correlations found were significant in both seasons, although they were negative for the dry season; such performance is related to the biological process of these organisms, which migrate to other areas of the pastureland searching for food once the excreta disappear. The results show that the presence of this fauna,

Tabla 2. Correlaciones entre las variables macrofauna edáfica y descomposición de las excretas.

Table 2. Correlations between the variables edaphic macrofauna and decomposition of the excreta.

Sistemas	Coeficiente de correlación r	
	Época poco lluviosa	Época lluviosa
Sistema silvopastoril	-0,73**	0,96*
Sistema sin árboles	-0,62	-0,41

Correlaciones significativas a *P<0,05 **P<0,01

en ambas épocas, aunque negativas para la poca lluviosa; tal comportamiento está relacionado con el proceso biológico de estos organismos, los cuales migran a otras áreas del pastizal en busca de alimentos una vez desaparecidas las excretas. Los resultados demuestran que la presencia de esta fauna, en especial las lombrices, las larvas de dípteros y los coleópteros, desempeña un importante papel en la descomposición de las bostas por ser capaces de remover grandes cantidades de excrementos, promover la aireación y la actividad microbiana a través de los canales que construyen en el suelo, además de favorecer el traslado de la materia orgánica y el intercambio de nutrientes (Rodríguez, Crespo, Fraga, Rodríguez y Prieto, 2003).

Además, algunos de estos organismos, en especial los de hábito coprófago (como los coleópteros), pueden incorporar las heces fecales al suelo en un lapso de 24 horas (Monteiro y Werner, 1989). Esta acción enterradora de los coleópteros disminuye la contaminación que provoca la acumulación del excremento en el pastizal y conduce, por lo tanto, a un mejor aprovechamiento de la cantidad de pasto disponible, así como favorece la retención de agua y la remoción de los horizontes del suelo.

La mayor presencia de individuos de la fauna edáfica en el suelo en condiciones silvopastoriles está directamente relacionada con la presencia de los árboles, los cuales proporcionan condiciones adecuadas de humedad y temperatura, mayores contenidos de materia orgánica y deposición de hojarasca, aspectos que se hacen más evidentes en pastizales con la presencia de asociaciones de gramíneas y leguminosas, lo que

specially earthworms, larvae of Diptera and Coleoptera, plays an important role in the decomposition of droppings as they are capable of removing great amounts of dung, promoting aeration and microbial activity through the channels they construct in the soil, in addition to favoring the movement of organic matter and the exchange of nutrients (Rodríguez, Crespo, Fraga, Rodríguez and Prieto, 2003).

Besides, some of these organisms, specially the coprophagous ones (such as Coleoptera), can incorporate the feces to the soil in a period of 24 hours (Monteiro and Werner, 1989). This burying action of the Coleoptera decreases the contamination caused by the accumulation of dung in the pastureland and leads, thus, to better utilization of the amount of pasture available, as well as favors water holding and the remotion of the soil horizons.

The greater presence of individuals of the edaphic fauna in the soil under silvopastoral conditions is directly related to the presence of trees, which provide adequate conditions of humidity and temperature, higher contents of organic matter and deposition of litter, aspects that become more evident in pasturelands with associations of grasses and legumes, which allows to create the conditions for an intense biological activity in the soil (Sánchez and Reinés, 2001; Rodríguez, Crespo, Rodríguez, Castillo and Fraga, 2002; Alonso, 2003; Harvey, 2003).

Under such conditions the humidity contents, specially, favor the fast colonization of the excreta; while in the traditional systems (based only on pastures) the soil dryness and the direct influence of the environmental temperature give

permite crear las condiciones para una intensa actividad biológica en el suelo (Sánchez y Reinés, 2001; Rodríguez, Crespo, Rodríguez, Castillo y Fraga, 2002; Alonso, 2003; Harvey, 2003).

En dichas condiciones los contenidos de humedad, en especial, favorecen la rápida colonización de las excretas; mientras que en los sistemas tradicionales (solamente a base de pasto) la sequedad en el suelo y la influencia directa de la temperatura ambiental dan lugar a la formación de las costras y al endurecimiento de las excretas, limitando su desaparición en el pastizal por medio de la fauna coprófaga. En este sentido, Rodríguez (2001) encontró correlaciones negativas entre la temperatura ambiente y el número de individuos en las excretas y en el suelo, en sistemas de pastoreo intensivo en monocultivo.

Los resultados permiten afirmar que la presencia de los árboles en los sistemas ganaderos promueve el desarrollo de la fauna edáfica, la cual deteriora la fuente de incubación de muchas enfermedades del ganado bovino y tiene un papel preponderante en la rápida descomposición de las excretas; con ello no solo mejora la incorporación de nutrientes al ecosistema, sino también disminuyen las pérdidas por volatilización del nitrógeno presente en estas.

Referencias bibliográficas

- Alonso, J. 2003. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril (*Leucaena leucocephala* vc Perú) y guinea (*Panicum maximum* vc Likoni). Resumen de tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 35 p.
- Crespo, G.; Torres, Verena & Rodríguez, Idalmis. 1995. Nota sobre la velocidad de descomposición de las bostas vacunas en la época de seca. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 29:257
- Funes Monzote, F. 2001. Integración ganadería agricultura con bases agroecológicas. Plantas y animales en armonía con la naturaleza y el hombre. ANAP-IIPF. Ciudad de La Habana, Cuba. 83 p.
- Harvey, Celia. 2003. La conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles. Curso Internacional sobre ganadería y medio ambiente. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 21
- Lamela, L. 2005. Balance alimentario. Conferencia. Curso "Manejo y utilización de los pastos y forrajes para la producción animal". Maestría en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 18 p. (Mimeo).
- Machado Sampaio, IB. 2002. Estadística aplica à experimentacao animal. FEPMVZ. Minas Gerais, Brasil. 265 p.
- Monteiro, F.A. & Werner, J.C. 1989. Ciclagem de nutrientes minerais em pastagens. In: Simposio sobre ecosistema de pastagens. (Eds. V. Favoretto & R. Andrade). FUNEP. Jabonicabal, Brasil. p. 149
- Rodríguez, Idalmis. 2001. Influencia de las excreciones de vacas lecheras en el agroecosistema del pastizal. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 96 p.
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Fraga, S.; Rodríguez, C. & Prieto, D. 2003. Actividad de la mesofauna y la macrofauna en las bostas durante el proceso de descomposición. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 37:319
- Rodríguez, Idalmis; Crespo, G.; Rodríguez, C.; Castillo, E. & Fraga, S. 2002. Comportamiento de la macrofauna del suelo en pastizales con gramíneas naturales o intercaladas con leucaena para la ceba de toros. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 36:181
- 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, Martha. 2001. Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes.* 24:191

--End of the English version--

Recibido el 24 de diciembre del 2004
Aceptado el 12 de octubre del 2005