

## Macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles con *Morus alba*, *Leucaena leucophala* y pastos

María G. Medina<sup>1</sup>, Danny E. García<sup>1\*</sup>, Pedro Moratinos<sup>2</sup>, Tyrone Clavero<sup>3</sup> y Jesús M. Iglesias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes (ULA), Núcleo Universitario “Rafael Rangel” (NURR), Departamento de Ciencias Agrarias, Código postal 3152. Pampanito estado Trujillo, Venezuela. \*Correo electrónico: dagamar8@hotmail.com.

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), estado Trujillo, Venezuela.

<sup>3</sup>Universidad del Zulia (LUZ), Facultad de Agronomía, estado Zulia, Venezuela.

<sup>4</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

---

### RESUMEN

Se realizó un experimento en el estado Trujillo, Venezuela con el objetivo de evaluar el efecto del año, la época, la modalidad de asociación, la frecuencia de pastoreo, la estrategia de poda y la profundidad en el comportamiento de la macrofauna edáfica en un sistema de monocultivo de pasto (P) y asociado con *Morus alba* (M) y *Leucaena leucocephala* (L) mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4x3x3x2x2 y 3 réplicas. Se realizó una caracterización de la macrofauna al inicio del establecimiento de los sistemas y en diferentes periodos. Para ello se seleccionaron al azar tres sitios de muestreo en cada tratamiento por modalidad de asociación (P; M+P; M+L+P) y se excavaron calicatas de 30x30x30 cm en el suelo. Las muestras fueron separadas en diferentes profundidades 0-10, 10-20 y 20-30 cm. Los ejemplares pertenecientes a la macrofauna fueron separados, contados y clasificados hasta nivel de familia. No se observaron interacciones significativas pero sí efecto de todos los factores estudiados, excepto de la estrategia de poda, en la densidad de individuos/m<sup>2</sup>. Hubo diferencias significativas a favor del segundo (57,8) y tercer año (66,5) de explotación, comparados con el establecimiento (15,9) y en el primer año de explotación (20,9). Durante la época de lluvias se observó la mayor cantidad de individuos/m<sup>2</sup> (44,78), así como en los sistemas con árboles (M+P: 31,31; M+L+P: 36,95), con la frecuencia de pastoreo más espaciada (39,4) y en los primeros 10 cm de profundidad (56,0; P<0,01). Se determinó mayor riqueza cualitativa en términos de especies en los sistemas asociados. Se concluye que la presencia de la morera y la leucaena favorecieron la colonización en los sistemas asociados y la mayor presencia de phylum, clases, órdenes y familias de organismos edáficos.

*Palabras clave:* organismos del suelo, asociación, Morera, Leucaena.

---

### Edaphic macrofauna in silvopastoral systems with *Morus alba*, *Leucaena leucophala* and grasses

### ABSTRACT

An experiment was carried out in order to evaluate the effect of the year, the season, the modality association, the grazing frequency, the pruning strategy and the soil depth in the behavior of the edaphic macrofauna in a grass area (P) and associated systems with *Morus alba* (M) and *Leucaena leucocephala* (L) in Trujillo state, Venezuela using a randomized blocks design with factorial arrangement 4x3x3x2x2 and 3 replicates. A characterization from the macrofauna to the beginning of the establishment and different periods was studied. Was selected it at random 3 sampling point in each treatment for association modality (P; M+P; M+L+P; L+P) and calicates of 30x30x30 cm was dug in the floor. The samples were separated in different depths 0-10, 10-20 and 20-30 cm. The macrofauna samples were separate, counted and classified until family level. No significant interaction was observed. However, effect of all factors studied was obtained, except of the pruning strategy, among individues/

m<sup>2</sup> density. Significant differences among the second (57.8) and third (66.5) year of exploitation, compared with the establishment (15.9) and in the first year of exploitation (20.9) were observed. During the rainy season (44.78) the biggest quantity in individuals was observed by area unit, as well as in the tree systems (M+P: 31.31; M+L+P: 36,95), with the most spaced grazing frequency (39,40) and in the first 10 cm of depth (56.00; P<0.01). Bigger qualitative wealth in terms of species in the associate systems was observed. The mulberry and leucaena presence favored the colonization in the associate systems and the biggest phylum, classes, orders and families of edaphic organisms were counted.

**Keywords:** soil organisms, association, Mulberry, Leucena.

## INTRODUCCIÓN

Restaurar y conservar las características químicas y biológicas del suelo es un gran desafío para mantener la productividad de los cultivos. En este sentido, la agroecología propone estrategias capaces de superar las limitaciones estructurales y funcionales inherentes a los sistemas de producción. Tales premisas se dirigen hacia la estimulación y optimización de los procesos biológicos del suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, aspecto de gran relevancia para incrementar y mantener la fertilidad edáfica (Medina *et al.*, 2006).

En ellas se prioriza la adopción de técnicas multifuncionales que pueden mantener o mejorar la fertilidad, contrarrestar los procesos de erosión, favorecer la presencia de poblaciones de organismos benéficos y controlar el surgimiento de vegetación espontánea; la agroforestería, entre ella, los sistemas silvopastoriles, se encuentran dentro de estas estrategias (Medina, 2004).

Importantes resultados se han obtenido en cuanto a mejoras de la calidad de los suelos con el uso de los sistemas silvopastoriles. Según Rodríguez *et al.*, (2003) y Sánchez (2007), los árboles especialmente los leguminosos intervienen en el ciclo de nutrientes, pues la hojarasca contribuye a la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema al constituir la fuente principal de circulación de materia orgánica, energía y nutrientes entre las plantas y el suelo (Medina *et al.*, 2006).

Otra de las contribuciones de los árboles es lo referido al reciclaje de nutrientes, ya que los mismos son capaces de llegar a los horizontes más profundos del suelo, absorber los nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural de las hojas, las ramas,

los frutos o mediante la poda. Los incrementos en materia orgánica mejoran las condiciones biológicas del suelo, al constituir una fuente de energía para el desarrollo de micro y macro organismo (Sánchez, 2007).

Dentro de este contexto, es relevante profundizar el conocimiento de la relación suelo-planta-animal y el funcionamiento sostenible de los ecosistemas especialmente los ganaderos basados en la diversidad biológica del suelo. Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de la modalidad de asociación, la época, la estrategia de poda, la frecuencia de pastoreo y la fertilización en el comportamiento de la macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril en el estado Trujillo, Venezuela.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del ensayo

El experimento se desarrolló en un área de gramíneas con diez años de establecida y sometida continuamente a pastoreo en la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel" (Núcleo Universitario "Rafael Rangel"), propiedad de la Universidad de Los Andes, específicamente en el sector La Catalina, Vega Grande, municipio Pampán del estado Trujillo, Venezuela.

La unidad de producción se encuentra en condiciones de transición de Bosque seco tropical a Bosque húmedo tropical, entre las coordenadas 9°35'00" y 9°37'19" de latitud Norte y entre 70°27'00" y 70°31'39" de longitud Oeste, a una altura de 270-300 msnm (Medina *et al.*, 2006).

### **Características edafoclimáticas del área experimental**

El área experimental presenta un suelo alcalino, profundo y de baja fertilidad, catalogado como Fluvisol (Medina *et al.*, 2006). Las características químicas del suelo durante la etapa de evaluación fueron las siguientes: pH (KCl): 8,15; MO (%): 1,04; Nitrógeno asimilable (%): 0,09; Carbono orgánico (%): 1,18 y Ca (cmol/kg): 244.

La zona presenta un clima de Sabana Tropical cuya precipitación promedio es menor de 52, 2 mm en el mes más seco (junio), y no mayor de 212,5 mm en el mes más húmedo (octubre).

### **Procedimiento experimental**

Se establecieron tres sistemas silvopastoriles de cada modalidad (Morera-Pastos (M+P), Morera-Leucaena-Pasto (M+L+P)), y se utilizó una parcela sin árboles de 0,19 ha, (sistema en monocultivo de pastos (P)), la cual se utilizó como testigo. La siembra de los árboles que se realizó al inicio de lluvias siguiendo las recomendaciones efectuadas por Simón (2000), para sistemas silvopastoriles. Durante el tiempo de evaluación sólo se realizaron labores culturales de platoneo, control de altura del pasto y fertilización (localizada y sólo a la morera) a los diferentes sistemas los primeros cinco meses del establecimiento, en concordancia con lo señalado por Toral (2006), para el manejo de arbóreas en el establecimiento; posteriormente y durante la etapa de explotación con animales no se efectuó ningún tipo de labor agronómica en los diferentes estratos del pastizal.

Para el estudio de la macrofauna edáfica, se realizaron muestreos aleatorios antes del trasplante, tanto en la parcela testigo como en el resto de los tratamientos, y luego en los diferentes periodos climáticos evaluados (entrada de lluvia, periodo lluvioso, salida de lluvia y periodo seco). Para ello, se seleccionaron tres puntos de muestreo al azar en cada tratamiento por subparcela y de acuerdo con la metodología recomendada por el Programa de Biología y Fertilidad de los Suelos Tropicales (TSBF) propuesta por Anderson e Ingram (1993), se evaluó la densidad de individuos/m<sup>2</sup>. En este sentido, se excavaron calicatas de 30 x 30 x 30 cm y, posteriormente el suelo fue separado mediante la extracción con pala manual en las diferentes profundidades (10, 20 y 30

cm). Cada estrato del suelo fue colectado y procesado individualmente, separando cuidadosamente los organismos encontrados en el suelo. La macrofauna fue contada, caracterizada y clasificada hasta nivel de orden, acorde a las claves de clasificación vigentes en el Laboratorio de Entomología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Trujillo, Venezuela.

### **Diseño experimental, procesamiento de datos y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 4 (periodos climáticos) x 3 (modalidades de asociación) x 3 frecuencias de pastoreo (60, 90 y 120 días) x 3 profundidades del suelo (0-10, 10-20, y 20-30 cm) x 2 estrategias de poda (con poda y sin poda), para medidas repetidas en el tiempo y 3 réplicas por subparcela. Adicionalmente, se tuvo en cuenta el efecto del año de evaluación (un año de establecimiento y tres años de explotación).

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el paquete estadístico SPSS 10.0 (versión en español) para Window® (Visauta, 1998). En todos los casos, inicialmente se comprobó los supuestos y normalidad de los errores por la prueba modificada de Shapiro Wilk (Royston, 1982), así como el test de homogeneidad de varianza según la prueba de Bartlex (1937), con el objetivo de verificar la normalidad de los datos. Para homogenizar la varianza, en el caso que fue necesario, se transformó la variable para la realizar el análisis estadístico.

Para el análisis de varianza se utilizó la opción GLM (modelo lineal general) del paquete SPSS 10.0, empleando para la comparación de medias la dócima de rango múltiple de Duncan a  $P < 0,05$  (Duncan, 1955).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Al procesar los datos experimentales no se observaron interacciones significativas entre los factores para ninguna de las variables estudiadas ( $P < 0,05$ ). Por lo que el análisis de resultados se realizó acorde al efecto de los factores principales en cada caso.

En la Figura 1 se muestran los resultados de la evolución de la macrofauna edáfica en los sistemas asociados, en función de los factores considerados.

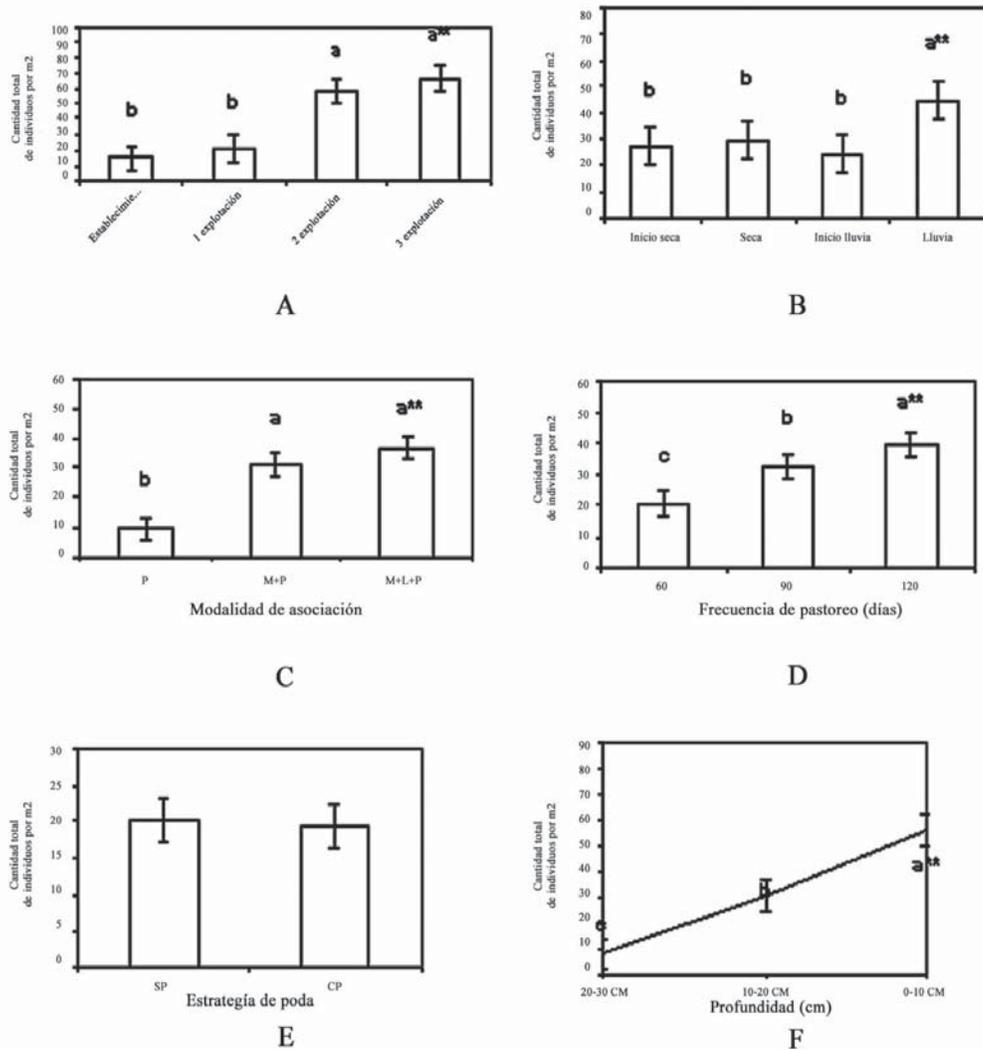


Figura 1. Comportamiento de la macrofauna edáfica en función del A: Año, B: Época, C: Modalidad de asociación, D: Frecuencia de pastoreo, E: Estrategia de poda y F: Profundidad. L: leucaena, P: pasto; M: morera. Medias con diferentes letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ),  $** (P < 0,01)$ .

Se observó efecto significativo de todos los factores en estudio en la densidad de individuos por unidad de área, exceptuando la estrategia de poda.

Asimismo, hubo diferencias significativas a favor del segundo y tercer año de explotación, comparados con la medición durante el establecimiento y en el primer año de explotación ( $P < 0,001$ ). Al final del ensayo se contabilizaron más de 60 individuos por metro cuadrado, lo cual corresponde con un incremento sustancial, si se considera que antes de establecer los árboles en el área había menos de diez organismos edáficos.

La evolución progresiva y escalonada de la densidad de individuos describe la colonización

efectiva que ocurrió durante los cuatro años de muestreo; aspectos señalados por Sánchez y Milera (2002), con relación al efecto positivo que ejercen los árboles en la aparición de una mayor diversidad de organismos en el suelo, debido al apropiado nicho ecológico que se forma para muchos de estos organismos, relacionado con la regulación de la temperatura y la mayor disponibilidad de materia orgánica que sirve como fuente de alimento para este tipo de fauna.

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son inferiores, en cuanto a la densidad de individuos, a los informados por otros autores en contextos silvopastoriles en diferentes condiciones

edafoclimáticas (Sánchez *et al.*, 1998; Sánchez, 2007); pero a su vez son superiores a los informados por Rodríguez *et al.*, (2003), en pasto en monocultivo y asociación sólo con leucaena.

Los resultados obtenidos en los sistemas asociados con morera y leucaena pueden explicarse si se considera que el área experimental exhibía, al inicio del ensayo, niveles de materia orgánica cercanos al 1%, presenta características aluviales y es esporádicamente inundado, lo cual dificultaba la colonización regular y sostenida de organismos edáficos; aspectos informados anteriormente por Medina *et al.*, (2006) y que coincide además con criterios generales expresados por (Sánchez, 2007).

Estos resultados describen que en las condiciones de experimentación la colonización de organismos edáficos, aunque resultó progresiva fue lenta, y que este proceso no ocurre instantáneamente después del establecimiento de los árboles. Lo cual constituyen también aseveraciones realizadas por Lavelle (1997) quien describió, de forma general, el proceso de colonización de los organismos edáficos.

En la época de lluvias se observó la mayor densidad de individuos ( $P < 0,001$ ), resultados que coinciden con los obtenidos por Sánchez (2007), ya que en el periodo de mayores precipitaciones la actividad de los organismos del suelo sobre la hojarasca en mayor, condicionado por una sobresaliente producción de biomasa.

Aún cuando se evidenció una tendencia numérica de incremento de la densidad de individuos cuando la asociación fue más compleja, en función de sus componentes; todos los sistemas que tuvieron árboles presentaron mayor cantidad de individuos, que el testigo formado por pasto en monocultivo. Sin embargo, en los sistemas que se incluyó morera se observó mayor número de individuos ( $P < 0,01$ ), estos resultados demuestran la incidencia positiva de este arbusto en la biodiversidad y la concentración de organismos en el suelo.

La frecuencia de pastoreo influyó, significativamente, en la densidad de individuos ( $P < 0,01$ ). En este sentido, con los pastoreos más frecuentes la concentración de individuos fue menor, no obstante, con los pastoreos más espaciados se observó mayor cantidad de organismos del suelo por unidad de área. Estos resultados se logran explicar

si se considera que la mayor frecuencia de pastoreo condiciona menor disponibilidad, tanto de pastos como de follaje arbóreo, lo cual constituye alimento esencial para un gran número de estos organismos, los cuales posiblemente se ven obligados a buscar alimentos en otras áreas con mayor disponibilidad de materia orgánica (Sánchez y Reyes, 2003). Al respecto, en el área de estudio sometido a la mayor frecuencia de pastoreo fueron identificados organismos detritivos (Collembola), como otros entomófagos, producto a la mayor deposición de heces por parte de los bovinos.

También, se debe señalar la presencia de coleópteros de la familia *Scarabaeidae*, los cuales son enterradores de excretas en los sistemas silvopastoriles, lo cual presenta una elevada significación ya que participan en el reciclaje de nutrientes (Sánchez, 2007) y favorecen la disminución de la carga parasitaria en los pastizales (Soca, 2005).

La estrategia de poda no influyó en la densidad de individuos. Este resultado se explica por el hecho de que, aunque la biomasa cosechada producto del corte manual se incorporó íntegramente al suelo, la proporción de hojas y tallos comestible, respecto a la de leñosos fue muy inferior. Por lo que el aporte de material de fácil descomposición al suelo fue ínfimo, haciendo que la macrofauna no pudiera hacer un uso efectivo de esta fuente de pocos nutrimentos.

Con relación a la profundidad, entre los primeros 10 cm del suelo se observó la mayor cantidad de individuos por unidad de área, y entre los 20 y 30 cm la menor proporción. Estos resultados coinciden con los referenciados por Crespo y Rodríguez (2000), con relación a que en la capa superficial del suelo se encuentra una significativa cantidad de individuos y se produce la mayor actividad de la macrofauna.

Desde el punto de vista de la densidad de individuos, los sistemas asociados evolucionaron positivamente en el tiempo. Sin embargo, las variaciones ambientales y la frecuencia de pastoreo, como variable de manejo, resultaron medulares en la variación de la población de individuos edáficos.

Por otra parte, en los Cuadros 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se muestra la información cualitativa en términos de *phylum*, orden, clase y familia de los organismos colectados en la estimación de la densidad de individuos.

Cuadro 1. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de establecimiento (control sin árboles y modalidad M+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico		
0-10	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>		Perrito de agua		
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Hemiptera	<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>			Perrito de agua	
<b>Sumatoria Modalidad P*</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>			
0-10	Arthropoda	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés		
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz		
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo		
				<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito		
			<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera			
			<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo			
			Orthoptera	<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo		
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>		Chicharra		
20-30	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	adultos	Bachaco		
			Diptera	<i>Agromyzidae</i>		Pasador de la hoja		
			Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Collembola	<i>Entomobryidae</i>	adultos	Lérido		
20-30	Arthropoda	Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>	adultos y exadultos	Araña		
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		
			Coleoptera	<i>Elateridae</i>	Exadultos y Mf 2	Escarabajo		
<b>Sumatoria Modalidad M+P</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>5</b>			

P: pastos, M: morera, Mf: morfa P: pastos, \*no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

Desde el punto de vista cualitativo al inicio del ensayo sólo se detectó un *phyllum*, una clase, tres órdenes y cuatro familias. Sin embargo, en los sistemas asociados, durante el establecimiento, se detectaron dos *phyllum*, entre 3 y 4 clases, entre 4 y 9 órdenes y entre 4 y 12 familias. Asimismo, en la etapa de explotación se contabilizaron de 2 a 5 *phyllum*, 4 clases, entre 5 y 9 órdenes y entre 5 y 17 familias, lo que describe una mayor riqueza taxonómica durante el transcurso del ensayo, desde el transplante de los árboles al campo.

En todos los casos, los artrópodos y los anélidos fueron los *phyllum* más representados; así como los diplópodos, los insectos y los arácnidos para las clases. En cuanto a los órdenes sobresalieron los coleópteros, los hemípteros, los haplotáxidos y los orthópteros como los más significativos.

La distribución, importancia y significación biológica de estos organismos, en función de su ubicación taxonómica, en el marco de los sistemas silvopastoriles, ha sido bien documentada en

Cuadro 2. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de establecimiento. (Modalidad: L+M+P y L+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico		
0-10	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	<i>Formicidae</i>	exlarvas y adultos	Bachaco		
			Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	Mf1 y Mf2 ninfas y adultos	Perrito de agua		
			Coleoptera	<i>Cerambycidae</i>	adultos	Escarabajo		
				<i>Passalidae</i>		Pasálido		
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra		
			Diplopoda	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés		
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz
						<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
					Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exadultos y huevos	Pelotera
10-20	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	ninfas y adultos	Perrito de agua		
			Isoptera	<i>Heterothermitidae</i>		Termita		
				<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche		
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra		
			Diplopoda	<i>Glomeridae</i>		Milpiés		
			Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz
					Isoptera	<i>Heterothermitidae</i>		Termita
20-30	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	huevos y exlarvas	Pelotera		
<b>Sumatoria Modalidad M+L+P</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>8</b>			
0-10	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	<i>Cynidae</i>		Chinche		
			Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	adultos	Perrito de agua		
			Hymenoptera	<i>Formicidae</i>		Bachaco		
			Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo		
			Hemiptera	<i>Cynidae</i>		Chinche		
10-20	Arthropoda	Insecta	Orthoptera	<i>Gryllotalpidae</i>	adultos	Perrito de agua		
<b>Sumatoria Modalidad L + P*</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>			

P: pastos, M: morera, L: Leucaena, \*no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

recopilaciones e investigaciones desarrolladas bajo diferentes condiciones (Sánchez, 2007). Sin embargo, estos resultados, desde el punto de vista cualitativo, coincide con lo planteado por otros autores en ecosistemas insulares tropicales (Sánchez y Milera, 2002; Sánchez y Reyes, 2003), donde se observó una similitud en cuanto a la diversidad de los organismos colonizadores.

En las condiciones continentales de este ensayo se encontraron insectos por las clases y coleópteros y orthópteros por los órdenes que no han sido informados en estudios anteriores similares, quizás relacionados con las particularidades de la fauna continental venezolana, las condiciones edafoclimáticas prevalecientes y los tipos de especies

Cuadro 3. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. (Modalidad: M+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico	
0-10	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
		Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
	Arthropoda	Insecta	Hymenoptera		<i>Scoliidae</i>		Colpa
			Orthoptera		<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo
					<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito
			Coleoptera		<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas y adultos	Pelotera
					<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
			Hemiptera		<i>Cicadidae</i>	ninfas	Chicharra
			Hymenoptera		<i>Formicidae</i>	larvas y adultos	Hormiga
			Diptera		<i>Agromyzidae</i>	adultos	Pasador de la hoja
10-20			Coleoptera	<i>Entomobryidae</i>		Lepido	
				<i>Elateridae</i>	Exlarvas Mf 1	Escarabajo	
				<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera	
				<i>Dictynidae</i>	adultos y exadultos	Araña	
20-30	Annelida	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
		Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	Exadultos Mf 2	Escarabajo	
<b>Sumatoria Modalidad M+P</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>5</b>		

P: pastos, M: morera, Mf: morfa

Cuadro 4. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. Modalidad: L+M+ P (0-10 cm).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico	
0-10	Arthropoda	Insecta	Diplopoda	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
				<i>Formicidae</i>	larvas, exlarvas y adultos	Hormiga y Bachaco	
			Coleoptera	Dictyoptera	<i>Blatteridae</i>	ninfas y adultos	Cucaracha
					<i>Elateridae</i>	exlarvas Mf1 y Mf2	
					<i>Nitidulidae</i>		Escarabajo
					<i>Scarabaeidae</i>	adultos	
					<i>Cerambycidae</i>		
					<i>Tenebrionidae</i>	exlarvas	Vaquita
					<i>Passalidae</i>	adultos	Pasálido
					Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo		
			<i>Gryllotalpidae</i>	ninfas y adultos	Perrito de agua		
			<i>Lumbricidae</i>	adultos	Lombriz		
<b>Sumatoria Modalidad M+L+P</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>7</b>		

Cuadro 5. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación. Modalidad: L+M+P (10-30 cm).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo
				<i>Scarabaeidae</i>	exadultos y huevos	Pelotera
				<i>Tenebrionidae</i>	huevos y adultos	Vaquita
			Orthoptera	<i>Heterothermitidae</i>	adultos	Termita
				<i>Gryllotalpidae</i>	exadultos	Perrito de agua
			Hemiptera	<i>Cicadidae</i>	ninfas y exninfas	Chicharra
				<i>Cynidae</i>	adultos	Chinche
			Hymenoptera	<i>Pyrrocoridae</i>		
				<i>Formicidae</i>	exlarvas y adultos	Hormiga y Bachaco
			Annelida	Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>
<i>Glomeridae</i>		Milpiés				
Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Lumbricidae</i>		adultos	Lombriz	
		<i>Haplotaxida</i>			Termitas	
20-30	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Heterothermitidae</i>	huevos, exlarvas y exadultos	Escarabajo
				<i>Elateridae</i>	Mf 2	
<b>Sumatoria</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	

P: pastos, M: morera, L: leucaena, Mf: morfa

Cuadro 6. Resumen cualitativo de la fauna del suelo durante la fase de explotación (modalidad L+P).

Profundidad (cm)	Phylum	Clase	Orden	Familia	Estadio	Nombre genérico	
0-10	Arthropoda	Diplopoda	Glomeridesmida	<i>Glomeridae</i>	adultos	Milpiés	
				<i>Lumbricidae</i>		Lombriz	
	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Scarabaeidae</i>	exlarvas	Escarabajo	
				<i>Chrysomelidae</i>	huevos y adultos	Coquito	
	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Scarabaeidae</i>	adultos	Pelotera	
				<i>Gryllidae</i>	ninfas	Grillo	
				<i>Cicadidae</i>		Chicharra	
				<i>Formicidae</i>		Bachaco	
				<i>Agromyzidae</i>	adultos	Pasador de la hoja	
				<i>Elateridae</i>	exlarvas	Escarabajo	
10-20	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	<i>Entomobryidae</i>	adultos	Lépidio	
				<i>Araneae</i>	adultos y exadultos	Araña	
			Arachnida	Araneae	<i>Dictynidae</i>		
					<i>Lumbricidae</i>		
20-30	Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	<i>Lumbricidae</i>			
				<i>Elateridae</i>	Exadultos y Mf 2	Escarabajo	
<b>Sumatoria Modalidad L+P</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>5</b>		

P: pastos, M: morera, Mf: morfa P: pastos, \*no se encontraron organismo en la profundidad entre 20-30 cm.

vegetales establecidas en el ecosistema de evaluación, que condicionaron nichos ecológicos para organismos específicos.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a los trabajadores de la Estación Experimental y de Producción Agrícola "Rafael Rangel", NURR, ULA-Trujillo por el apoyo para llevar a cabo la investigación. Al Laboratorio de Entomología y Fitopatología del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Estación Experimental del estado Trujillo en la persona del Ing. MSc. Rafael Montilla por la colaboración y asesoramiento para la identificación de los organismos colectados.

### CONCLUSIONES

Durante los muestreos consecutivos después del establecimiento de las leñosas, se observó un aumento de la cantidad de individuos del suelo dentro de los sistemas silvopastoriles.

Se observó una mayor densidad de individuos edáficos por unidad de área en los primeros 10 cm del suelo, comparado con los estratos más profundos.

La macrofauna edáfica se vio, significativamente, afectada por los periodos climáticos y la frecuencia de pastoreo. La mayor cantidad de organismos se observó durante el periodo lluvioso y con los pastoreos más espaciados (cada 120 días).

La estrategia de poda no ocasionó variaciones importantes en la cantidad de individuos estudiados.

La inclusión de los árboles, tanto de morera como leucaena, influyó positivamente en los valores cuantitativos de la macrofauna, después del establecimiento de las leñosas.

### LITERATURA CITADA

- Anderson, J.M. and J. Ingranm, 1993. Tropical soil biology and fertility. A: Handbook of methods. (Edts: Anderson, J.M. e Ingranm, J.). 2<sup>nd</sup> edition CAB International Wallingford UK. 221 p.
- Bartlex, M.S. 1937. Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the Royal Society of London, Sr. A. 160: 268-282.
- Crespo, G e I. Rodríguez. 2000. Contribución al conocimiento del reciclaje de los nutrientes en el sistema suelo-pasto-animal en Cuba. EDICA. La Habana, Cuba. 72 p.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and Múltiple F test. *Biometrics*, 11: 1-15
- Lavelle, P. 1997. Faunal activities and soil processes: Adaptative strategies that determine ecosystema function. *Adv. Ecol. Res.* 24:9-16.
- Lavelle, P., M. Dangerfield, C. Fragoso, V. Eschenbremer, D. Lopez-Hernandez, B. Dashanasi and L. Brussaard. 1994. The relationship between soil macrofane and tropical soil fertility. In: the biological management of tropical soil fertility. (Eds: P.L., Woomer y M.L. Swift Wiley-Sayce). Publication. 137 p.
- Medina, M.G. 2004. Evaluación agronómica de una asociación de *Panicum maximum* y *Morus alba* (Linn.) en condiciones de pastoreo simulado. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 74 p.
- Medina, M.G., D.E García, T. Clavero, J.M. Iglesias y J.G. López. 2006. Comportamiento inicial de la morera (*Morus alba* L.) en la zona baja de los andes venezolanos. En: Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Guárico, Venezuela. 48 p.
- Rodríguez, I., G. Crespo, V. Torres y S. Fraga. 2003. Distribución de las bostas vacunas en dos agroecosistemas de gramíneas mejoradas y árboles en el trópico *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 37:73
- Royston, P. 1982. An extension of Shapiro and wilk's test for normality to large samples. *J. Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 31:115-124.
- Sánchez, S., M. Hernández y L. Simón. 1998. Diversidad de los organismos del suelo bajo un sistema silvopastoril. En III Taller Internacional Silvopastoril. "Los árboles y arbustos en la ganadería. Matanzas, Cuba. 295 p.
- Sánchez, S. y M. Milera. 2002. Dinámica de la macrofauna edáfica en la sucesión de un sistema de gramíneas a un sistema con árboles intercalados en el pasto. *Pastos y Forrajes.* 25:189

- Sánchez, S. y F. Reyes. 2003. Efecto de la macrofauna edáfica en una asociación *Morus alba* y leguminosas arbóreas. *Pastos y Forrajes*. 26 (4): 315
- Sánchez, S. 2007. Acumulación y descomposición de la hojarasca en el pastizal de *Panicum maximum* Jacq y un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Tesis presentada en opción a Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba 123 p.
- Simón, L. 2000. Manual práctico sobre el silvopastoreo. CIC – DECAP. Ciudad de la Habana, Cuba. 21 p.
- Soca, M. 2005. Las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes, comportamiento en los sistemas silvopastoriles cubanos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, La Habana - Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 100 p.
- Toral, O. 2006. Selección de germoplasma arbóreo con potencial forrajero para la ganadería cubana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. 117 p.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante. Mc-Graw-Hill-Interamericana. Madrid, España.