

Macrofauna del suelo en cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica en el Municipio Cruces, Cuba

Soil macrofauna in four farms in conversion to ecological production in the Municipality Cruces, Cuba

Itania Maria Fernández Terry¹, Leónides Castellanos González², Mario Fuentes Gallardo³ Pedro Cairo Cairo⁴, Nilda Rajadel Acosta⁵, Renato de Melo Prado⁶

¹ Empresa Agropecuaria Mal Tiempo. Batey Central Mal Tiempo, Cienfuegos, Cuba, C.P. 57500.

² CETAS (Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible) Universidad de Cienfuegos, Carretera a Rodas, km 4, Cienfuegos, Cuba, C.P. 55100.

³ Departamento de Suelos. Delegación Provincial Agricultura. MINAG Km 4½ Carretera de Palmira, Cienfuegos, C.P. 55100.

⁴ Centro de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní 5 ½ km, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, C.P. 54830.

⁵ Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos (UCF) Carretera a Rodas Km 4, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba, C.P. 55100.

⁶ Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Campus Jaboticabal, UNESP, Vía de Acceso Prof. Paulo Donato Castellan, s/n - Vila Industrial, Jaboticabal - SP, 14884-900, Brasil.

E-mail: liquidadora@eg403.cf.minaz.cu; lcastellanos@ucf.edu.cu

RESUMEN. La investigación se realizó en cuatro fincas de la Empresa Agropecuaria "Mal tiempo", municipio de Cruces, Cienfuegos, que se encuentran en el proceso de conversión hacia la producción agroecológica. Con el objetivo de evaluar las poblaciones de la macrofauna presente en el suelo a diferentes profundidades se desarrolló la misma en áreas de frutales, donde se intercalan los cultivos. En cada finca fueron evaluados el total de individuos para lo cual se tomaron muestras en dos épocas del año, período lluvioso y poco lluvioso. La macrofauna del suelo en las fincas estudiadas estuvo constituida por representantes de tres Phylum, cinco clases, 12 órdenes y 37 especies. Las mayores poblaciones de insectos, ácaros, anélidos, moluscos y miriápodos se cuantificaron en "Las Carolinas" y "Las Caobas", favorecidas por el mayor tiempo en la fase de transformación, mayor contenido de materia orgánica y pH neutro. Las poblaciones de anélidos, miriápodos y ácaros abundaron más en el período poco lluvioso y la de los insectos en el lluvioso. Las poblaciones de ácaros fueron cuantiosas entre los 10 y 20 cm de la superficie del suelo, las de insectos fue similar pero abundaron también en la hojarasca; sin embargo, los anélidos, miriápodos y moluscos no mostraron preferencia por una profundidad determinada.

Palabras clave: finca agroecológica, suelo, macrofauna.

ABSTRACT. The research was conducted in four farms Agricultural Company "Bad weather" town of Cruces, Cienfuegos, who are in the process of conversion to ecological production. In order to evaluate the macrofauna populations present in the soil at different depths in the same areas of fruit trees, where crops are interspersed developed. In each farm were assessed total of individuals for which samples were taken in two seasons, rainy season and dry seasons. Soil macrofauna on the farms studied consisted of representatives of three Phylum, five classes, 12 orders and 37 species. The largest populations of insects, mites, annelids, molluscs and myriapods were quantified in "Las Carolinas" and "The Mahogany", as long favored by the phase transformation, higher organic matter content and pH neutral. Populations of annelids, myriapods and mites abounded more in the dry season and insects in the rain. Mite populations were large between 10 and 20 cm of the soil surface, the insect was similar but also abounded in litter; however, annelids, molluscs millipedes and showed no preference for a certain depth.

Key words: Agroecological farm, soil, macrofauna.

INTRODUCCIÓN

La macrofauna está compuesta por organismos que viven sobre materias vegetales (fitófagos y por depredadores o predadores ([zoófagos]). Los principales dentro de este grupo son: pequeños mamíferos, algunos insectos, moluscos, miriápodos, arácnidos y anélidos (Guerra *et al.*, 1983).

En el ámbito Internacional, en muchos agroecosistemas de los Estados Unidos, la cuarta parte de América Latina y del Caribe, las poblaciones de importantes especies de macrofauna disminuyeron alrededor del 30% desde 1970 al 2003 (55% en el caso de las especies tropicales) (Centella, 2006).

Según Cairo (2003) una de las técnicas mundialmente sugeridas para incrementar procesos biológicos poblacionales y reducir el uso de insumos externos ha sido la promoción del reciclaje, con el manejo adecuado de los residuos agrícolas e industriales, el uso de labranza conservacionista, abonos verdes y rotaciones de cultivos en una misma superficie de terreno, por una unidad de tiempo que es una forma de intensificar la producción mediante el uso de factores de crecimiento, espacio y tiempo cuyos beneficios a la economía ha sido demostrado históricamente.

En Cuba existe poca información sobre el estudio de la macrofauna en fincas que se encuentran en el proceso de conversión hacia la agricultura agroecológica; aunque se pudo localizar un estudio realizado por Cubillas y de la Rosa (2000) en la provincia de Ciego de Ávila, donde se evaluó la dinámica de la macrofauna del suelo en áreas de frutales (*Cocos lucífera* L.) sobre un suelo Ferralítico Rojo Hidratado, bajo diferentes tratamientos de fertilizantes orgánicos. Otros resultados de investigaciones más recientes que

tratan sobre la macrofauna como los de Sánchez *et al.* (2009), en la provincia de Matanzas y los de Cabrerías *et al.* (2011 a,b) en Mayabeque, hacen aportes al estudio de la macrofauna en diferentes sistemas de cultivos, pero estos no abordan las fincas de frutales.

La Empresa Agropecuaria “Mal tiempo” se incorpora a partir del año 2002 a la reconversión de la industria azucarera que se realiza en Cuba; debido a ello, los suelos cañeros fueron dedicados a la producción de cultivos varios, entre ellos, los frutales y a la ganadería. Estos estuvieron sometidos a prácticas insostenibles durante más de 30 años por la aplicación de fertilizantes y herbicidas químicos, desconociéndose las variaciones de la vida del suelo a partir de los cambios producidos en el sistema de cultivo.

Al tener en cuenta los antecedentes anteriores mencionados, el objetivo del presente trabajo fue evaluar las poblaciones de la macrofauna presente en el suelo de cuatro fincas, a diferentes profundidades, durante el período lluvioso y poco lluvioso que se encuentran en el proceso de conversión hacia la agricultura agroecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en cuatro fincas anteriormente cañeras de la Empresa Agropecuaria “Mal tiempo”, municipio de Cruces, provincia de Cienfuegos, las cuales se convirtieron en fincas agroecológicas (Tabla 1), con diversas características agroquímicas, químicas y físicas (Tabla 2).

Para determinar la macrofauna existente fue muestreada un área de 0,0625 m² en cinco puntos de cada finca. La extracción de las muestras se realizó manualmente en zonas representativas para

Tabla 1. Fincas Agroecológicas evaluadas

Fincas	Formas organizativas de producción	Procedencia	Sistema de cultivo	Años en el proceso de transformación
Las Caobas	Movimiento de la agricultura urbana	áreas ociosas	Guayaba intercalada	8
Las Carolinas	estatal	áreas cañeras	Guayaba intercalada	7
Banco de Semilla Certificado	estatal	áreas cañeras	Mango intercalado	4
Los Girasoles	estatal	áreas cañeras	Guayaba intercalada	4

Tabla 2. Características agroquímicas, químicas y físicas de las fincas en estudio

Tipo de suelo	Finca	pH	M.O. (%)	Cmol kg ⁻¹					Textura	Humedad (%)
				Ca	Mg	K	Na	Valor T		
Pardo Mullido Carbonatado	Las Caobas	6,9	4,5	57,3	6,92	0,60	0,52	65,34	Arcilla	11,3
	Las Carolinas	7,0	5,8	57,3	6,92	0,60	0,52	65,34	Arcilla	11,3
Pardo Mullido sin carbonato	Banco de Semilla Certificado	5,0	1,70	24,4	10,2	0,83	0,34	39,73	Arcilla	6,8
	Los Girasoles	5,5	1,98	40,8 1	7,46	0,35	0,38	50,00	Arcilla	8,7

*Fuente: Servicio de Recomendaciones de fertilizantes y Enmiendas (SERFE) (MINAZ, 2005)

lo cual se utilizó un marco de 0,25 x 0,25 m. Después fueron clasificados por grupos los insectos, arácnidos, moluscos, miriápodos y anélidos presentes en el suelo. Este trabajo se realizó en las áreas de frutales donde se intercalan cultivos durante el período lluvioso del año y el poco lluvioso.

Los individuos fueron colectados en tres niveles (la superficie del suelo (hojarasca), la profundidad de 0 a 10 cm, y la de 10 a 20 cm) para lo cual se excavó cuidadosamente llevándose a cabo la colecta de los organismos por capas o nivel evaluado; en el proceso se desmoronaron los terrones con cuidado de no destruir los especímenes.

La colecta se realizó tomando los individuos mayores de 2 mm, los que fueron considerados como macrofauna; todo este trabajo se realizó después o antes de la cosecha (según el ciclo del cultivo intercalado de ciclo corto), para lo que se tomaron cuatro muestreos por año, dos en cada período.

Los individuos se totalizaron en cada punto, según la finca, la profundidad y el momento de muestreo. Estos fueron llevados al laboratorio del CREE (Centro de Reproducción de Entomófagos y Entomopatógenos) perteneciente a la Empresa Agropecuaria "Mal tiempo", donde se cuantificaron y clasificaron hasta el nivel taxonómico del orden, según la metodología descrita por Rioja (1969) que permite dividir los organismos por Phylum, clases y órdenes.

Con la información obtenida del conteo poblacional de la macrofauna y la clasificación de la misma por

las clases de individuos, se procedió a realizar los análisis estadísticos. Para el total de individuos de la macrofauna, insectos, ácaros, molusco, miriápodo y anélidos previa confirmación del análisis de normalidad por la prueba de Kolmogorov Smirnov, se realizó un análisis de varianza en el que fue comparado las medias de las cuatro fincas, las dos épocas del año y las tres profundidades; considerando las observaciones realizadas en los años, 2006, 2007 y 2008.

En todos los casos se transformaron los datos originales con la fórmula del log de (x+1). La información fue tabulada y procesada en la aplicación Excel del software Microsoft Office sobre el Sistema Operativo Windows 2007. El procesamiento estadístico se realizó a través del paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Las medias fueron comparadas por la prueba de rango múltiple de Duncan con una probabilidad de error de un 0,05 % considerando un diseño completamente aleatorizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formando la macrofauna del suelo se encontraron organismos que fueron ubicados en tres Phylum, cinco clases y doce órdenes. La clase Insecta es la predominante aunque se destacan otras como Oligochaeta, Myriapoda y Arachnida que contribuyen a enriquecer la diversidad biológica de las fincas (Tabla 3).

Es de señalar que el orden más representado fue Coleoptera con ocho especies, mientras que dentro de Lepidoptera e Hymenoptera se identificaron seis

Tabla 3. Composición taxonómica de la biota del suelo en las fincas en estudio

Phylum	Clases	orden	Total de especies	Grupo funcionales
Artrópodo	Insecta (Hexapoda)	Coleoptera	8	Herbívoros, Detritívoros, Depredadores
		Orthoptera	2	Herbívoros
		Homoptera	5	Herbívoros
		Lepidoptera	4	Herbívoros
		Thysanoptera	1	Herbívoros
		Hymenoptera	6	Ingenieros, Depredadores
	Myriapoda	Diplopoda	1	Detritívoro
		Chilopoda	1	Detritívoro
	Arachnida	Araneae	1	Depredadores
		Acarina	3	Omnívoros
Annélido	Oligochaeta	Annelida	2	Detritívoro
Mollusco	Gastropoda	Pulmonata	3	Detritívoro, Herbívoro

y cinco especies respectivamente, y en menor escala, Thysanoptera, Diplopoda, Chilopoda, Annelida y Araneae solo una a dos especies.

Es de señalar que el orden más representado fue Coleóptera con ocho especies, mientras que dentro de Lepidoptera e Hymenoptera se identificaron seis y cinco especies respectivamente, y en menor escala, Thysanoptera, Diplopoda, Chilopoda, Annelida y Araneae solo una a dos especies.

Resultados similares fueron obtenidos por Cubillas y De la Rosa (2000) relacionados a las clases presentes, donde se destacan también estos órdenes. De estos, Anélida se considera el de mayor importancia porque sus especies favorecen el desarrollo de una agricultura orgánica con la producción de abono natural (humus), por lo que desempeña un papel importante como mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo (contribuyendo a la neutralización del pH).

Los individuos de las clases Lepidoptera, Thysanoptera y Homoptera, independientemente de sus valores poblacionales, prefieren la hojarasca y los estratos más próximos a la superficie del suelo, mientras que algunas especies de los órdenes Coleoptera (gusanos manteca y elatéridos), Orthoptera (grillos) e Hymenoptera (hormigas) son insectos que realmente viven en el suelo y estaban a diferentes profundidades, coincidiendo con los resultados obtenidos por Cubillas y De la Rosa (2000). Sánchez *et al.* (2009) también encontró a la clase Insecta como la más abundante e informa en la

hojarasca a varios insectos herbívoros del orden Lepidoptera, agregando que la abundancia proporcional de los insectos varía de acuerdo con la edad de la hojarasca.

Las poblaciones de la macrofauna en las fincas variaron entre 593 y 1016 individuos/m². Las mayores poblaciones se presentaron en la finca “Las Carolinas”, correspondiendo las más bajas al “Banco de Semilla Certificado”, mientras que las de La finca “Los Girasoles” y “Las Caobas” quedaron con valores intermedios desde el punto de vista estadístico (Tabla 4).

Con estos resultados se reafirma lo planteado por Hernández (2006) al expresar que las poblaciones de organismos y su actividad dependen en gran medida de las condiciones de acidez, materia orgánica, humedad y labranza. Diez (1996) señala que la simplificación excesiva del ecosistema por un monocultivo continuo está destinado a causar un desequilibrio ecológico, por lo que la diversificación es fundamental para la conservación. Las menores poblaciones se correspondieron con las fincas que poseen suelos Pardo Mullido sin carbonatos, menor contenido de materia orgánica y mayor acidez.

Según Gomero y Vázquez (2004) el pH del suelo puede ser otro indicador con efecto negativo en la disminución de la actividad biológica; lo que se corrobora en este estudio al encontrarse las menores poblaciones de la macrofauna en la finca que muestran los niveles más bajos de pH.

Tabla 4. Individuos totales e insectos y ácaros por fincas

Fincas	Total de Individuos		Insectos		Acaros	
	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados
Las Caobas	803	2,26 ab	264	1,72 ab	109	1,41 a
Las Carolinas	1016	2,37 a	328	1,81 a	96	1,35 ab
Banco de Semilla Certificado	593	2,13 b	176	1,53 b	68	1,22 c
Los Girasoles	728	2,23 b	184	1,57 ab	72	1,26 b
CV (%)		8,8		19,87		14,50
ET*		0,043		0,081		0,042

Medias con letras desiguales difieren según Duncan para un p-value<0,05

En cuanto a los insectos, los promedios de especímenes totales variaron entre 176 y 328 por m², en dependencia de la finca. Los mayores resultados correspondieron a los de “Las Carolina”, “Las Caobas” y “Los Girasoles”, que no mostraron diferencias significativas entre sí; sin embargo, la primera si difiere con el “Banco de Semilla”.

Caballero y Vázquez (2003) observaron que muchos insectos pueden encontrarse en la tierra, el pasto, las hierbas, los cultivos u otros objetos, así como sobre el terreno y ponen a manera de ejemplo ciertas especies de *Agrotis* spp., que viven sólo en suelos con mal drenaje, mientras otras especies no se pueden adaptar.

En el presente trabajo se observaron seis especies de hormigas, dos de blatélidos y dos de ortópteros, así como elatéridos y escarabados, que interpretan un papel importante en la biología del suelo. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Claro y Linares (2004), quienes encontraron en sus investigaciones que muchas especies de hormigas constituyen los organismos predominantes en varios agroecosistemas.

Las poblaciones de ácaros por finca variaron entre 68 y 109 individuos por m², las mayores poblaciones se presentaron en “Las Caobas” y “Las Carolinas”; mientras que las menores fueron en el Banco de Semilla. Las poblaciones de la finca “Los Girasoles” no difieren de “Las Carolinas”. Entre estos ácaros abundaron los del orden Acarina, tanto fitófagos como parásitos de animales.

El Banco de Semilla ha estado sometido a una alta quimización, lo que provocó una disminución de la materia orgánica y el pH en los suelos del mismo, resultado que se asemeja a los expuestos por Gomero y Vázquez (2004).

Los organismos de la macrofauna de las fincas, en los tres niveles de profundidad, variaron entre 603 y 959 individuos por m², siendo superior desde el punto de vista estadístico, en la hojarasca y el nivel de 10 -20 cm (Tabla 5).

Para los insectos, las poblaciones variaron entre 173 y 309 individuos por m², lo que dependió de la profundidad. Los valores más elevados se encontraron en el nivel de 10-20 cm, sin diferencia

Tabla 5. Individuos totales e insectos y ácaros en diferentes profundidades

Epoca	Total de Individuos		Insectos		Acaros	
	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados
Hojarasca	795	2,26 a	233	1,66 ab	82	1,28 b
0 -10 cm	603	2,13 b	173	1,55 b	74	1,25 b
10 -20 cm	959	2,35 a	309	1,76 a	105	1,40 a
CV (%)		8,8		19,87		14,50
ET*		0,038		0,070		0,036

Medias con letras desiguales difieren según Duncan para un p-value<0,05

con el de hojarasca, el cual no difiere a su vez con los de 0-10 cm. Esto ocurrió porque las 10 especies de insectos presentes se concentraban en la hojarasca y en los estratos más próximos a la superficie del suelo. Estas especies son herbívoras y están más asociadas a las plantas de cultivo que con la vida del suelo.

Según los niveles de profundidad, las poblaciones de ácaros variaron entre 74 y 105 individuos por m², siendo mayor la cantidad de organismos a los 10-20 cm, con diferencia estadística respecto a las poblaciones existentes en los otros niveles

evaluados, lo cual se corresponde con lo señalado por Deriabin y Barba (1999) cuando expresaron que la presencia de algunas especies de ácaros en madrigueras subterráneas favorece la aireación y el drenaje del suelo, a veces entre 0-10 cm y otras en la hojarasca, como ocurrió en el presente estudio con *Tetranychus* spp.

Las poblaciones promedios totales de la macrofauna en las épocas evaluadas variaron entre 701 y 871 individuos por m², resultando los valores poblacionales más altos desde el punto de vista estadístico los del período poco lluvioso (Tabla 6).

Tabla 6. Individuos totales e insectos y ácaros para las épocas en la etapa de investigación

Epoca	Total de Individuos		Insectos		Acaros	
	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados
Período lluvioso	701	2,20 b	148	1,57 b	61	1,26 b
Período poco lluvioso	871	2,29 a	275	1,75 a	98	1,36 a
CV (%)		8,8		19,87		14,50
ET*		0,031		0,060		0,030

Medias con letras desiguales difieren según t-Student para un p-value<0,05

CITMA (2007) refiere que las precipitaciones durante la estación húmeda son a menudo torrenciales y causan altos niveles de degradación de las capas superficiales, afectando al gran número de organismos que viven en el suelo; sin embargo, durante la estación seca, se imponen serias limitaciones para las poblaciones de animales terrestres, sobre todo cuando existe poca cobertura vegetal y escasa materia orgánica en el suelo, por lo cual es importante conservar al suelo en ambos períodos, lo que no ha ocurrido en estas fincas porque poseen sistemas de riego y se han aplicado enmiendas orgánicas en las mismas. No obstante, Cubillas y De la Rosa (2000) señalan que colectaron menores poblaciones de individuos por m² al transcurrir el período lluvioso.

Respecto a los insectos, las poblaciones para las épocas variaron entre 148 y 275 individuos por m². El período poco lluvioso resultó ser el de mayor cantidad, lo cual coincide con lo planteado por Urquiza (2009), al expresar que el suelo fértil unido al clima muy tibio, moderadamente húmedo, ofrecen condiciones favorables para la vida

insectil; sin embargo el clima cálido y húmedo es desfavorable para muchos de estos organismos.

Los resultados obtenidos no coinciden con los de Cubillas y De la Rosa (2000) quienes encontraron mayor número de individuos por m² de la clase Insecta en el período lluvioso, con predominio de coleópteros y lepidópteros.

Para los ácaros las poblaciones por épocas variaron entre 61 y 98 individuos por m², comportándose superior en el período poco lluvioso. Deriabin y Barba (1999) refieren que en el período poco lluvioso algunas de las especies denominadas comúnmente como garrapatas (*Boophilus annulatus* Say y *Dermacentor variabilis* Say), presentes en todas las fincas, se encuentran entre los pastos y hojas en el suelo, mientras que durante la primavera se suben a la maleza, donde pueden adherir a cualquier objeto que pase ya sea hombre, caballo, ganado y otros, para su alimentación.

Resultados similares fueron obtenidos por Cubillas y De la Rosa (2000) con relación a la

poca población de estos organismos en el periodo lluvioso, o sea, que los periodos secos favorecen el desarrollo de estos artrópodos.

Las poblaciones de Anélidos por fincas variaron entre 178 y 276 individuos por m², los cuales numéricamente solo fueron superados por los insectos en estas fincas. Los valores poblacionales más altos se apreciaron en la finca “Las Carolinas” con diferencia estadística respecto al resto de las fincas (Tabla 7).

Esto reafirma lo expresado por Cairo (2003) referente a que un suelo de estructura granular, con horizonte bien mullido, garantiza un contenido elevado de materia orgánica, adecuada actividad biológica, régimen hídrico aéreo óptimo y sobretodo no ofrece una resistencia fuerte a las labores agrícolas.

Los suelos de “Las Carolinas” tienen pH de 7 y el más alto porcentaje de materia orgánica (5,8), lo cual se corresponde con lo expresado por González *et al.* (2009) relacionado con el incremento de la diversidad de la fauna presente en el suelo de los agroecosistemas en transición de bosque natural y cafetalero donde las prácticas de laboreo de suelo son menores, siendo lo contrario en los agroecosistemas de cultivos varios, lo que se atribuye según Vargas (2009) a la mayor abundancia de lombrices y la actividad de estas.

Las lombrices de tierra también fueron favorecidas en las fincas por el intercalamiento de los cultivos de cobertura que propician las condiciones de humedad y de materia orgánica necesarias para la alimentación y desarrollo de estos individuos. Resultados similares fueron obtenidos por Cubillas y De la Rosa (2000) al encontrar que las especies

de Anélidos abundaban en la época poco lluviosa, lo que se corresponde con lo señalado por Claro y Linares (2004) cuando mencionan que muchas especies de lombrices de tierra constituyen los organismos predominantes en varios agroecosistemas.

Investigaciones realizadas por Pachanasi (2001) en casi todos los agroecosistemas estudiados (bosques primarios, secundarios, artificiales, pastizales y cultivos de ciclo corto) naturales de Perú; y Gizzi *et al.* (2009) en Argentina, reportaron que en diferentes sistemas de cultivos las lombrices de tierra estaban entre los grupos predominantes.

Para los miriápodos, las poblaciones promedios totales de las fincas variaron entre 112 y 168 individuos por m². La finca “Las Carolinas” fue la que manifestó los valores relativos más altos, sin diferencia con los de “Los Girasoles”. A su vez, las poblaciones en esta última finca no se diferenciaron de las demás fincas evaluadas. En todas las fincas se mostraron ciempiés y milpiés, excepto en el Banco de semillas donde no aparecieron los últimos mencionados.

Varios investigadores como Pachanasi (2001) y Gizzi *et al.* (2009) destacan el papel que juegan los miriápodos dentro de la fauna edáfica como descomponedores de la hojarasca, facilitando la alimentación posterior por las lombrices y al aumento de los microorganismos que se reproducen en sus detritos.

En el caso de los moluscos, las poblaciones oscilaron entre 44 y 128 individuos por m² según la finca muestreada, los valores poblacionales más altos igualmente se correspondieron a la finca “Las Carolinas” con diferencias significativas

Tabla 7. Grupos de Individuos (Anélidos, Miriápodos y Moluscos) en fincas

Fincas	Anélidos		Miriápodos		Moluscos	
	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados
Las Caobas	208	1,78 b	136	1,63 b	88	1,50 b
Las Carolinas	276	2,00 a	168	1,81 a	128	1,67 a
Banco de Semilla Certificado	178	1,81 b	112	1,61 b	44	1,21 c
Los Girasoles	216	1,81 b	166	1,70 ab	88	1,47 b
CV (%)		11,8		11,8		11,8
ET*		0,064		0,055		0,044

Medias con letras desiguales difieren según Duncan para un p-value<0,05

respecto a la cantidad de especímenes encontrados en las otras fincas. Los valores más bajos correspondieron al del “Banco de Semilla Certificado” que difirieron del resto, lo cual confirma las cualidades biológicas del suelo de esta finca después de ocho años de guayaba intercalada. Esto puede estar dado porque se encontraron tres especies diferentes de moluscos, con diferentes tamaños y hábitos, las cuales no coincidieron siempre en todas las fincas. Las poblaciones no fueron elevadas, lo que se corresponde con lo expuesto por Vázquez (2003), quien señala que estos individuos son propios de suelos donde predomina el monocultivo.

El promedio de anélidos en las diferentes épocas evaluadas fue variable (entre 153 y 240 individuos por m²) existiendo mayor cantidad de estos en el período poco lluvioso (Tabla 8).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cubillas y De la Rosa (2000) con relación a la abundancia de los organismos en el período poco lluvioso, lo que reafirma a la vez lo mostrado por el CITMA (2000) cuando refieren que la cubierta permanente proporcionada a los suelos protección contra el impacto de la lluvia y del viento, conserva la humedad, disminuye la temperatura de las capas superiores y permite que el mismo posea un hábitat favorable para las lombrices, lo que contribuye a estabilizar físicamente la estructura del suelo.

En el caso de los Miriápodos, las poblaciones variaron para las distintas épocas del año. Los mayores valores se presentaron en el período poco lluvioso, cuando estas especies encontraron condiciones de humedad y materia orgánica idóneas para su desarrollo, especialmente la clase

Chilopoda. Cubillas y De la Rosa (2000) encontraron mayores poblaciones de este grupo en dicha época, lo cual se corresponde con lo señalado por Vázquez (2003) cuando refiere que las altas poblaciones de estos individuos se encuentran en el subsuelo más húmedo durante ese período, donde depositan sus huevos.

Para los Moluscos no existiendo diferencia significativa entre la cantidad de especímenes cuantificados el período poco lluvioso respecto al lluvioso. En este caso debe tenerse en cuenta la condición de policultivo de las fincas, lo cual según Vázquez (2003) no son las más favorables para observar altas poblaciones de moluscos.

En la investigación realizada se demostró que los grupos de mayores poblaciones en la macrofauna del suelo fueron los insectos, las lombrices de tierra y los miriápodos, los que según muchos autores desempeñan un papel importante en el proceso de degradación de la materia orgánica (Pachanasi, 2001; Gizzi *et al.*, 2009), constituyen indicadores de los procesos que se producen en el suelo y de la calidad biológica de estos (Cairo, 2003). Estos resultados también se corresponden con los de Lang *et al.* (2011).

Conjuntamente, se puso en evidencia que los antecedentes y el tiempo de transformación de las fincas, el pH y el nivel de materia orgánica del suelo, conjuntamente con sus características fueron determinantes en el número de especies presentes y los niveles poblacionales de estas, lo cual se corresponde con los resultados de Cabrera *et al.* (2011 a,b) quienes señalan que la riqueza de especies y los grupos funcionales de la macrofauna varían en función de la intensidad de uso de la tierra, el nivel de perturbación del medio edáfico y la disponibilidad de recursos.

Tabla 8. Grupos de Individuos en las diferentes épocas evaluadas

Época	Anélidos		Miriápodos		Moluscos	
	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados	Individuos por m ²	Datos transformados
Período lluvioso	153	1,77 b	103	1,60 b	65	1,46 n.s.
Período poco lluvioso	240	1,93 a	166	1,77 a	89	1,47 n.s.
CV (%)		11,8		11,8		15,0
ET*		0,045		0,036		0,031

Medias con letras desiguales difieren según t-Student para un p-value<0,05

CONCLUSIONES

1. La macrofauna del suelo en las fincas agroecológicas estudiadas estuvo constituida por tres Phylum, cinco clases, doce órdenes y 37 especies.

2. Las mayores poblaciones de insectos, ácaros, anélidos, moluscos y miriápodos se presentaron en las fincas “Las Carolinas” y “Las Caobas”, favorecidas por el mayor tiempo de transformación, mayor contenido de materia orgánica y pH neutro; estos factores constituyen un indicador de la calidad biológica del suelo.

3. En las fincas evaluadas las poblaciones de anélidos, miriápodos y ácaros abundan en el periodo poco lluvioso; los insectos fueron en el periodo lluvioso.

4. Las poblaciones de ácaros fueron abundantes entre los 10 y 20 cm de profundidad del suelo, las de insectos predominaron en la hojarasca y entre los 10 a 20 cm, mientras que los anélidos, miriápodos y moluscos no tuvieron preferencia por un nivel determinado de profundidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera, G.; N. Robaina; D. Ponce de León: Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. Pastos y Forrajes, 34(3): 313-330, 2011^a.

2. Cabrera, G.; N. Robaina; D. Ponce de León: Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque. Cuba Pastos y Forrajes, 34(3): 331-346, 2011^b.

3. Cairo, P.: La Fertilidad Física del Suelo y la Agricultura Orgánica en el Trópico. CEDID. Universidad Central de Las Villas, Villa Clara, Cuba. 2003, 300 p.

4. Centella, A.: Cuba ante el cambio climático: Estudios de vulnerabilidad y adaptación y proceso de la segunda comunicación Nacional. Ponencia presentada en Taller de Diálogo Nacional-GEF, La Habana, Cuba. 2006, pp.13-15.

5. CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente): Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación y la sequía en la República de Cuba. Ciudad de la Habana, Cuba. 2000, 167p.

6. CITMA (Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente): Estrategia Ambiental Nacional 2007-2010. Anexo Único de la Revolución no. 40/2007, La Habana, Cuba. 2007.

7. Claro, A.; A. Linares: Maestría en Ciencias del Suelo, Uso y Manejo de los Suelos Degradados. Instituto de Suelos. Universidad Agraria de la Habana. Taller de Diálogo Nacional-GEF, La Habana, Cuba.2004, pp.13-15.

8. Cubillas, I.N.; Elis De la Rosa: Dinámica de la Macrofauna del suelo en áreas de frutales con cultivos de Leguminosa herbáceas (pastos). Revista Centro Agrícola, 27(1): 48-49, 2000.

9. Deriabín, V.; M. Barba: Metodología unificada para la determinación de la importancia económica de los insectos y ácaros dañinos en la ejecución de trabajos científicos-investigativos y de producción. Investigaciones económicas, II Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba. 1999, pp. 1-8.

10. Diez, G.P.: Las tecnologías agrarias y su incidencia en el medio natural. 1996. En sitio web: <http://www.racve.es/actividades/zootecnia/1996-0605PaulinoDiezGomez.htm> Consultado el 18 de Septiembre de 2009.

11. Gizzi, A.; H. Álvarez; A. Castillo; P.E. Manetti; A.N. López; N.L. Clemente; G.A. Studdert: Caracterización de la meso y macrofauna edáfica en sistemas de cultivo del sudeste bonaerense. CI. SUELO (Argentina), 27(1): 1-9, 2009.

12. Gomero, L.; H. Vázquez: Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico del suelo. 2004. En sitio web: <http://www.condesan.org/memoria/semiaartconpri1.pdf> (Consultado: 15 de noviembre del 2004).

13. González, R. E.; L. Castellanos; A. Hernández: Evaluación de las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo en ocho fincas de la localidad de Topes de Collantes. Tesis en Opción al Título

- de Master en Ciencias en Agricultura Sostenible. Santi Spiritus. Trinidad, Cuba. 2009, 65 p.
14. Guerra, D. F.; F.G. Santa Cruz; R.R. Orayazabal: Edafología General. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. 1983, pp. 83-84.
15. Hernández, A.: Condiciones de formación de suelos. En Facultad de Agronomía. Departamento de Riego Drenaje y Ciencias del Suelo. Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I: Pedología. Universidad Agraria de La Habana, Cuba. 2006, pp. 101-123.
16. Lang, F. P.; A. Pérez; J.P. Martínez; D.E. Platas; L.A. Ojeda; I.J. González: Macrofauna edáfica asociada a plantaciones de mango y caña de azúcar. Terra Latinoamericana, 29(2):169-177, 2011.
17. Pachanasi, B.: Estudio cuantitativo de la macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en la amazonía peruana. Folia Amazónica, 12(1-2): 75-97, 2011.
18. Rioja, E.: Historia natural. Vida de los animales, de las plantas y de la tierra. Tomo II Zoología (invertebrados) 6ta Edic. Instituto Gallach, Barcelona, España. 1969, 436 p.
19. Sánchez, S.; G.J. Crespo; M. Hernández: Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. III. Influencia de la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. Pastos y Forrajes, 32(3):1, 2009.
20. Urquiza, N.: Acercamiento al manejo sostenible de tierras. Informe del proyecto de monitoreo y seguimiento del programa de asociación de país. CIGEA, Ciudad de la Habana, Cuba. 2009, 10 p.
21. Vargas, E.: Control de Plagas en la Agricultura de conservación. 2009. En sitio web: <http://www.aeac-sv.org/pdfs/plagas.pdf> Consultado el 18 de Agosto de 2009.
22. Vázquez. M.L.: Manejo Integrado de plagas. Preguntas y Respuestas para técnicos y agricultores. Editorial Científico Técnico CIDISAV, La Habana, Cuba. 2003, 560 p.

Recibido:04/09/2013
Aceptado:15/11/2014