
ARTÍCULO CIENTÍFICO

Variación de los componentes de la mesofauna edáfica en una finca con manejo agroecológico

Variation of the components of the edaphic mesofauna in a farm with agroecological management

Ana Socarrás Rivero e Irma Izquierdo Brito

*Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
Carretera de Varona km 3½, Capdevila, Boyeros, AP 8029, C P 10800, La Habana, Cuba
Email: anameri@ecologia.cu*

RESUMEN: Con el objetivo de evaluar la variación de los grupos de la mesofauna edáfica a partir de la aplicación de métodos agroecológicos, se realizó un estudio en una finca con más de 20 años de establecida en la provincia Artemisa (Cuba). Anteriormente la finca no recibió enmiendas orgánicas y se utilizaba como área de pastoreo para el ganado Cebú con una carga baja. Se transformó el área de pastizal en tres sistemas productivos: 25 % de forraje, 25 % de policultivo y 50 % de pastizal tradicional, que fue designado como área control. El área de forraje se estableció en forma de mosaico, con pequeñas parcelas de cultivos perennes, y contó con un suministro periódico de abonos orgánicos; mientras que el área de policultivo integró un sistema de rotación de cultivos de ciclo corto, fundamentalmente, y se le aplicó compost. Los muestreos se realizaron en las épocas poco lluviosa y lluviosa, a los seis y ocho años de la transformación. Se recolectó un total de 1 915 microinvertebrados edáficos pertenecientes al *phylum* Arthropoda, representado por dos sub-*phylum*, tres clases, dos subclases, seis órdenes y dos familias. Las curvas de dominancia-diversidad mostraron que en el pastizal y en el área de forraje las comunidades faunísticas fueron más abundantes y diversas, y se distinguieron por una alta dominancia de los microartrópodos detritívoros. En el área de policultivo no se presentaron taxones dominantes. Se concluye que el comportamiento de la mesofauna edáfica fue altamente dependiente del tipo de manejo del suelo y de la estacionalidad.

Palabras clave: biodiversidad, manejo del suelo, sistema de explotación.

ABSTRACT: In order to evaluate the variation of the groups of the edaphic mesofauna from the application of agroecological methods, a study was conducted in a farm with more than 20 years of establishment in the Artemisa province (Cuba). Previously the farm did not receive organic amendments and it was used as a grazing area for Zebu cattle with a low stocking rate. The area was transformed into three productive systems: 25 % of forage, 25 % of polycropping and 50 % of traditional pastureland, which was designated as control area. The forage area was established in mosaic form, with small plots of perennial crops, and had a periodical supply of organic fertilizers; while the polycropping area integrated a short-cycle crop rotation system, mainly, and compost was applied. The samplings were carried out in the dry and rainy seasons, six and eight years after the transformation. A total of 1 915 edaphic microinvertebrates was collected, belonging to the *phylum* Arthropoda, represented by two sub-*phyla*, three classes, two subclasses, six orders and two families. The dominance-diversity curves showed that in the pastureland and in the forage area the fauna communities were more abundant and diverse, and were distinguished by a high dominance of detritivore microarthropods. In the polycropping area no dominant taxa were present. It is concluded that the performance of the edaphic mesofauna was highly dependent on the type of soil management and the seasonality.

Keywords: biodiversity, soil management, exploitation system.

INTRODUCCION

La sostenibilidad se ha desarrollado tradicionalmente por el hombre, y las culturas rurales han creado paisajes heterogéneos para el uso y la explotación de los recursos naturales. Cuando el hombre crea

parches de distintos hábitats, ofrece más recursos para las especies que él mismo desea incrementar, ya que cada componente tiene una tasa diferente de renovación de la biomasa (Morais y Franklin, 2008).

Los estudios realizados por Funes-Monzote y Monzote (2000) mostraron que los sistemas integrados ganadería-agricultura, con un manejo agroecológico basado en los recursos naturales disponibles, presentan capacidad y potencial suficiente para sostener producciones intensivas.

La aplicación de los métodos agroecológicos en áreas donde se combinan las actividades ganaderas y agrícolas incluye la introducción de materiales orgánicos mediante el empleo de compost, desechos vegetales y excreta animal; el uso de plantas de cobertura y la rotación de cultivos; lo que contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo y a una mayor diversidad biológica (Robaina, 2010).

Por su parte, la diversidad biológica contempla a las comunidades de organismos del suelo que están divididas en tres grandes gremios: bacterias, hongos y diferentes grupos de la fauna, en los que se encuentra la mesofauna. Esta categoría del edafón interviene de manera directa en los procesos de fragmentación y redistribución de los residuos orgánicos, lo que facilita la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes en la zona radicular, así como la aceleración del reciclaje de nutrientes y la mineralización del fósforo y el nitrógeno (Morais *et al.*, 2010); ello garantiza el mantenimiento de la productividad del suelo. La mesofauna, por otra parte, es muy sensible a los cambios climáticos y a las perturbaciones antrópicas del medio edáfico, que le ocasionan variaciones en su densidad y diversidad.

El objetivo de este estudio fue evaluar la variación de los grupos de la mesofauna del suelo en diferentes sistemas productivos (forraje y policultivo) con la aplicación de métodos agroecológicos, comparados con un pastizal tradicional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una finca agroecológica de una hectárea, ubicada en la localidad de Cangrejeras (provincia Artemisa, Cuba), donde se integró la actividad ganadera (75 %) y la agrícola (25 %). El

suelo está clasificado como Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al.*, 1999). En la tabla 1 se muestran las características físico-químicas de este para cada una de las áreas, las cuales se describen a continuación.

Área de pastizal (P) con más de 20 años de establecida, sin enmiendas orgánicas (área control), en la cual pastaba ganado Cebú en una carga baja. La comunidad vegetal predominante estaba integrada por *Megathyrsus maximus*, *Cynodon nlemfuensis* y *Teramnus uncinatus*.

Área de forraje (F) originada del área de pasto, sometida a régimen de manejo de corte, en la que se aplicaba fertilización con compost de desechos vegetales y estiércol. Los forrajes predominantes eran caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), king grass (*Cenchrus purpureus*), y leucaena (*Leucaena leucocephala*).

Área de policultivo (C), procedente igualmente del área de pasto, en la que, además del tratamiento orgánico mencionado en F, se practicaron rotaciones de cultivos de ciclo corto, fundamentalmente yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*), plátano (*Musa spp.*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita melopepo*), boniato (*Ipomea batatas*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) y espinaca (*Spinacia oleracea*). En esta área se utilizó abono orgánico en forma de compost y humus de lombriz, a razón de 4-6 t/ha⁻¹ según la disponibilidad de estos; y se incorporaron los residuos de cosecha. Las áreas F y C, en el momento del estudio, contaban con ocho años de establecidas.

En cada área se tomaron cinco muestras de suelo a una profundidad de 0-10 cm, con un cilindro de 5 cm de diámetro por 10 cm de profundidad, siguiendo un diseño de muestreo completamente aleatorizado. Las recolectas se efectuaron a los seis y ocho años de la transformación de las áreas (forraje y policultivo), tres en el periodo lluvioso (mayo, julio y octubre) y tres en el periodo poco lluvioso (diciembre, febrero y marzo).

Se utilizaron embudos Tullgren durante siete días para la extracción de la fauna edáfica, sin nin-

Tabla 1. Características físico-químicas de los primeros 10 cm del suelo (Izquierdo *et al.*, 2003).

Área	pH (H ₂ O)	MO (%)	DA (g cm ⁻³)	CRA (%)
Pasto (P)	6,0	3,65	1,34	50,0
Forraje (F)	6,5	5,14	1,06	60,0
Cultivo (C)	6,4	4,14	1,16	54,0

MO: materia orgánica; DA: densidad aparente; CRA: capacidad de retención de agua.

guna fuente artificial de luz y calor. Se contaron y separaron los individuos mediante el microscopio estereoscópico, se conservaron en alcohol al 70 %, y después se identificaron, según la clasificación de Brusca y Brusca (2003) para los insectos y la de Krantz y Walter (2009) para los ácaros. Con estos datos se obtuvo la densidad (ind.m^{-2}) de cada taxón en cada período.

Para caracterizar la estructura, es decir, el ordenamiento numérico de los órdenes que conformaron las comunidades de la mesofauna en cada una de las áreas, se construyeron las curvas de dominancia-diversidad a partir de los logaritmos decimales de la abundancia (Magurran, 1989). Se aplicaron métodos estadísticos no paramétricos (Hammer *et al.*, 2012) y se utilizó el paquete PAST, versión 2.16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición taxonómica de la mesofauna del suelo

Se recolectaron un total de 1 915 individuos del *phylum* Arthropoda, representado por dos *sub-phylum*, tres clases, dos subclases, seis órdenes y dos familias. En particular, la subclase Arachnida estuvo representada por cuatro órdenes: Oribatida, Astigmada, Mesostigmada y Prostigmada; por su parte, el orden Mesostigmada comprendió a las familias Gamasidae y Uropodidae (tabla 2).

Análisis de la dominancia-diversidad de la mesofauna del suelo

Las curvas de rango-abundancia a los seis años de haberse iniciado la transformación y en ambas épocas del año no mostraron una pendiente acentuada, lo que indica que no hubo dominancia acentuada de grupos de la pedofauna edáfica (fig. 1).

En sentido general, en la época poco lluviosa se apreció una ligera dominancia de los grupos Oribatida y Gamasidae en las tres áreas de estu-

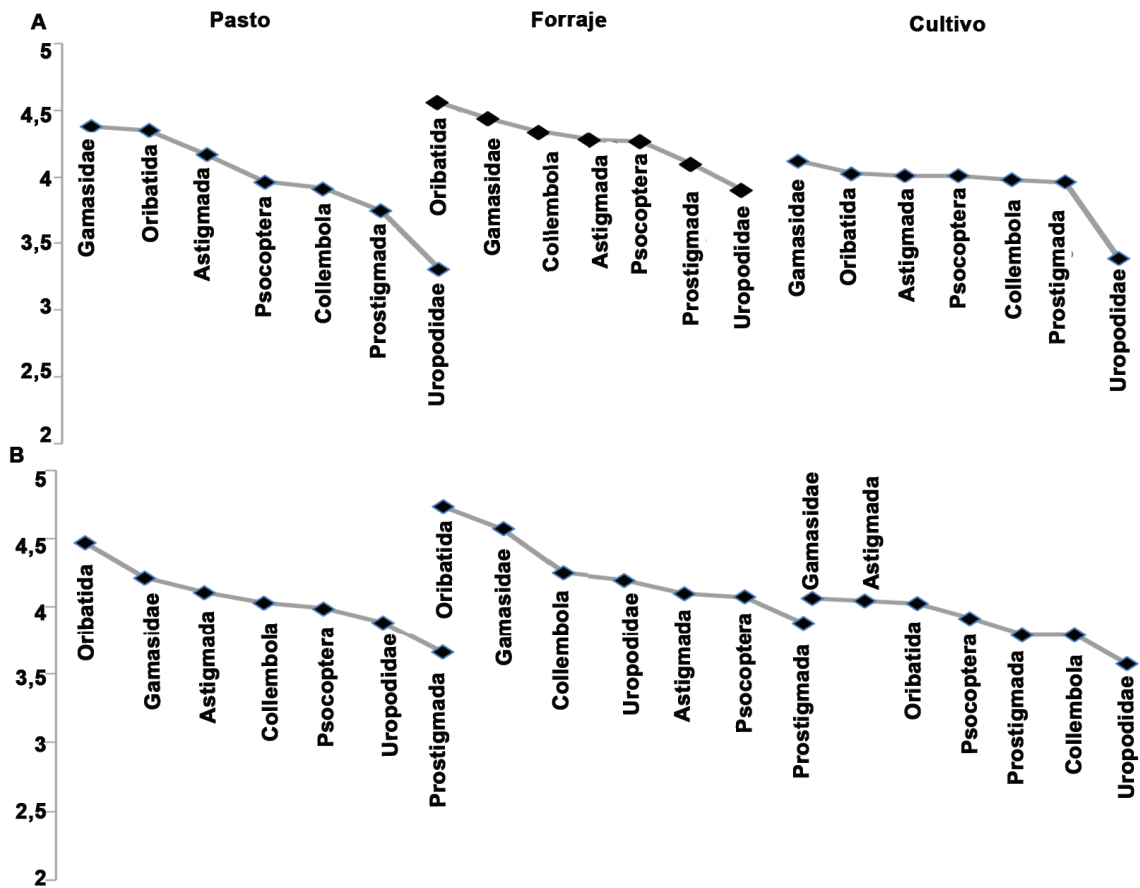
dio. En el caso de los oribátidos, está reportado en la literatura como el grupo de ácaros más abundantes en el medio edáfico por su gran plasticidad ecológica (Chocobar, 2010). Gamasidae ocupó el segundo lugar, por su abundancia; este taxón es depredador de estados inmaduros de oribátidos y colémbolos, por lo que su abundancia depende del número de sus presas (Salmane y Brumelis, 2010). En estas mismas áreas se encontraron grupos con abundancia intermedia, como Astigmada, Collembola y Psocoptera; mientras que Uropodidae y Prostigmada mostraron abundancia rara. Uropodidae es una familia de ácaros estrictamente dependiente de la estabilidad del medio edáfico, por lo que constituye un criterio preciso del estado ecológico de los suelos.

En la época lluviosa el comportamiento de los taxones siguió una tendencia semejante a la de la época poco lluviosa (fig. 1). Es importante destacar el incremento en los valores de Uropodidae en el área de forraje, al estar favorecidos por el mejoramiento de las condiciones edáficas (humedad, cobertura del suelo y aporte de materia orgánica) y la aparición de Psocoptera y Prostigmata como grupos raros. Estos últimos taxones son más abundantes en situaciones de déficit hídrico, por lo que en esta época del año no resultan favorecidos. En el policultivo Astigmada incrementó su abundancia, lo cual indica que había perturbación en el medio edáfico.

Mientras, en la época poco lluviosa, a los ocho años de producirse las modificaciones, las curvas fueron más abruptas y se mantuvo la dominancia de los taxones Oribatida y Gamasidae (fig. 2). Según Magurran (1989), los grupos con mayor número de individuos ocupan una gran proporción del nicho, y hacen una mayor utilización de los recursos disponibles. Uropodidae continuó manifestándose como taxón raro en las tres áreas de estudio; y se debe señalar que la época poco lluviosa no favorece el establecimiento de este grupo zoológico.

Tabla 2. Composición taxonómica y funcional de la mesofauna edáfica.

<i>Phylum</i>	<i>Sub-phylum</i>	Clase	Subclase	Orden	Familia	Grupo trófico
Arthropoda	Hexapoda	Entognatha	-	Collembola		Detritívoro
		Insecta	Pterygota	Psocoptera		Detritívoro
	Cheliceriforme	Chelicerata	Arachnida	Oribatida		Detritívoro
				Mesostigmada	Gamasidae	Depredador
					Uropodidae	Detritívoro
				Astigmada		Fungívoro
				Prostigmada		Depredador



A: época poco lluviosa, B: época lluviosa

Figura 1. Curvas de rango/abundancia de la mesofauna edáfica en las áreas de estudio a los seis años de la transformación.

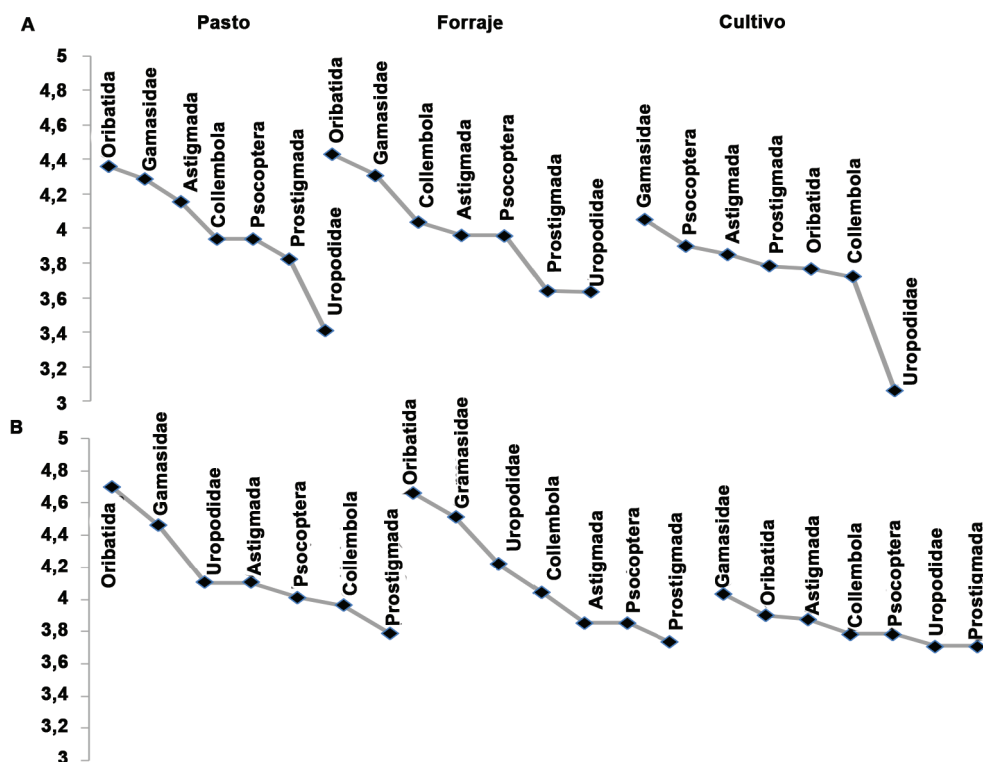
Se observó en el policultivo un ligero incremento de los valores de Psocoptera, beneficiado por la época del año y las perturbaciones ocasionadas por las prácticas agrícolas aplicadas en esta área.

En la época lluviosa, en las áreas de forraje y pastizal prevalecieron fundamentalmente Oribatida y Gamasidae (fig. 2). Se debe destacar la mayor presencia de Uropodidae en estos usos, lo que indica que ocurrió un cambio favorable en las condiciones edáficas. En el pastizal, el taxón con menor número de individuos fue Prostigmada; este orden es abundante en áreas oligotróficas y con déficit hídrico, lo que explica su presencia como grupo raro. En el forraje los grupos accidentales fueron Astigmada, Psocoptera y Prostigmada, que constituyen indicadores de perturbación y de déficit hídrico en el suelo; tales condiciones no debieron manifestarse en esta área en la época de mayor pluviosidad (fig. 2). En el área de policultivo hubo baja abundancia de los taxones presentes y poca diferencia entre ellos.

Predominaron grupos con abundancia intermedia, como Oribatida, Astigmada, Psocoptera, Collembola y Gamasidae, con escasa dominancia numérica. Los de menor presencia fueron Uropodidae y Prostigmada.

El comportamiento de Astigmada sugiere perturbación en el sistema debido a las prácticas agrícolas y a la pobre cobertura del suelo. Serrano (2010) y Cabrera *et al.* (2011) señalaron que, en ecosistemas con una mayor intervención humana, la abundancia y la distribución más equilibrada de los diferentes grupos de la fauna del suelo están condicionadas por la escasa acumulación de recursos, lo que trae consigo una disminución de los grupos más sensibles y la proliferación de organismos invasores o indicadores de perturbación del edafón.

Según la expresión de las curvas de rangos de abundancia se podría plantear que el pastizal y el forraje son comunidades faunísticas más abundantes y diversas, respecto al cultivo. Los artrópodos del sue-



A: Época poco lluviosa, B: Época lluviosa
 figura 2. Curvas de rango/abundancia de la mesofauna edáfica en las áreas de estudio a los ocho años de la transformación.

lo tienden a preferir hábitats caracterizados por una estructura heterogénea de la vegetación, e incluso están relacionados con el aumento de la variedad del recurso a descomponer (Wardle *et al.*, 2006).

Composición trófica de los grupos de la mesofauna del suelo

Las comunidades de microartrópodos del suelo estuvieron compuestas por cuatro categorías tróficas en todos los sistemas estudiados: detritívoros, depredadores, fungívoros y xilófagos (tabla 2). Estas categorías desempeñan un importante papel en la estabilidad ecológica del suelo.

En ambas estaciones y años de muestreo existió un incremento en el número de individuos detritívoros con respecto al resto de los grupos tróficos en las tres áreas estudiadas, con un pico en la estación lluviosa y en el área de forraje (fig. 3). Este último sistema estaba conformado por caña de azúcar y king grass, especies que garantizan una cobertura constante por el aporte de hojarasca al suelo, y también por leucaena, leguminosa arbórea que mejora las condiciones de fertilidad. En esta área se aplica-

ron otros manejos agroecológicos, como el arroje y incorporación de materia orgánica (heces y orina). La aplicación de tales prácticas sostenibles en el tiempo favorece el establecimiento de este grupo trófico (Gelvez-Pardo, 2009).

Los depredadores se destacaron por su abundancia en todas las áreas, épocas y años de muestreo. La representatividad de este grupo en las áreas se debe a una relación directa con sus presas. En el estudio, los grupos que conformaron esta categoría trófica fueron depredadores de estados inmaduros de oribátidos y colémbolos (detritívoros), los cuales se encuentran muy abundantes. Decaëns (2010) planteó que los artrópodos detritívoros y los depredadores son los más dominantes en términos de densidad.

En el pastizal, en el periodo menos lluvioso y a los seis años se observó un incremento significativo de los detritívoros, y no significativo de los depredadores y fungívoros. En el área de forraje, en esta misma estación del año se registró el aumento de los fungívoros y xilófagos de forma no significativa (fig. 3). Los fungívoros estaban representados por

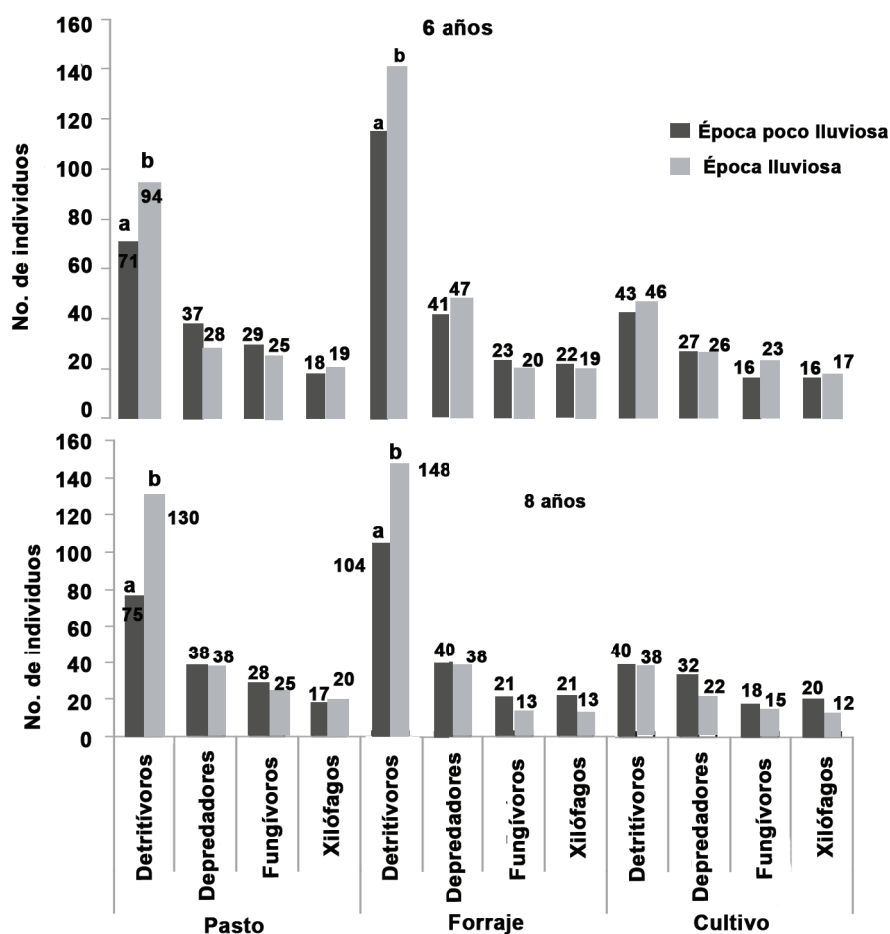


Figura 3. Variación de los grupos funcionales de la mesofauna edáfica a los seis y ocho años de ocurridas las transformaciones.

Astigmada, grupo de ácaros indicador de perturbación del suelo. Los xilófagos, representados por el orden Psocoptera, prefieren esta época del año para expresar su máxima abundancia, lo que se manifestó en los resultados.

Con el transcurso de los años (ocho) la presencia de depredadores en el pastizal se igualó en ambas épocas, y la temporada más seca favoreció a los fungívoros; mientras que en el periodo lluvioso solo se incrementaron las poblaciones de detritívoros y xilófagos (fig. 3). Esta área, a pesar de llevar más de 20 años de establecida, estuvo sometida a un sistema de pastoreo con carga baja, lo que no aportó grandes volúmenes de materia orgánica al sistema; además tenía poca cobertura del suelo y baja riqueza vegetal, y no contaba con adición externa de materia orgánica. Todos estos elementos influyen en el desarrollo uniforme de las comunidades de la mesofauna edáfica.

En el área de forraje, en la época de lluvia y a los ocho años de establecida el área, solo aumentaron significativamente los detritívoros. Esta área poseía suficientes fuentes de material orgánico para ser descompuesto por dichos organismos. Los restantes grupos tróficos decrecieron en esta estación del año (fig. 3). Los depredadores y fungívoros están constituidos por microartrópodos que son indicadores de inestabilidad e infertilidad del suelo, condiciones que no se expresaron en esta época y sistema. Un comportamiento similar de los grupos detritívoros, depredadores y fungívoros fue informado por Socarrás y Robaina (2011) en el mismo tipo de suelo, época del año y en diferentes usos de la tierra en las provincias Mayabeque y Artemisa.

En el área de cultivo se observó un ligero decrecimiento (no significativo) de los detritívoros al aumentar el tiempo de establecimiento de esta área, en ambas estaciones del año, aunque el número de

individuos de este grupo trófico estuvo por debajo de lo reportado para los sistemas restantes (fig. 3). En estas mismas condiciones se observó un incremento de depredadores, xilófagos y fungívoros en la época poco lluviosa con respecto a la lluviosa, lo que denota perturbación y estrés hídrico por defec-to. La proporción de los diferentes grupos tróficos en esta área indica que los métodos aplicados no garantizaron las condiciones edáficas que propicia-rían una actividad faunística potencial del sistema. Robaina (2010) obtuvo resultados similares en un área de caña de azúcar, al ser este sistema el más perturbado por las prácticas agrícolas aplicadas.

De manera general, la composición de los grupos tróficos de la mesofauna edáfica expresa capa-cidades diferentes en la regulación de los procesos edáficos. En este estudio, el área de forraje y la de pasto se distinguieron por una alta dominancia de los microartrópodos encargados de la descom-posición de la materia orgánica (indicadores de fertilidad y estabilidad) y una caída brusca de la abundancia del resto de los grupos tróficos (indi-cadores de perturbación e infertilidad) del medio edáfico. Según Zerbino *et al.* (2008), la riqueza de especies vegetales, los cambios en las propiedades del suelo y el manejo influyen en la amplia disponi-bilidad de recursos y en el equilibrio de los diferen-tes grupos tróficos.

En el caso del área de cultivo, la proporción de los diferentes grupos tróficos no se manifestó de la misma manera; se apreció una disminución notable de la abundancia de detritívoros con respecto a las otras áreas. Por otro lado, las diferencias en cuanto a la abundancia entre los grupos tróficos presentes en este uso disminuyeron, y no aparecieron taxones do-minantes. En este sistema la cobertura vegetal era muy pobre; además, el efecto del laboreo y la exposición incrementan la evaporación y producen mayor dese-cación del suelo y, como consecuencia, alteraciones en la abundancia y diversidad de los grupos detritívoros de la mesofauna edáfica (Siddiky *et al.*, 2012).

Se concluye que las áreas de forraje y de pas-to se distinguieron por una alta dominancia de los microartrópodos encargados de la descomposición de la materia orgánica y por una disminución de la abundancia del resto de los grupos tróficos del medio edáfico.

El comportamiento de la mesofauna edáfica en las áreas fue altamente dependiente del tipo de ma-nejo del suelo y de la estacionalidad.

Asimismo, en el área de forraje se observó un salto cualitativo y una tendencia a la recuperación

de la fertilidad y del equilibrio de la biota del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. *Invertebrates*. 2 ed. Sun-derland, MA, USA: Sinauer Associates, 2003.
- Cabrera, Griselda; Robaina, Nayla & Ponce de León, D. Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque. *Pastos y Forrajes*. 34 (3):331-346, 2011.
- Chocobar, Eneyda A. *Edafofauna como indicador de la calidad en un suelo Cumulic Phaeozem sometido a diferentes sistemas de manejos en un experimento de larga duración*. Tesis en opción al grado científico de Maestra en Ciencias. Montecillo, México: Colegio de Postgraduados, 2010.
- Decaëns, T. Macroecological patterns in soil commu-nities. *Global Ecol. Biogeogr.* 19 (3):287-302, 2010.
- Funes-Monzote, F. R. & Monzote, Marta. Results of integrated crop-livestock-forestry systems with agroecological bases for the development of Cuban agriculture. *Proceedings 13th IFOAM International Scientific Conference*. (T. Alföldi, W. Lockeretz and U. Niggli, eds). Zürich: Hochs-chulverlag ETH, 2000.
- Gelvez-Pardo, Ivonn M. *Efecto del uso del suelo sobre la descomposición de la hojarasca y grupos funcionales microbianos (Cuenca del río La Vieja, Quindío)*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de Microbióloga Agrícola y Veterinaria. Bogotá: Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana, 2009.
- Hammer, O.; Harper, D. A. T. & Ryan, P. D. PAST Paleotological Statistic software package for education and data analysis. PAST versión 2.16. *Paleontología Electronica*. 4 (1):9, 2012.
- Hernández, A.; Pérez, J. M.; Bosch, D. & Rivero, L. *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana: AGRINFOR, 1999.
- Izquierdo, I.; Caravaca, F.; Alguacil, M. M. & Rol-dán, A. Changes in physical and biological soil quality indicators in a tropical crop system (Ha-vana, Cuba) in response to different agroecolo-gical management practices. *Environm Assessm.* 32 (5):639-645, 2003.
- Krantz, G. W. & Walter, D. E. (Eds.). *A manual of Acarology*. 2 ed. Lubbock, TX, USA: Texas Tech University Press, 2009.
- Magurran, A. *Diversidad ecológica y su medición*. Barcelona: Ediciones Vedral, 1989.
- Morais, J. & Franklin, W. Mesofauna do solo na Amazônia Central Amazon. En: Fátima M. S. Moreira, J. O. Siqueira y L. Brussaard, eds. *Bio-*

- diversidade do solo em ecossistemas brasileiros*. Lavras, Brasil: Editora UFLA. p. 768, 2008.
- Morais, J. W. de; Oliveira, Viviane dos S.; Dambros, C. de S.; Tapia-Coral, Sandra C. & Acioli, A. N. S. Mesofauna do solo em diferentes sistemas de uso da terra no Alto Rio Solimões. *Neotropical Entomology*. 39 (2):145-152, 2010.
- Robaina, Nayla. *Evaluación del estado ecológico de los suelos de composición ferráltica con diferentes usos en la Llanura Roja de La Habana mediante el papel de la mesofauna edáfica*. Tesis en opción al título de Ingeniera Agrónoma. San José de las Lajas, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2010.
- Salmane, I. & Brumelis, G. Species list and habitat preference of Mesotigmata (Parasitiformes) in Latvia. *Acarología*. 50 (3):373-394, 2010.
- Serrano, A. *Estructura y dinámica de la comunidad de macroinvertebrados edáficos en dos formaciones vegetales de Boca de Canasí, La Habana, Cuba*. Tesis en opción al título académico de Máster en Ciencias. La Habana: Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 2010.
- Siddiky, Md. R. K.; Kohler, J.; Cosme, M. & Rillig, M. C. Soil biota effects on soil structure: Interactions between arbuscular mycorrhizal fungal mycelium and collembola. *Soil Biol. Biochem.* 50:33-39, 2012.
- Socarrás, Ana & Robaina, Nayla. Mesofauna edáfica en diferentes usos de la tierra en la Llanura Roja de Mayabeque y Artemisa, Cuba. *Pastos y Forrajes*. 34 (3):347-358, 2011.
- Wardle, D. A.; Yeates, G. W.; Barker, G. M. & Bonner, Karen I. The influence of plant litter diversity on decomposer abundance and diversity. *Soil Biol. Biochem.* 38:1052-1062, 2006.
- Zerbino, S.; Altier, N.; Morón, A. & Rodríguez, C. Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia (Uruguay)*. 12 (1):44-55, 2008.

Recibido el 4 de marzo de 2015

Aceptado el 4 de enero de 2016