



Pastos y Forrajes
ISSN: 0864-0394
ISSN: 2078-8452
tania@ihatuey.cu
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio
Hatuey"
Cuba

Diversidad de la mesofauna edáfica en tres usos del suelo en la provincia Mayabeque, Cuba

Socarrás-Rivero, Ana América

Diversidad de la mesofauna edáfica en tres usos del suelo en la provincia Mayabeque, Cuba

Pastos y Forrajes, vol. 41, núm. 2, 2018

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158214006>

Diversidad de la mesofauna edáfica en tres usos del suelo en la provincia Mayabeque, Cuba

Diversity of the edaphic mesofauna in three soil uses in the Mayabeque province, Cuba

Ana América Socarrás-Rivero
Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba
anameri@ecologia.cu

Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158214006>

Recepción: 05 Agosto 2017
Aprobación: 04 Febrero 2018

RESUMEN:

El objetivo del estudio fue caracterizar la diversidad de la mesofauna en tres diferentes usos del suelo en el municipio Güines –provincia Mayabeque, Cuba–. Los sistemas estudiados fueron: sistema silvopastoril, bosque secundario y pastizal cultivado. Se tomaron cinco muestras en los primeros 10 cm de suelo en cada área, durante el periodo lluvioso. Para el análisis de los datos se construyeron curvas de rango/abundancia, y se calcularon el coeficiente comunitario (CC) y el de similitud proporcional (SP). Se recolectaron 399 microinvertebrados edáficos pertenecientes a dos clases, cinco órdenes y 19 familias. El orden mejor representado fue Oribatida. Las curvas de dominancia-diversidad mostraron, en el sistema silvopastoril, una distribución más homogénea de sus grupos. En el bosque secundario se obtuvo la mayor cantidad y diversidad de familias detritívoras y exclusivas. En el bosque secundario y en el sistema silvopastoril, el CC mostró la mayor similitud en la composición de sus taxones. Además, la SP confirmó la semejanza entre los valores de abundancia de ambos sistemas. En el uso pastizal se obtuvieron los valores mínimos de abundancia y de diversidad de estos grupos faunísticos, corroborados por CC y SP. Las relaciones detritívoros/depredadores y oribátidos/astigmados fueron favorables a los detritívoros en los tres usos del suelo. Se concluye que el bosque secundario y el sistema silvopastoril posibilitan la recolonización de las comunidades edáficas y la conservación de su función; además los sistemas con árboles contribuyen a la conservación de la calidad biológica de los suelos.

PALABRAS CLAVE: bosque secundario, depredadores, *Leucaena leucocephala*.

ABSTRACT:

The objective of the study was to characterize the mesofauna diversity in three soil uses in the Güines municipality –Mayabeque province, Cuba–. The studied systems were: silvopastoral system, secondary forest and cultivated pastureland. Five samples were taken in the first 10 cm of soil in each, during the rainy season. For the data analysis range/abundance curves were constructed, and the community coefficient (CC) and proportional similarity coefficient (PS) were calculated. A total of 399 edaphic microinvertebrates belonging to two classes, five orders and 19 families, were collected. The best represented order was Oribatida. The dominance-diversity curves showed, in the silvopastoral system, a more homogeneous distribution of its groups. In the secondary forest the highest quantity and diversity of detritivorous and exclusive families was obtained. In the secondary forest and the silvopastoral system, the CC showed the highest similarity in the composition of its taxa. In addition, the PS confirmed the similarity among the abundance values of both systems. In the use pastureland the minimum abundance and diversity values of these fauna groups were obtained, corroborated by CC and PS. The detritivores/predators and Oribatida/Astigmada ratios were favorable for detritivores in the three soil uses. It is concluded that the secondary forest and the silvopastoral system facilitate the re-colonization of edaphic communities and the conservation of their function; in addition, the systems with trees are the most accepted agricultural practices for the conservation of the soil biological quality.

KEYWORDS: secondary forest, predators, *Leucaena leucocephala*.

INTRODUCCIÓN

Los suelos cubanos destinados a la ganadería se encuentran sometidos a diferentes disturbios, entre los que se destacan: fuerte estacionalidad, baja disponibilidad de nutrientes, presión variable de pastoreo, así como incidencia del fuego (Oumarou, 2015). Una estrategia para su mejoramiento es la siembra de árboles, como *Leucaena leucocephala* (Lam), en cuarteles destinados al pastoreo, lo cual garantiza sombra y alimento a los animales. Los suelos donde se establecen los sistemas silvopastoriles mejoran sus propiedades físicas, químicas

y biológicas; incrementan el contenido de materia orgánica y nitrógeno; y se garantiza una amplia cobertura. Ello permite una mayor diversidad biológica del medio edáfico; no obstante, se debe tener en cuenta su grado de perturbación, que es causada por los procesos propios del manejo ganadero.

En el suelo ocurren diferentes procesos biológicos, entre ellos la actividad de la biota, que, junto a los factores climáticos, desempeña un papel importante en las transformaciones de la materia orgánica. La mesofauna, como parte de esta biota, interviene en la descomposición de la materia orgánica, en la aceleración y reciclaje de los nutrientes y en el proceso de mineralización del fósforo y el nitrógeno, factores decisivos para el mantenimiento de la productividad del suelo (Delli y Flores- Torres, 2016). Además, participa directamente dentro de las redes tróficas, ya que los organismos de la mesofauna son los principales controladores de las poblaciones de hongos y bacterias (Tome et al., 2015). Muchos de estos grupos funcionan como bioindicadores de la estabilidad y la fertilidad del suelo, al ser sensibles a los cambios climáticos y a las perturbaciones antrópicas del medio edáfico, lo que provoca variaciones en su densidad y diversidad (Mahdi et al., 2016).

Por ello el objetivo de este estudio fue caracterizar la diversidad de la mesofauna en tres diferentes usos del suelo en el municipio Güines–provincia Mayabeque, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en áreas del Instituto de Ciencia Animal, municipio Güines –provincia Mayabeque, Cuba–, en dos tipos de suelo: Pardo con Carbonatos y Fersialítico Pardo rojizo (Hernández-Jiménez et al., 2015), en la época de lluvia.

Los sistemas evaluados fueron:

Pastizal cultivado. Ubicado sobre un suelo Pardo con Carbonatos, tenía más de 40 años de explotación sin enmiendas orgánicas. El cuartón ocupaba un área de 0,75 ha, con 80 % de cobertura del suelo. Como principal especie de pasto se cultivaba *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), y el área se manejó con pastoreo racional Voisin.

Sistema silvopastoril. Se encontraba sobre un suelo Pardo con Carbonatos, con 11 años de explotación. Presentaba dos estratos: uno arbóreo, compuesto por *L. leucocephala* de más de 2 m de altura; y otro herbáceo, con el pasto *Brachiaria decumbens*. El régimen de pastoreo fue similar al que se realizó en el sistema pastizal cultivado. No se aplicó fertilización química, solo se incorporó al suelo el estiércol vacuno procedente de la masa ganadera que pastoreó en el sistema.

Bosque secundario. Localizado sobre un suelo Fersialítico Pardo rojizo, ocupaba una superficie de 2 ha a las que no entraban animales; desde hace 15 años se encontraba en un proceso de regeneración natural, con vegetación semidecidual. Las especies dominantes eran *L. leucocephala* y *Trichilia hirta*.

Muestreo de la mesofauna edáfica. En cada área se tomaron cinco muestras de suelo a una sola profundidad (0-10 cm), con un cilindro de 5 cm de diámetro por 10 cm de profundidad, siguiendo un diseño de muestreo completamente aleatorizado. Para la extracción de la fauna edáfica se utilizaron embudos Tullgren, durante siete días, sin emplear ninguna fuente artificial de luz y calor. Se procedió al conteo y separación de los individuos bajo el microscopio estereoscópico; estos se conservaron en alcohol al 70 %, y se procedió a su identificación hasta el nivel de familia, siguiendo la clasificación de Brusca y Brusca (2003) para los insectos y la de Krantz y Walter (2009) para los ácaros.

Procesamiento estadístico de los datos. A partir de este conteo se obtuvo la densidad (ind/m²) de cada taxón. Con el propósito de conocer si existían diferencias en la densidad de las comunidades edáficas entre las áreas, así como para determinar sus variaciones entre usos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis; y en los casos en que las diferencias fueron significativas, se usó la prueba de Student-Newman-Keuls (SNK). El procesamiento estadístico se realizó mediante el paquete del programa automatizado TONYSTAT (Sigarroat, 1987).

Para caracterizar la estructura en cada área se construyeron curvas de dominancia-diversidad, a partir de los logaritmos decimales de la abundancia (Magurran, 1989). Se calculó la similitud cuantitativa (SP) y la cualitativa (CC), según Feisinger (2004). Los indicadores biológicos se seleccionaron teniendo en cuenta las características ecológicas de los organismos presentes y adoptando criterios propuestos por otros investigadores (Bedano, 2010; Socarrás, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición taxonómica de la mesofauna del suelo en las áreas. Durante el estudio, se recolectó un total de 399 individuos pertenecientes al phylum Arthropoda, representado por dos sub-phylum, dos clases, cinco órdenes y 19 familias. En particular, la clase Cheliceratha estuvo compuesta por cuatro órdenes y 16 familias. El análisis a nivel de orden mostró la existencia de 5 órdenes en el bosque secundario, 4 en el sistema silvopastoril y 3 en el pastizal (tabla 1).

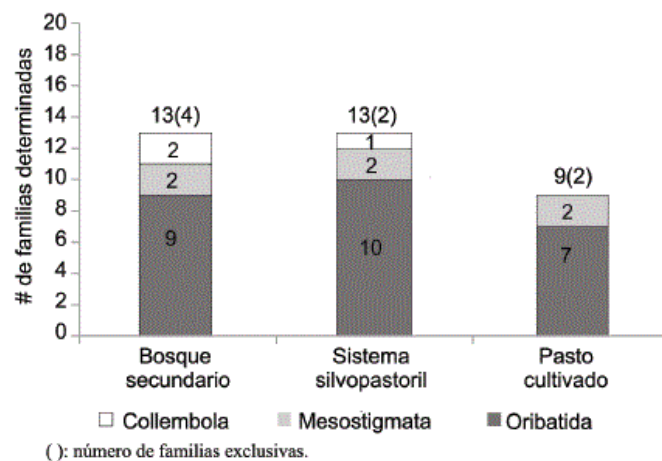
Tabla 1. Composición taxonómica y funcional de la mesofauna edáfica en las áreas estudiadas.

Phylum	Sub-phylum	Clase	Orden	Familia	Sistema	Grupo Trófico	
Arthropoda	Hexapoda	Entognatha	Collembola	Isotomidae	SSP	Detritívoro	
				Entomobridae	B	Detritívoro	
				Onychiuridae	B	Detritívoro	
	Cheliceriforme	Cheliceratha	Oribatida	Galumnidae	B, SSP, P	Detritívoro	
				Eremulidae	B, SSP, P	Detritívoro	
				Euphthiracaridae	B y SSP	Detritívoro	
				Achipteridae	SSP y P	Detritívoro	
				Cepheidae	P	Detritívoro	
				Damaeolidae	B, SSP, P	Detritívoro	
				Lohmannidae	B	Detritívoro	
				Oribatulidae	SSP y P	Detritívoro	
				Nothridae	B y SSP	Detritívoro	
				Carabodidae	P	Detritívoro	
				Brachychthoridae	B y SSP	Detritívoro	
				Protoprophoridae	B y SSP	Detritívoro	
				Oppiidae	SSP	Detritívoro	
				Scheroribatidae	B	Detritívoro	
				Mesostigmada	Uropodidae	B, SSP, P	Detritívoro
					Gamasidae	B, SSP, P	Depredador
				Astigmada		B, SSP, P	Fungívoro
				Prostigmada		B	Depredador

SSP: sistema silvopastoril, B: bosque secundario, P: pastizal cultivado.

La riqueza taxonómica, valorada a nivel de familias identificadas, mostró el mismo número en el bosque secundario y en el sistema silvopastoril (13); mientras en el pastizal cultivado se reportaron 9 familias.

El orden mejor representado en número de familias en los tres sistemas fue Oribatida, con 9 en el bosque secundario, 10 en el sistema silvopastoril y 7 en el pastizal cultivado. De igual forma, se hallaron 4 familias exclusivas del bosque secundario: 2 en el sistema silvopastoril y 2 en el pastizal cultivado (fig. 1).



(): número de familias exclusivas.

Figura 1. Riqueza taxonómica de la mesofauna en cada uso de la tierra.

Análisis de la dominancia-diversidad de la mesofauna del suelo. Las curvas de rango-abundancia mostraron un mayor número de grupos para el bosque y el sistema agroforestal, en comparación con el pastizal (fig. 2).

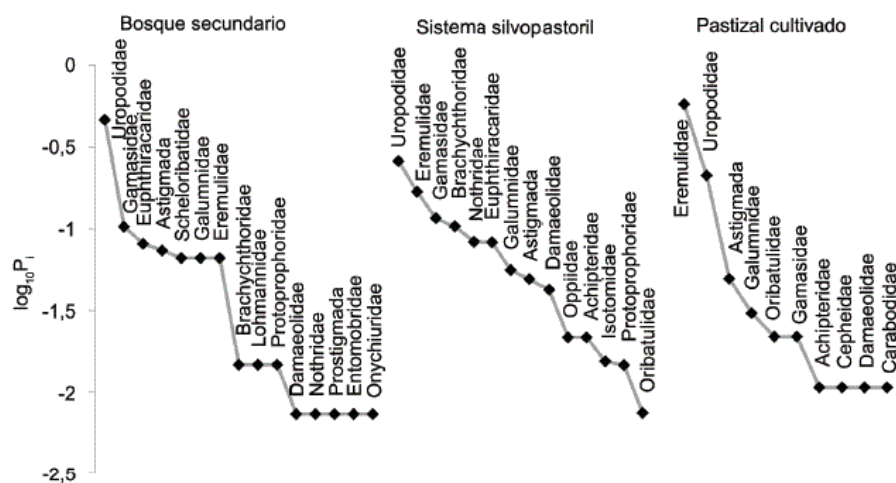


Figura 2. Curvas de rango/abundancia de las familias que componían la mesofauna en cada uso de la tierra.

La curva en función del número de individuos en el bosque mostró que la familia dominante fue Uropodidae, que está reportada como un grupo de ácaros detritívoros, con características morfológicas y bioecológicas que los hacen ser muy exigentes en cuanto a la calidad del hábitat (Bedano, 2010; Socarrás, 2013). Su predominio en esta área pudo estar favorecido por la presencia de material por descomponer y una mayor cobertura del suelo, que garantiza condiciones equilibradas de humedad y temperatura en el medio edáfico. En el bosque aparecieron varios taxones con abundancia intermedia: Astigmada, Gamasidae, Galumnidae, Scheloribatidae, Eremulidae y Euphthiracaridae; y como grupos muy raros, en los que se capturaron entre uno o dos individuos: Prostigmada, Damaeolidae, Nothridae, Entomobridae, Onychiuridae, Brachychthoridae, Lohmannidae y Protoprophoridae. Se debe destacar la presencia en esta área de familias indicadoras de madurez edáfica o los llamados taxones «exclusivos» (Euphthiracaridae, Brachychthoridae y Protoprophoridae), que son más frágiles a las perturbaciones del medio.

En el pastizal cultivado dominó Eremulidae, junto a Uropodidae, en primer lugar; y los grupos que tuvieron un solo individuo pertenecían a las familias Achipteridae, Cepheidae, Damaeolidae y Carabodidae. En esta área la abundancia se concentró en pocos taxones, patrón que evidenció la baja equitatividad de

las comunidades en este pastizal. Magurran (1989) señaló que los grupos con mayor número de individuos ocupan una gran proporción del nicho, y hacen una mayor utilización de los recursos disponibles.

La expresión de comunidades con marcado dominio en las familias mostró que, en el pastizal cultivado y en el bosque secundario, estaban incidiendo factores perturbadores. En el primero incidió el pastoreo y la falta de cobertura arbórea; mientras que en el segundo pudo influir el tiempo de establecimiento del sistema y la competencia entre taxones por los recursos.

En el sistema silvopastoril se destacó numéricamente Uropodidae. Estos ácaros son abundantes en ecosistemas con altos valores de MO, en áreas de compostaje y en troncos en descomposición (Rousseau et al., 2013). Son húmicos y responden de forma positiva ante las buenas condiciones de aireación del suelo. El estudio de sus variaciones constituye un criterio preciso del estado de salud del medio edáfico.

Este sistema posee fuentes más heterogéneas de recursos, y también la cobertura arbórea provee un mayor aporte de hojarasca y sombra para mantener estables los valores de temperatura y humedad en el suelo, todo lo cual favorece el desarrollo de comunidades más diversas, cosmopolitas y pioneras de medios alterados. Entre los grupos raros, con uno o dos individuos, se pueden señalar Protophorphoridae, Oribatulidae e Isotomidae. De las tres áreas estudiadas, esta presentó la curva con menos pendientes abruptas, lo que indica una mayor igualdad entre los taxones de la mesofauna edáfica, con predominio de grupos con abundancia intermedia; y mostró una mayor equitatividad, lo que sugiere que los recursos estaban repartidos de forma más homogénea dentro de la comunidad (Pauli et al., 2012).

Según la expresión de las curvas de rangos de abundancia, se podría señalar el bosque secundario en primer lugar; el sistema silvopastoril en segundo, con mayor diversidad; y el pastizal cultivado como el sistema de uso con menor diversidad de la mesofauna del suelo.

Densidad de la mesofauna del suelo en las áreas. Los mayores valores de densidad promedio de la mesofauna del suelo (fig. 3) se encontraron en el bosque secundario (23 075 ind.m⁻²); los intermedios, en el sistema silvopastoril (19 343 ind.m⁻²); y los menores, en el pastizal (13 361 ind.m⁻²).

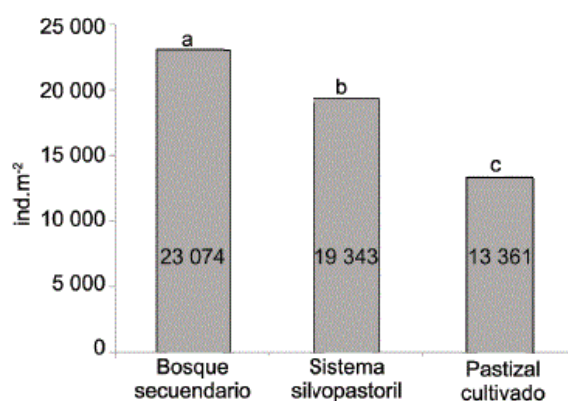


Figura 3. Valores promedio de densidad (ind.m⁻²) de la mesofauna en las áreas de estudio.

La prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas entre los diferentes usos en el caso de la densidad ($H = 13,59$; $p < 0,001$; $gl = 3$). Las variaciones en la densidad de la mesofauna entre el bosque secundario y el sistema silvopastoril podrían atribuirse a la estructura de la vegetación, la entrada natural de materia orgánica al medio y la calidad de la hojarasca aportada al suelo.

La estrategia de plantar árboles para alimento animal, como la leucaena, mejora la estabilidad estructural del medio edáfico, evita la erosión y la infiltración de agua, aumenta la biodiversidad edáfica y el reciclado de estiércol, y disminuye las pérdidas orgánicas en el suelo debido a una mayor cobertura (Peréz, 2011).

Algunos autores señalan que los altos valores de densidad de la fauna del suelo en los sistemas con *L. leucocephala* pueden estar dados por la presencia de dos estratos: uno arbóreo con la leguminosa y otro

herbáceo con pasto nativo, una mayor cantidad de hojarasca de mejor calidad y un microambiente más favorable para la actividad de la fauna edáfica (García, 2013; Socarrás y Izquierdo, 2014).

Composición trófica de los componentes de la mesofauna edáfica. La comunidad de los microartrópodos del suelo estuvo compuesta por tres categorías tróficas en todos los sistemas estudiados: detritívoros, depredadores y fungívoros. Estas categorías desempeñan un importante papel en la estabilidad ecológica del suelo.

Se debe destacar el incremento en el número de individuos detritívoros con respecto al resto de los grupos tróficos en las tres áreas, con un pico en el bosque secundario y en el sistema silvopastoril (fig. 4). En el caso del bosque, este ha sido favorecido por la escasa o la nula intervención antrópica, lo que ha redundado en una mayor estabilidad del medio edáfico y de su diversidad asociada. En el sistema silvopastoril, el establecimiento de este grupo trófico se favoreció por la incorporación de materia orgánica, la cobertura y la mejora de las condiciones de fertilidad por la presencia de *L. leucocephala*, que es una leguminosa que fija nitrógeno atmosférico al suelo.

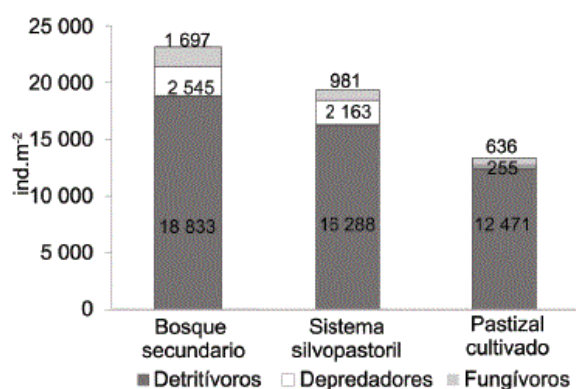


Figura 4. Composición trófica de los grupos de la mesofauna edáfica.

El segundo grupo trófico que se destacó por su abundancia en todas las áreas fue el de los depredadores, debido a una relación directa con sus presas. Los grupos que conformaron esta categoría fueron los depredadores en estados inmaduros de oribátidos y colémbolos (detritívoros), los que eran abundantes, pero mantenían la relación presa-depredador; y ello representó un equilibrio en el ecosistema (Schiavon et al., 2015).

Los fungívoros (astigmados) están constituidos por microartrópodos, indicadores de inestabilidad e infertilidad del suelo; los valores hallados no tuvieron diferencias marcadas, lo cual se debió a la época, las condiciones edáficas y el tipo de sistema. Socarrás y Robaina (2011) encontraron patrones de respuesta para dichos grupos tróficos semejantes a los obtenidos en este estudio, con similares características de suelo, época del año y uso de la tierra.

Análisis de los índices de similitud de la mesofauna del suelo. El coeficiente comunitario (CC) mostró que el bosque secundario y el sistema silvopastoril tuvieron una mayor similitud en su composición taxonómica. Por otra parte, evidenció que los usos bosque secundario y pastizal cultivado compartieron menos taxones (tabla 2).

Tabla 2. Índices de similitud de los sistemas en estudio.

Índice	Bosque secundario/ silvopastoril	Bosque secundario/ pastizal cultivado	Sistema silvopastoril/ pastizal cultivado
Coeficiente comunitario	0,69	0,48	0,66
Similitud proporcional	0,60	0,38	0,50

Con el análisis de la similitud proporcional (SP), se corroboró la semejanza en los valores de abundancia entre el bosque secundario y el sistema silvopastoril, con marcada diferencia respecto a los valores obtenidos para el pastizal cultivado.

Indicadores biológicos. Oribatida y Astigmada son dos órdenes que componen la mesofauna del suelo y que realizan funciones antagónicas: mientras uno aumenta, el otro disminuye; de ahí la importancia de este balance para medir el grado de desequilibrio entre las biocenosis edáficas (Socarrás y Izquierdo, 2014).

En los sistemas en estudio esta relación fue favorable a Oribatida, grupo de ácaros detritívoro, indicador de estabilidad y fertilidad del suelo, por lo que se puede afirmar que el medio edáfico se benefició con estos usos (fig. 5). Tanto el bosque secundario como el sistema silvopastoril garantizaron las condiciones bióticas y abióticas para el desarrollo de la mesofauna; en cuanto al pastizal cultivado, también este uso aseguró una buena cobertura del suelo y un aporte de material orgánico que redundó en el buen establecimiento de la mesofauna edáfica.

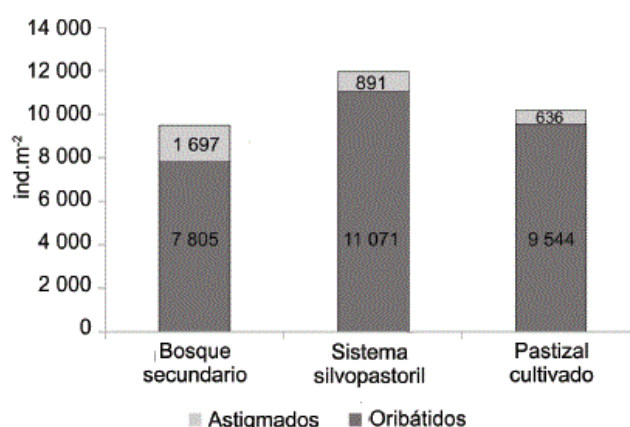


Figura 5. Relación oribátidos/astigmados en las áreas estudiadas.

La relación detritívoros/depredadores ha sido validada por Hernández et al. (2012), y expresa la estabilidad de las comunidades edáficas. En este estudio la relación fue mayor que uno, o sea, que dominaron los detritívoros en todas las áreas, lo que confirma el equilibrio existente entre la relación presa-depredador y la estabilidad del ecosistema (fig. 6).

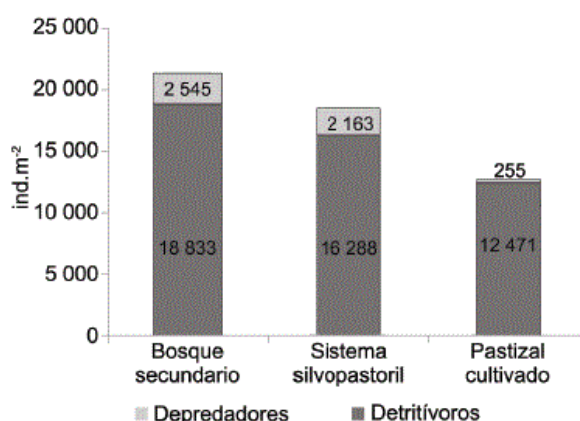


Figura 6. Relación detritívoros/depredadores en las áreas estudiadas.

CONCLUSIONES

Al hacer un análisis de la variación de los componentes de la mesofauna en los tres sistemas, se observó una afectación en el sentido bosque secundario → sistema silvopastoril → pastizal, dado por la disminución de la densidad; así como por los cambios en la estructura funcional de las poblaciones, en la riqueza y en la pérdida de familias exclusivas.

El bosque secundario y el sistema silvopastoril posibilitaron la recolonización de las comunidades edáficas y la conservación de su función.

Los sistemas con árboles contribuyen a la conservación de la calidad biológica de los suelos.

REFERENCIAS

- Bedano, J. C. La importancia de la mesofauna y macrofauna edáfica y su uso en la evaluación de la calidad del suelo. Memorias del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, II Reunión de Suelos de la región Andina. San Luis, Argentina: INTA Balcarce. p. 5, 2010.
- Brusca, R. C. & Brusca, G. J. Invertebrates. Sunderland, USA: Sinauer Associates, 2003.
- Delli, A. & Flores-Torres, María E. Estudio comparativo de indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo y de la biodiversidad de la mesofauna edáfica en dos usos de suelo de la microcuenca del río Pomacocha, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo. Riobamba, Bolivia: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.
- Feisinger, P. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN, 2004.
- García, Y. La macrofauna edáfica como indicador de la calidad del suelo Ferralítico Rojo en cuatro usos de la tierra en la provincia de Matanzas. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias. San José de las Lajas, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2013.
- Hernández, Guillermina; Socarrás, Ana A.; Cabrera, Griselda; Alguacil, María M.; Torrecillas, Emma & Roldán, A. Impacto de la siembra de plantas con fines bioenergéticos sobre la biodiversidad edáfica. En: A. Valdés y M. A. Vales, eds. Análisis del impacto de la producción de biocombustibles en el medio natural. La Habana: Editorial Academia. p. 51-77, 2012.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Krantz, G. W. & Walter, D. E., Eds. A manual of acarology. 2nd ed. USA: Texas Tech University Press, 2009.
- Magurran, Anne E. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Ediciones Vedral, 1989.
- Mahdi, J. E.; Abbott, Lynnette K.; Pauli, Natasha & Solaiman, Z. M. Biological indicators for soil health: potential for development and use of on-farm tests. In: A. Varma and A. K. Sharma, eds. Modern tools and techniques to understand microbes. Switzerland: Springer. p. 123-134, 2016.
- Oumarou, I. Efecto del uso del suelo sobre indicadores del estado de la calidad del suelo en áreas cañeras de la CPA "Batalla de Santa Clara". Tesis de pregrado. Santa Clara, Cuba: Facultad de Agronomía, Universidad Central de Las Villas, 2015.
- Pauli, N.; Barrios, E.; Conacher, A. J. & Oberthür, T. Farmer knowledge of the relationships among soil macrofauna, soil quality and tree species in a smallholder agroforestry system of western Honduras. Geoderma. 189-190:186-198, 2012.
- Peréz, D. Cambios en el estado de un suelo de composición Ferralítica por el manejo diferenciado de la cobertura. Tesis en opción al grado científico de Máster en Ciencias: Universidad Agrarias de La Habana, 2011.
- Rousseau, L.; Fonte, S. J.; Téllez, O.; van der Hoek, R. & Lavelle, P. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. Ecol. Indic. 27:71-82, 2013.

- Schiavon, Greice de A.; Lima, Ana C. R. de; Schiedeck, G.; Schwengber, J. E.; Schubert, R. N. & Pereira, Caroline V. O conhecimento local sobre a fauna edáfica e suas relações com o solo em agroecossistema familiar de base ecológica: um estudo de caso. *Ciência Rural*. 45 (4):658-660, 2015.
- Sigarroa, A. Paquete estadístico para BASIC. Cuba: Facultad de Biología, Universidad de La Habana, 1987.
- Socarrás, Ana A. Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*. 36 (1):5-13, 2013.
- Socarrás, Ana A. & Izquierdo, I. Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes*. 37 (1):47-54, 2014.
- Socarrás, Ana A. & 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.
- Tome, S. A.; Cutz, L. Q. & Ortiz, H. J. Variación espacio-temporal de ácaros (Cryptostigmata) en puntos estratégicos de la bahía de Chetumal Quintana Roo, México. *Ingeniantes*. 1 (2):58-64, 2015.