



Lista taxonómica de la macrofauna del suelo en bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba

Taxonomic list of the soil macrofauna in evergreen forests from Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba

Grisel Cabrera Dávila*, Yojana. I. Menéndez y Arturo Hernández

Palabras clave: bosque siempreverde tropical, macroinvertebrados, Sierra del Rosario

Key words: macroinvertebrates, Sierra del Rosario, tropical evergreen forest

Recibido: 30/11/2016

Aceptado: 04/03/2017

RESUMEN

Se realizó el inventario de los macroinvertebrados edáficos en dos sitios de bosque primario siempreverde dentro del macizo montañoso El Salón en la Sierra del Rosario. Los sitios seleccionados fueron Helechal y Vallecito, ambos con características similares de altura, tipo de suelo y vegetación de bosque tropical siempreverde medio. La macrofauna fue recolectada según la metodología estándar del TSBF, consistente en la extracción de ocho monolitos de suelo de 25 x 25 x 20 cm en cada sitio estudiado, e identificada a través de la revisión de trabajos taxonómicos, la ayuda de diferentes especialistas y la consulta de colecciones entomológicas. El muestreo fue efectuado en octubre de 2009 en Helechal y marzo de 2011 en Vallecito. La macrofauna estuvo compuesta por tres phyla, ocho clases y subclases, 22 órdenes, y a niveles taxonómicos inferiores se identificaron 21 familias, 14 géneros y nueve especies. De esta fauna nombrada, 12 familias, ocho géneros y cuatro especies fueron declarados registros nuevos para el macizo montañoso El Salón en la Sierra del Rosario. El inventario realizado constituye la primera lista taxonómica de macroinvertebrados edáficos enunciada para el ecosistema de bosque siempreverde mesófilo en el occidente de Cuba.

ABSTRACT

The inventory of the edaphic macroinvertebrates was made in two sites of the evergreen primary forest within the mountain range El Salón in Sierra del Rosario. The selected sites were Helechal and Vallecito, both with similar characteristics of height, soil type and tropical evergreen medium forest vegetation. The macrofauna was collected according to the TSBF standard methodology, consisting in the extraction of eight 25 x 25 x 20 cm soil monoliths in each site studied, and identified through the revision of taxonomic works, the help of different specialists and the consultation of the entomological collections. Macrofauna sampling was carried out in October 2009 in Helechal and March 2011 in Vallecito. The taxonomic composition of soil macrofauna was three phyla, eight classes and subclasses, 22 orders, and at lower taxonomic levels 21 families, 14 genera and nine species were identified. For this named fauna, 12 families, eight genera and four species were declared new records for the mountain range El Salón in Sierra del Rosario. The inventory is the first taxonomic list of edaphic macroinvertebrates for the evergreen mesophyll forest ecosystem in western Cuba.

* Autor para correspondencia: grisel17@ecologia.cu
Instituto de Ecología y Sistemática, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Carretera de Varona 11835 e/

Oriente y Lindero, Calabazar, Boyeros, La Habana 19, C.P. 11900. La Habana, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La macrofauna edáfica regula diferentes procesos que determinan la calidad y la fertilidad de los suelos en sistemas naturales, agrícolas y forestales. Entre estos procesos y servicios ecosistémicos se pueden citar: el reciclaje de nutrientes, el inicio de la descomposición de los restos vegetales que componen la hojarasca y la conservación de la estructura del terreno. Su impacto radica fundamentalmente en su contribución a la formación de poros, a la infiltración de agua y a la humificación y mineralización de la materia orgánica (Swift *et al.*, 2012).

En Cuba los primeros trabajos sobre la macrofauna del suelo, fueron conducidos en ecosistemas naturales y forestales principalmente de la Sierra del Rosario dentro de la actual provincia Artemisa. Estos estudios caracterizaron la composición, la densidad y la biomasa de la macrofauna total e hicieron énfasis en algunos grupos de significación funcional en el medio edáfico tales como los caracoles (Gastropoda), los milpiés (Diplopoda), los escarabajos (Coleoptera) y las lombrices de tierra (Oligochaeta) (Jaume, 1972; González y Herrera, 1983; 1984; González y López, 1986; 1987; Martínez *et al.*, 1988; Zorrilla y González, 1988; González, 1984; 1989; Martínez y Rodríguez, 1991; Prieto y Rodríguez, 1996; Martínez y Sánchez, 2000).

Trabajos posteriores se efectuaron en sistemas de uso de la tierra de importancia agrícola, pecuaria y forestal, por ejemplo: en pastizales, cañaverales, cultivos varios y sistemas silvopastoriles, donde se abordaron la composición y la estructura de la macrofauna para evaluar el impacto de la intensidad del uso de la tierra (Cabrera Dávila *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2011; Sánchez y Hernández 2011; Menéndez y Cabrera Dávila, 2014; García *et al.*, 2014; Chávez Suárez *et al.*, 2016).

Las últimas investigaciones en el país, específicamente en ecosistemas de bosques, contemplaron la determinación de la riqueza, la abundancia y la composición funcional de la macrofauna del suelo en un bosque seminatural, de vegetación siempreverde micrófila e influencia costera en el litoral norte de la provincia Mayabeque (Serrano, 2010). Otras se realizaron en bosques secundarios de regeneración natural y con elementos florísticos de vegetación semidecidua, localizados en la Llanura Roja de Mayabeque (Robaina, 2010; Cabrera Dávila *et al.*, 2011a, b). Teniendo en cuenta los estudios previos mencionados, es evidente

que los resultados en ecosistemas naturales y con un alto nivel de conservación son aún muy escasos.

La Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario constituye uno de los sistemas montañosos más importantes de Cuba y está ubicada en la parte más oriental de la Cordillera de Guaniguanico, dentro de la provincia Artemisa. La Reserva incluye varias formaciones montañosas, entre las que se encuentra el macizo El Salón, de gran interés conservacionista, poco afectado por el hombre y bajo protección. En El Salón y extendida en toda la Reserva, se destaca la formación vegetal de bosque siempreverde mesófilo tropical, con gran complejidad estructural y diversidad florística (Herrera *et al.*, 1988; 1997).

Debido al insuficiente conocimiento en el país sobre la macrofauna en hábitats conservados y a su importancia en la regulación de los procesos edáficos, en el presente trabajo se realizó el inventario o la lista taxonómica de los macroinvertebrados del suelo, como resultado inicial, en dos bosques primarios siempreverdes dentro del macizo montañoso El Salón en la Sierra del Rosario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios de estudio

Los sitios estudiados, dentro de la Reserva Ecológica El Salón, en la Sierra del Rosario fueron: Helechal (22° 49' N, 82° 57' O) y Vallecito (22° 49' N, 82° 58' O), ubicados a una altura aproximada de 450 msnm, con suelo del tipo Fersialítico Amarillento (Frs A) según Hernández *et al.* (2015), y vegetación de bosque tropical siempreverde medio. El Helechal más húmedo que Vallecito, pero ambos con árboles emergentes de hasta 25 m de altura, estrato arbóreo continuo con individuos de 6-20 m y dominantes de 15-20 m de altura, y sotobosque abierto con pocos arbustos de 1-3 m de altura. Este último estrato integrado por gramíneas de hoja ancha características de los bosques tropicales húmedos y por plántulas de especies arbóreas, lianas y helechos. Algunas especies arbóreas típicas del ecosistema fueron: *Prunus occidentalis*, *Calophyllum antillanum*, *Oxandra lanceolata*, *Hibiscus elatus*, entre otras. En la Sierra del Rosario la temperatura media anual del aire es de 24,4 °C y la precipitación total anual es de 2014 mm, donde los valores mínimos de temperatura y de precipitación ocurren durante los meses de noviembre a abril y los máximos de mayo a octubre, con una pronunciada estación seca desde diciembre hasta marzo (Herrera *et al.*, 1997).

Muestreo y Procesamiento de la macrofauna

La investigación en el sitio Helechal se llevó a cabo en octubre de 2009 y en Vallecito en marzo de 2011. La macrofauna edáfica se recolectó según la Metodología del Programa de Investigación Internacional "Biología y Fertilidad del Suelo Tropical" (TSBF), a través de monolitos de suelo de 25 x 25 x 20 cm (Anderson e Ingram, 1993; Lavelle *et al.*, 2003). En ambos sitios fueron marcados cuatro transectos distanciados en 50 m y dentro de ellos se tomaron dos monolitos de suelo, para un total de ocho monolitos estudiados en cada sitio. De estos monolitos, la macrofauna fue extraída manualmente *in situ* y preservada en alcohol 75%, excepto las lombrices que se conservaron en formol 4%.

La macrofauna se identificó y ubicó taxonómicamente hasta el nivel más bajo posible, utilizando principalmente los trabajos de Borrer y DeLong (1976), Hoffman *et al.* (1996), Fragoso (2001), Brusca y Brusca (2003), Blakemore (2005) y Espinosa y Ortea (2009). Fueron consultados también los especialistas cubanos de algunos grupos que componen la macrofauna, así como la colección entomológica ubicada en el Instituto de Ecología y Sistemática (CZACC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El inventario de los macroinvertebrados del suelo en los sitios del Salón en Sierra del Rosario, mostró una composición de tres phyla, ocho clases y subclases, 22 órdenes, y a niveles taxonómicos inferiores se identificaron 21 familias, 14 géneros y nueve especies (Tabla 1). Esta lista taxonómica de macroinvertebrados edáficos es un resultado enunciado por primera vez para el ecosistema de bosque siempreverde en la región de Sierra del Rosario en Artemisa. Gran parte de la fauna nombrada se anota como registro nuevo para la localidad, lo cual responde a 12 familias, ocho géneros y cuatro especies; mientras el resto se refiere como registro previo (Tabla 1). En esta lista, además, se señalaron tres morfoespecies de las clases Diplopoda (Rhinocricidae sp.n.1 y 2) y Chilopoda (*Pachymerium* sp.n.), que al parecer constituyen nuevas especies aún por describir (T. Tcherva, comun. pers.).

Resultados similares fueron obtenidos en cuanto a la composición de la macrofauna edáfica a nivel taxonómico principalmente de orden, al comparar con los trabajos que enfocaron sus estudios en los ecosistemas de bosque y diversas plantaciones en la región (González y Herrera, 1983; 1984; González y López, 1986; 1987; Zorrilla y González, 1988; Prieto y Rodríguez, 1996). Estos autores coincidieron en que la macrofauna estuvo compuesta

fundamentalmente por los táxones Oligochaeta, Mollusca, Isopoda, Diplopoda, Arachnida, Coleoptera, Dermaptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera e Isoptera, y los más conspicuos dentro de las diferentes plantaciones y bosques siempreverdes estudiados en Sierra del Rosario, fueron Hymenoptera, Diplopoda, Coleoptera, Oligochaeta y Arachnida, estando Hymenoptera representada esencialmente por las hormigas (Formicidae). En el presente estudio se hallaron los táxones antes mencionados, excepto Dermaptera y Diptera. Además, se encontraron otros no registrados con anterioridad como Chilopoda, Dictyoptera, Hemiptera y Lepidoptera, aún con la utilización de metodologías parecidas y comparables de muestreo.

En particular para Mollusca, se mencionan en este trabajo a *Helicina adspersa* y *Farcimen*, los cuales ya habían sido citados para el macizo montañoso El Salón junto a otras tres especies, en los estudios de Jaume (1972) y posteriormente de Martínez *et al.* (1988). Para Diplopoda y Coleoptera, se repiten en el inventario actual, dos de las cuatro familias de diplópodos y tres de las 15 familias de coleópteros (Tabla 1), antes enunciadas para el bosque siempreverde mesófilo de la Sierra del Rosario (González, 1984; 1989). González (1984), constató para los diplópodos, no solo la presencia de Sphaeriodesmidae y Chelodesmidae, también de Spirotreptidae y Strongylosomidae (= Paradoxosomatidae), siendo la última junto a Chelodesmidae las menos representativas en este ecosistema. Por su parte, González (1989) informó para los coleópteros a Staphylinidae, Ptilodactylidae, Elateridae, Cantharidae Carabidae, Catopidae (actualmente en Leiodidae), Cheloneridae, Chrysomelidae, Cucujidae, Curculionidae, Lampyridae, Lycidae, Phalacridae, Scarabaeidae y Scydmaenidae, y obtuvo como familias dominantes a las tres primeras.

En cuanto a las lombrices de tierra, este estudio señala cuatro especies, todas registradas previamente (Martínez y Rodríguez, 1991; Martínez y Sánchez, 2000). Martínez y Rodríguez (1991) nombraron solo a *Pontoscolex corethrurus* y apuntaron otros individuos no identificados a nivel específico, pero pertenecientes a las familias Glossoscolecidae y Ocnerodrilidae, para el bosque siempreverde, en este caso de la localidad montañosa El Mulo en la Reserva. Martínez y Sánchez (2000); sin embargo, identificaron junto a la especie ya mencionada, otras cuatro, que coincidieron con las listadas en esta investigación, a excepción de *Ocnerodrilus occidentalis*, contenida en el registro de estos autores, que fue informado para el ecosistema de bosque dentro de la localidad El Salón.

Tabla 1. Lista taxonómica de la macrofauna del suelo en los sitios de bosque siempreverde Helechal (H) y Vallecito (V) del Salón en la Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba.

Table 1. Taxonomic list of the soil macrofauna in the evergreen forest sites Helechal (H) and Vallecito (V) from El Salón in Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba.

Phylum ¹ Clase ² Subclase ³	Orden ⁴ Familia ⁵ Subfamilia ⁶	Género ⁷ Especie ⁸	H	V	Referencias de registros previos
Annelida ¹	Haplotaxida ⁴				
Clitelata ²	Glossoscolecidae ⁵	<i>Onychochaeta</i> ⁷			
Oligochaeta ³		<i>O. elegans</i> ⁸		x	Martínez y Sánchez, 2000
		<i>O. windlei</i> ⁸	x	x	Martínez y Sánchez, 2000
		<i>Pontoscolex</i> ⁷			
		<i>P. corethrurus</i> ⁸	x	x	Martínez y Rodríguez, 1991 Martínez y Sánchez, 2000
	Moniligastrida ⁴				
	Moniligastridae ⁵	<i>Drawida</i> ⁷			
		<i>D. barwelli</i> ⁸	x	x	Martínez y Sánchez, 2000
Mollusca ¹	Cycloneritimorpha ⁴				
Gastropoda ²	Helicinidae ⁵	<i>Helicina</i> ⁷			
Prosobranchia ³		<i>H. adspersa</i> ⁸		x	Jaume, 1972 Martínez <i>et al.</i> , 1988
	Architaenioglossa ⁴				
	Megalomastomatidae ⁵	<i>Farcimen</i> ⁷		x	Jaume, 1972 Martínez <i>et al.</i> , 1988
Pulmonata ³	Stylommatophora ⁴				
	Thysanophoridae ⁵	<i>Thysanophora</i> ⁷			
		<i>T. rariopila</i> ⁸		x	
	Oleacinidae ⁵	<i>Oleacina</i> ⁷	x	x	
	Urocoptidae ⁵		x	x	
Arthropoda ¹	Isopoda ⁴				
Malacostraca ²	Philosciidae ⁵		x	x	
Eumalacostraca ³	Scleropactidae ⁵		x	x	
Arthropoda ¹	Polydesmida ⁴		x	x	
Diplopoda ²	Chelodesmidae ⁵		x		González, 1984
Penicillata ³	Sphaeriodesmidae ⁵	<i>Sphaeriodesmus</i> ⁷	x		González, 1984
	Spirobolida ⁴		x	x	
	Rhinocricidae ⁵	Rhinocricidae sp.n.1	x		
		Rhinocricidae sp.n.2	x		
Arthropoda ¹	Geophilomorpha ⁴				
Chilopoda ²	Geophilidae ⁵	<i>Pachymerium</i> ⁷			
Pleurostigmomorpha ³		<i>P. floridanum</i> ⁸	x	x	
		<i>Pachymerium</i> sp.n	x		
	Scolopendromorpha ⁴			x	

Tabla 1. Lista taxonómica de la macrofauna del suelo en los sitios de bosque siempreverde Helechal (H) y Vallecito (V) del Salón en la Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba. (cont.)

Table 1. Taxonomic list of the soil macrofauna in the evergreen forest sites Helechal (H) y Vallecito (V) from El Salón in Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba. (cont.)

Phylum ¹ Clase ² Subclase ³	Orden ⁴ Familia ⁵ Subfamilia ⁶	Género ⁷ Especie ⁸	H	V	Referencias de registros previos	
Arthropoda ¹	Araneae ⁴		x	x		
Chelicerata ²	Opiliones ⁴		x	x		
Arachnida ³	Pseudoscorpionida ⁴			x		
	Schizomida ⁴			x		
Arthropoda ¹	Diplura ⁴		x	x		
Entognata ²						
Arthropoda ¹	Dictyoptera ⁴					
Insecta ²	Blattidae ⁵	<i>Cariblatta</i> ⁷	x	x		
Pterygota ³	Coleoptera ⁴					
	Ceratocanthidae ⁵			x		
	Elateridae ⁵				González, 1989	
	Elaterinae ⁶		x			
	Scarabaeidae ⁵		x	x	González, 1989	
	Staphylinidae ⁵				González, 1989	
	Osoriinae ⁶	<i>Osorius</i> ⁷	x	x		
	Paederinae ⁶	<i>Stamnoderus</i> ⁷				
		<i>S. labeo</i> ⁸		x	x	
		<i>Palaminus</i> ⁷		x		
	Staphylininae ⁶			x		
	Scolytidae ⁵			x		
	Hemiptera ⁴			x	x	
	Hymenoptera ⁴					
	Formicidae ⁵			x	x	
Isoptera ⁴						
Termitidae ⁵						
Nasutitermitinae ⁶	<i>Nasutitermes</i> ⁷					
	<i>N. corniger</i> ⁸			x		
Orthoptera ⁴				x		
Lepidoptera ⁴				x		

Si comparamos la composición de la macrofauna obtenida en el trabajo actual con datos de otros ecosistemas de bosques en el país, es posible observar resultados semejantes entre ellos, a pesar de contrastar el bosque de montaña y húmedo de este estudio con bosques de llanura y secos. Por ejemplo, en la provincia Mayabeque, Serrano (2010) obtuvo 25 órdenes y diferenció 15 familias, 14 géneros y 12 especies en un bosque seminatural siempreverde micrófilo; mientras Robaina (2010) y Cabrera Dávila *et al.* (2011a) clasificaron la macrofauna en 22 órdenes y 39 familias determinadas, en bosques secundarios semidecíduos. No obstante, es válido destacar que la composición de familias, géneros y especies entre el bosque húmedo en estudio y los bosques secos citados no fue coincidente en su totalidad. Algunas familias (Megalomastomatidae, Thysanophoridae, Philosciidae, Scleropactidae, Blattidae, Ceratocanthidae, Scolytidae), géneros (*Helicina*, *Farcimen*, *Thysanophora*, *Oleacina*, *Cariblatta*, *Osorius*, *Stannoderus*, *Palaminus*) y especies (*H. adspersa*, *T. raripila*, *S. labeo*) (Tabla 1) fueron exclusivos del bosque del Salón en la Sierra del Rosario; probablemente debido a las diferencias en cuanto al clima, la topografía, el tipo de suelo, el nivel de conservación y estructura de la vegetación.

CONCLUSIONES

La fauna identificada de macroinvertebrados del suelo en los sitios Helechal y Vallecito dentro del Salón en la Sierra del Rosario, incluye tres phyla, ocho clases y subclases, 22 órdenes, 21 familias, 14 géneros y nueve especies. Este inventario constituye la primera lista taxonómica de la macrofauna edáfica para el ecosistema de bosque siempreverde mesófilo en el occidente de Cuba, y 12 familias, ocho géneros y cuatro especies se declaran registros nuevos para la zona del Salón en la Sierra del Rosario.

LITERATURA CITADA

- Anderson JM, Ingram JSI. 1993.** *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods.* CAB International. Wallingford, UK.
- Borror D, Delong DM. 1976.** *An introduction to the study of Insects.* New York.
- Blakemore RJ. 2005.** Introductory key to revised earthworm families of the world. En: Kaneko N, Ito MT. (eds.), *A Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World*, Yokohama National University, Japan. Disponible en <http://www.bio-eco.eis.ynu.ac.jp/eng/index.htm>.
- Brusca R, Brusca G. 2003.** *Invertebrates.* Segunda Edición. USA.
- Cabrera Dávila G, Martínez MA, Rodríguez C. 2007.** La macrofauna del suelo en sistemas agroecológicos en Cuba. *Brenesia.* 67: 45-57.
- Cabrera Dávila G, Robaina N, Ponce de León D. 2011a.** 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: 313-330.
- Cabrera Dávila G, Robaina N, Ponce de León D. 2011b.** Composición funcional de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes.* 34: 331-346.
- Chávez Suárez L, Labrada Hernández Y, Álvarez Fonseca A. 2016.** Macrofauna del suelo en ecosistemas ganaderos de montaña en Guisa, Granma, Cuba. *Pastos y Forrajes.* 39: 111-115.
- Espinosa J, Ortea J. 2009.** *Moluscos terrestres de Cuba.* UPC Print, Vasa, Finlandia.
- Fragoso C. 2001.** Las lombrices de tierra de México (Annelida: Oligochaeta): Diversidad, ecología y manejo. *Acta Zoológica Mexicana.* 1: 131-171.
- García Y, Ramírez W, Sánchez S. 2014.** Efecto de diferentes usos de la tierra en la composición y la abundancia de la macrofauna edáfica en la provincia Matanzas. *Pastos y Forrajes.* 37: 313-321.
- González R. 1984.** Distribución vertical y dinámica de la abundancia y biomasa de Diplopoda en suelos de ecosistemas forestales de la Sierra del Rosario, Cuba. *Poeyana.* 264: 1-27
- González R. 1989.** Estructura de las comunidades de Coleoptera de la hojarasca y del suelo de dos ecosistemas forestales de la Sierra del Rosario. *Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática. Serie Zoológica.* 1: 3-14.
- González R, Herrera A. 1983.** La macrofauna del suelo del bosque siempreverde estacional de la Sierra del Rosario. (Resultados preliminares). *Reporte de Investigación del Instituto de Zoología.* 10: 1-13.
- González R, Herrera A. 1984.** Composición de la macrofauna que habita en la hojarasca de una plantación de majagua (*Hibiscus elatus* SW.) en Cuba. *Poeyana.* 268: 1-18.
- González R, López R. 1986.** La macrofauna de la hojarasca y del suelo de algunos ecosistemas forestales de Cuba. 3. Distribución horizontal de la hojarasca y del suelo (cada 10 cm de profundidad). *Reporte de Investigación del Instituto de Ecología y Sistemática.* 33: 1-15.
- González R, López R. 1987.** La macrofauna de la hojarasca y del suelo de algunos ecosistemas forestales de Cuba. *Reporte de Investigación del Instituto de Zoología.* 46: 1-9.
- Herrera RA, Menéndez L, Rodríguez ME, García EE. 1988.** *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba.* Proyecto MAB No. 1, 1974-1987. ROSTLAC, Montevideo.
- Herrera RA, Ulloa D, Valdés-Lafont O, Priego AG, Valdés A. 1997.** Ecotechnologies for the sustainable management of tropical forest diversity. *Nature & Resources.* 33: 1-17.

- Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N. 2015.** *Clasificación de los suelos de Cuba 2015*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos. Ediciones INCA, Mayabeque.
- Hoffman RL, Golovatch SI, Adis J, de Morais JW. 1996.** Practical keys to the orders and families of millipedes of the Neotropical region (Myriapoda: Diplopoda). *Amazoniana*. 14: 1-35.
- Jaume ML. 1972.** Lista de los moluscos de la Sierra del Rosario (desde Candelaria hasta el Cuzco). Pinar del Río, Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba. Serie Biológica*. 41: 1-29.
- Lavelle P, Senapati B, Barros E. 2003.** Soil macrofauna. En: Schroth G, Sinclair FL. (eds.), *Trees, crops and soil fertility. Concepts and research methods*, 303-323, CABF Publishing, UK.
- Martínez MA, Zorrilla MA, González R, González HJ. 1988.** Fauna. En: Herrera RA, Menéndez L, Rodríguez ME, García EE. (eds.), *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba*, 131-150, ROSTLAC, Montevideo.
- Martínez MA, Rodríguez M. 1991.** Evaluación ecológica preliminar de las poblaciones de oligoquetos (Annelida: Oligochaeta) en dos ecosistemas de Sierra del Rosario, Cuba. *Revista Biología*. 5:9-17.
- Martínez MA, Sánchez JA. 2000.** Comunidades de lombrices de tierra (Annelida: Oligochaeta) en un bosque siempre verde y un pastizal de Sierra del Rosario, Cuba. *Caribbean Journal of Science*. 36:94-103.
- Menéndez YI, Cabrera Dávila G. 2014.** La macrofauna de la hojarasca en dos sistemas con diferente uso de la tierra y actividad ganadera en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 48:181-188.
- Prieto D, Rodríguez C. 1996.** Índices de agregación de los invertebrados de la hojarasca en un bosque siempreverde de la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba. Análisis comparativo. *Revista Biología*. 10: 27-35.
- Robaina N. 2010.** Caracterización de las comunidades de la biota edáfica en los suelos de composición Ferralítica de la Llanura Roja de La Habana bajo diferentes usos de la tierra. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana.
- Rodríguez I, Crespo G, Torres V, Fraga S, Socarrás AA, Rodríguez M, Sánchez S, Hernández M, Milera M. 2008.** La biota del suelo y su papel en la sostenibilidad de los sistemas. Parte III. Reciclaje de nutrimentos y papel de la fauna asociada. En: Milera M. (ed.), *Andrés Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*, 281-315, La Habana, Cuba.
- Rodríguez I, Crespo G, Morales A, Calero B, Fraga S. 2011.** Comportamiento de los indicadores biológicos del suelo en unidades lecheras. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 45: 187-193.
- Sánchez S, Hernández M. 2011.** Comportamiento de comunidades de lombrices de tierra en dos sistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*. 34: 359-366.
- Serrano A. 2010.** Estructura y dinámica de la comunidad de macroinvertebrados edáficos en dos formaciones vegetales de Boca de Canasí, La Habana, Cuba. Tesis de Maestría. Facultad de Biología, Universidad de La Habana.
- Swift MJ, Bignell D, Moreira F, Huising EJ. 2012.** Capítulo 1. El inventario de la biodiversidad biológica del suelo: conceptos y guía general. En: Moreira F, Huising EJ, Bignell DE. (eds.), *Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo*, 29-52, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Zorrilla MA, González R. 1988.** La fauna asociada al suelo. En: Herrera RA, Menéndez L, Rodríguez ME, García EE. (eds.), *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba*, 485-508, ROSTLAC, Montevideo.