

Caracterización de la macrofauna edáfica asociada a *Pinus cubensis* Griseb en el Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt

Autores: Lenia Susana Ferrer Peña*, Ing. Aysel García de la Cruz**, Ing. Alexeider Rodríguez Romero **PhD.***

Correos: leniasf@cug.co.cu, alexneider@cug.co.cu

*Facultad Agroforestal, Universidad de Guantánamo, Guantánamo.

**Unidad de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt. Guantánamo

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la diversidad biológica, frecuencia y abundancia de la macrofauna edáfica asociada a bosques de *Pinus cubensis* en el Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt. Para evaluar la fauna fue utilizada la metodología del programa *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF). La macrofauna del suelo fue identificada hasta nivel de orden y familia. Se identificaron 45 familias que se distribuyen en 26 órdenes pertenecientes a tres *subphylum* (Crustacea, Cheliceriformes y Myriapoda) y a los *phyla* Annelida (lombrices de tierra) y Arthropoda (decápodos, arácnidos, insectos y miriápodos). Los órdenes más frecuentes resultaron Hymenoptera y Araneae, mientras que entre las familias Mermicinae y Lycosidae. En relación a la abundancia el orden Hymenoptera fue evaluado como muy abundante y las familias Mermicinae, Lycosidae y Formicinae como abundantes. Al evaluar el estrato la mayor riqueza, frecuencia y abundancia fue encontrada en la hojarasca.

Palabras Clave: macrofauna edáfica, diversidad, abundancia, frecuencia

Abstract

The objective of this research was to evaluate the biological diversity, frequency and abundance of the edaphic macrofauna associated with *Pinus cubensis* forests in the Cupeyal del Norte Conservation Department, Alejandro de Humboldt National Park. The methodology of the *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF) program was used to evaluate the fauna. The macrofauna of

the soil was identified up to the level of order and family. We identified 46 families that are distributed in 26 orders belonging to three *subphylum* (Crustacea, Cheliceriformes and Myriapoda) and to the *phyla* Annelida (earthworms) and Arthropoda (decapods, arachnids, insects and myriapods). The most frequent orders were Hymenoptera and Araneae, while among the families Mermicinae and Lycosidae. In relation to abundance, the order Hymenoptera was evaluated as very abundant and the families Mermicinae, Lycosidae and Formicinae as abundant. When evaluating the stratum, the greatest wealth, frequency and abundance was found in the litter.

Key Words: edaphic macrofauna, diversity, abundance, frequency.

Introducción

El suelo es un recurso natural no renovable, un medio vivo y dinámico que proporciona sustento a toda criatura viviente, donde ocurren procesos fundamentales de los ecosistemas como los ciclos del agua, carbono, nitrógeno y fósforo, de ahí la necesidad de preservar este medio por su valor para la vida en el planeta (Cabrera, 2014; Lema, 2016).

La fauna del suelo o edáfica está constituida por organismos que pasan toda o parte de su vida sobre la superficie inmediata del suelo, en los troncos podridos, en la hojarasca superficial y bajo la superficie de la tierra, incluyendo desde animales microscópicos hasta vertebrados de talla mediana. Ese conjunto de organismos responsables de innumerables funciones en el suelo es llamado biota del suelo o fauna edáfica y presenta una gran variedad de tamaños y metabolismos (Brown *et al.*, 2001; (Jozineudo *et al.*, 2014).

En los trópicos la macrofauna es la fauna animal más conspicua del suelo e incluye los invertebrados con un diámetro mayor de 2 mm y fácilmente visibles en la superficie o interior del suelo. De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos (con mayor número de especies), aunque en abundancia predominan generalmente los termites y las hormigas y en biomasa las lombrices de tierra (Brown *et al.*, 2001).

En los últimos años, el estudio de la macrofauna edáfica ha comprendido su relación con los procesos físicos, químicos y biológicos de este. Otras investigaciones más recientes han abordado la respuesta de la macrofauna

edáfica ante diferentes usos de la tierra, en un gradiente de suelos desde ecosistemas naturales hasta agroecosistemas, con el propósito de generar índices de salud edáfica y manejar algunas poblaciones de invertebrados, como alternativas para el avance de sistemas productivos sostenibles, que a su vez preserven la biodiversidad del suelo (Cabrera, 2012).

El comportamiento de su riqueza taxonómica, diversidad, densidad, biomasa y composición funcional se ha usado directamente en la evaluación de diferentes usos y manejos de los suelos. Teniendo en cuenta que el Parque Nacional Alejandro de Humboldt constituye el área protegida estricta (Categoría II de la UICN) más importante de Cuba en lo referente a Biodiversidad, destacándose la misma por poseer la mayor riqueza y endemismo del país, lo que lo convierte en un importante relicto para la flora, la fauna y el remanente más grande de los ecosistemas montañosos conservados, la identificación de la macrofauna edáfica asociada a los pinares hasta el nivel más bajo posible (familia), constituye un aspecto de interés científico y aplicación práctica para determinar el grado de conservación de los suelos.

Materiales y Métodos

Localización del área de estudio y prospección de la macrofauna edáfica.

El trabajo de prospección se desarrolló en el Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, durante el mes de octubre del 2017, donde se realizaron muestreos de la macrofauna asociada a plantaciones de *P. cubensis* siguiendo la metodología del programa internacional *Tropical Soil Biology and Fertility* (TSBF) (Anderson e Ingram, 1993).

Las colectas se realizaron en el horario comprendido entre las 6:30 am y las 10:00 am coincidiendo con las horas de máxima actividad diurna de la macrofauna edáfica. Se seleccionaron 10 monolitos siguiendo un transepto, separados a una distancia de 500 m. En cada punto de muestreo se insertó un marco de madera para delimitar un área de suelo de 25 x 25 x 20 cm. Los monolitos fueron divididos en cinco estratos sucesivos (hojarasca, 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm), se realizaron excavaciones y se extrajeron de forma

manual con la ayuda de una pinza entomológica de puntas finas los individuos con diámetro mayor de 2 mm.

Los ejemplares se colocaron en frascos por separados diferenciando así el estrato en el que fueron encontrados con el objetivo de estudiar la distribución vertical. Todos los especímenes se conservaron en alcohol al 70%, excepto las lombrices de tierra que fueron depositadas en solución de formol al 4%. Los frascos fueron identificados con una etiqueta en la que se plasmó el punto de colecta, la fecha y el estrato.

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad Agroforestal. Los individuos se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible (familia). Las claves utilizadas para la identificación de la macrofauna edáfica se relacionan en la tabla 1.

Tabla 1. Claves utilizadas para el diagnóstico de la macrofauna edáfica asociada a *P. cubensis*.

Taxón	Autor/año
Clase Diplopoda	Melic (2015)
Clase Malacostraca	García (2015)
Clase Clitellata	Righi (1995); Fragoso y Rojas-Fernández (1994); Rodríguez (1999); Blakemore (2005).
Clase insecta	Cabrera Dávila y Hernández (2008)
Colémbolos	Palacios (1991)
Clase Chilopoda, Orden Dermaptera	Cabrera-Dávila (2014)

Caracterización de la macrofauna edáfica asociada a las plantaciones de pino

Índices ecológicos.

Para caracterizar la macrofauna edáfica asociada a pinares del Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, se calcularon los siguientes índices ecológicos:

- Riqueza de especies, según Magurran (1988):
- Riqueza=S; donde S: número total de especies.
- Análisis de abundancia relativa y frecuencia de especies (Masson, 1974) mediante las fórmulas:

$$Ar = ni/N \times 100$$

Ar: Abundancia relativa.

ni: Número de individuos de cada taxón.

N: Total de individuos colectados de todos los taxones.

$$C = Ma/Mt$$

C: Frecuencia de aparición de la especie.

Ma: Número total de monolito con el taxón.

Mt: Total de monolitos analizados.

La evaluación de los valores de la frecuencia relativa se realizó mediante la escala de Masson y Bryssnt (1974), que indica que una especie es Muy frecuente si la $F_i > 30$, Frecuente ≥ 10 $F_i \leq 29$ y Poco frecuente si $F_i < 10$; igual criterio se asumió para evaluar la abundancia Muy abundante si la $AR > 30$, Abundante ≥ 10 $AR \leq 29$ y Poco Abundante si $AR < 10$.

Resultados y Discusión

Composición taxonómica de la macrofauna edáfica asociada a *Pinus cubensis*

Como resultado del inventario realizado en las plantaciones de *P. cubensis* en el Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, fueron colectados 389 individuos en los 10 monolitos analizados. Se identificaron 46 familias que se distribuyen en 26 órdenes pertenecientes a tres *subphylum* (Crustacea, Cheliceriformes y Myriapoda) y los *phyla* Annelida (lombrices de tierra) y Arthropoda (decápodos, arácnidos, insectos y miriápodos). Los estados inmaduros (larvas) encontrados se agruparon en tres categorías diferentes, larvas de coleópteros, larvas de dípteros y otras tres larvas que no se pudo llegar a un diagnóstico debido a dificultades con las claves para su correcta clasificación.

La clase mejor representada tanto en órdenes como en número de individuos fue la clase Insecta, subclase Pterigota, en la cual se identificaron 11 órdenes y 26 familias.

Si comparamos los resultados de este trabajo con los realizados por Cabrera-Dávila *et al.* (2017) quienes encontraron 7 órdenes de la clase Insecta en la

Sierra del Rosario, demuestra la exuberante riqueza y diversidad presente en la macrofauna edáfica del Parque Nacional Alejandro de Humboldt.

Valores elevados de diversidad y abundancia de la macrofauna del suelo han sido registrados previamente en ambientes tropicales y subtropicales de distintas regiones biogeográficas (Gómez *et al.*, 2016).

Phylum Annelida.

Clase Clitellata. Subclase Oligochaeta

Orden Haplotaxida

Familia Megascolecidae

Familia Glossoscolecidae

Familia Lumbricidae

Phylum Arthropoda.

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca. Subclase Eumalacostraca

Orden Isopoda

Familia Oniscidae

Familia Trachelipidae

Clase Insecta. Subclase Apterygota

Orden Collembola (Arthropleona)

Familia Isotomidae

Familia Entomobryidae

Orden Diplura

Familia Campodeidea

Orden Protura

Familia Acerentomidae

Clase Insecta. Subclase Pterygota

Orden Dictyoptera

Familia Blattidae

Familia Blaberidae

Orden Isoptera

Familia Kalotermitidae

Orden Orthoptera

Familia Gryllidae

Orden Hemiptera

Familia Antocoridae

Familia Cydnidae

Familia Coreidea

FamiliaCicadidae

Familia Afididae

Orden Coleoptera

Familia Staphilinidae

Familia Coccinellidae

Familia Scarabaeidae

Familia Elateridae

Familia Crisomelidae

Orden Diptera

Familia Anthomyiidae

Orden Lepidoptera

Familia Noctuidae

Orden Hymenoptera

Familia Formicinae

Familia Myrmecinae

Familia Braconidae

Familia Vespidae

Orden Thysanoptera

FamiliaAelothripidae

Familia Thripidae

Orden Dermaptera

Familia Forficulidae

Familia Carcinophoridae

Orden Neuroptera

Familia Hidrobiosidae

Familia Hydropsychidae

Subphylum Cheliceriformes

Clase Chelicerata. Subclase Arachnida

Orden Araneae

Familia Lycosidae

Familia Cosmetidae

Orden Acari

Familia ¿?

Orden Pseudoescorpiones

Familia Neobisiidae

Subphylum Myriapoda

Clase Diplopoda. Subclase Penicillata

Orden Polydesmida. Suborden Chelodesmidae

Familia Sphaerodesmidae

Orden Spirobolida

Familia Spirobolellidae

Orden Scolopendromorpha

Familia Scolopocryptopidae

Orden Geophilomorpha

Familia Geophilidae

Orden Platydesmida

Familia Paradoxosomatidae

Orden Polizoniida

Familia Siphonotidae

Orden Gastropoda

Familia Subulinidae

Los órdenes que mayor cantidad de familia presentaron fueron Coleoptera y Hemiptera con cinco, seguida de Hymenoptera con cuatro familias. Estos órdenes, además de constituir los más numerosos, agrupan especies con diferentes hábitos de alimentación, aspecto de suma importancia ya que esa macrofauna desde el punto de vista ecológico interviene en numerosos procesos que se llevan a cabo en el suelo y mejora las propiedades de este, tanto físicas como químicas, (humedad, compactación, porosidad y contenido de materia orgánica).

Thysanoptera		x										10
Neuroptera					x		x					20
Diptera							x					10
Gastropoda			x		x	x	x					40
Protura			x									10
Lepidoptera						x						10
Collembola		x		x			x	x				40
Pseudoescorpiones		x										10
Platydesmida						x	x	x		x		40
Polizoniida					x	x						20
Scolopendromorpha	x	x	x			x	x					50
Polydesmida			x				x					20
Spirobolida				x				x				20
Dermaptera									x	x		20
Geophilomorpha										x		10
Acari	x											10
Haplotaaxida			x	x	x	x	x					50
No determinados		x	x				x					30

La frecuencia de aparición de la macrofauna edáfica está relacionada con el alimento que está a disposición, ellos se derivan de la capa vegetal y de otros animales que recubren el suelo, por lo cual la diversidad poblacional aumenta. Para el caso de los bosques de *P. cubensis* en plantaciones de cerca de 70 años, del Departamento de Conservación Cupeyal del Norte, donde el material vegetal predominante son las acículas, ramas, pedazos de cortezas y troncos, la presencia de arañas (Depredadores) y hormigas (Depredadores, Omnívoros, e Ingenieros del suelo) caracterizan la macrofauna edáfica. Otros factores a considerar en la distribución de la macrofauna en el perfil del suelo son la humedad y temperatura, en el caso de la primera es un factor esencial que determina el grado de actividad y la localización de la macrofauna edáfica.

Según Delgado *et al.* (2011), la macrofauna colectada en ecosistemas naturales, en comparación con los agroecosistemas puede ser diferente, la abundancia y diversidad de la fauna del suelo puede ayudar a asegurar un eficiente reciclaje de nutrientes y un rápido crecimiento de las plantas. El mismo autor plantea que la alta diversidad de poblaciones de macrofauna encontrados en los ecosistemas son de gran importancia benéfica sobre los suelos principalmente porque ayudan a acelerar la descomposición de los diferentes residuos.

En la tabla 3 se muestran los valores de la abundancia absoluta y relativa de la macrofauna edáfica asociada a los pinares del Departamento de Conservación Cupeyal de Norte, teniendo en cuenta la escala, el orden Hymenoptera es considerado como muy abundante 30.73 %, mientras que el orden Araneae califica como abundante, el resto de los órdenes identificados entran en la calificación de poco abundante.

Tabla 3. Abundancia absoluta y relativa de la macrofauna edáfica asociada a *Pinus cubensis* por orden y monolitos.

Taxón	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Aa	Ar
Hymenoptera	16	8	8	8	21	8	8	19	15	7	118	30,73
Hemiptera	3	3	5	1	1	5	3	2		1	24	6,25
Isopoda	6	5	3	1	2	2	1			4	24	6,25
Isoptera		7		5							12	3,13
Coleoptera			2	1	2	1	3	2	1	2	14	3,65
Orthoptera			3	1			1	3			8	2,08
Araneae	4	11	5	3	8	8	2	9	2	11	63	16,41
Diplura	1	4					2		3		10	2,60
Dictyoptera	5	4		2	4	1	5	3	1	4	29	7,55
Thysanoptera		3									3	0,78
Neuroptera					1		2				3	0,78
Diptera							1				1	0,26
Gastropoda			1		1	1	1				4	1,04
Protura			1								1	0,26
Lepidoptera						1					1	0,26
Collembola		1		1			2	4			8	2,08
Pseudoescorpiones		2									2	0,52
Platydesmida						1	2	1		1	5	1,30
Polizoniida					1	1					2	0,52
Scolopendromorpha	6	2	1			1	1				11	2,86
Polydesmida			1				1				2	0,52
Spirobolida				1				1			2	0,52
Dermaptera									2	1	3	0,78
Geophilomorpha										1	1	0,26
Acari	1										1	0,26
Haplotaaxida			20	1	1	1	9				32	8,33
No determinados		3	1				1				5	1,30

La abundancia del orden Hymenoptera está dada porque además de su diversidad, tiene gran capacidad de adaptación a diversos ambientes y sus largos ciclos de vida en algunas especies, posibilitan su presencia durante todo

el año. Además, algunas especies influyen en la transformación de residuos biodegradables, especialmente la materia orgánica depositada sobre la superficie del suelo, la cual es incorporada al sistema edáfico, a través de los túneles y canales que ellos realizan, lo que facilita la infiltración y aireación del suelo.

En cuanto al orden Araneae, son varios los estudios realizados en el área y en otras zonas tropicales que resaltan la abundancia de estos depredadores. En el inventario rápido que se realizó en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt en el año 2005, se destaca la gran diversidad y abundancia de este orden y se argumenta que están presentes en casi todos los ecosistemas terrestres y ocupan una gran variedad de microhábitats, como debajo de piedras y cortezas de árboles, el suelo, la hojarasca, en el dosel de los árboles, entre otros. Considerando el inventario rápido que se realizó en el Parque Nacional Alejandro de Humboldt en el año 2005.

Al evaluar la frecuencia de aparición de la macrofauna por estrato como se presenta en la tabla 4, en la medida que se profundizó la frecuencia de aparición fue disminuyendo hasta el punto que a los 15-20 cm de profundidad no se encontró ningún espécimen.

Tabla 4. Frecuencia de aparición por estrato de la macrofauna edáfica asociada a *Pinus cubensis*.

Estrato	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Frecuencia de aparición
Hojarasca	41	47	42	17	38	25	24	38	16	30	100
0-5 cm		4	7	5	2	3	16	6	2	1	90
5-10 cm	1	2		2	2	2	5		3	1	80
10-15 cm			2	1		1			3		40
15-20 cm											0

La disminución y/o ausencia de la macrofauna edáfica en la medida que se profundizó en los estratos, puede estar dada por las características físico-química de los suelos, sobre todo el contenido de materia orgánica y la presencia de metales que dificulten la presencia de estos. Es importante resaltar que la zona donde se realizó el ensayo fue objeto de explotación para la minería por la empresa del níquel.

En cuanto a la abundancia como se representa en la tabla 5, solo en la hojarasca la macrofauna edáfica es calificada como muy abundante al encontrarse el 81,75 % de la población total.

Varios autores plantean que la presencia de hojarasca mejora las condiciones edáficas para el desarrollo de los organismos, protegiendo el hábitat en contra del agua y la erosión del viento, las variaciones drásticas en humedad y temperatura, constituyen una fuente de nutrientes y energía de los organismos del suelo propiciando una mayor cantidad de organismos (Ibañez, 2007; Sánchez, 2015; Gómez *et al.*, 2016).

Según Pardo *et al.* (2006), a medida que se profundiza en el perfil del suelo disminuye el contenido de oxígeno y de materia orgánica que proporciona el hábitat y alimento para el desarrollo de la macrofauna, lo que dificulta su presencia.

Tabla 5. Abundancia absoluta y relativa por estrato de la macrofauna edáfica asociada a *Pinus cubensis*.

Estrato	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Aa	Ar
Hojarasca	41	47	42	17	38	25	24	38	16	30	318	81,75
0-5 cm		4	7	5	2	3	16	6	2	1	46	11,83
5-10 cm	1	2		2	2	2	5		3	1	18	4,63
10-15 cm			2	1		1			3		7	1,80
15-20 cm											0	0,00
											389	100

Conclusiones

1. La macrofauna edáfica asociada a *P. cubensis* en el Departamento de Conservación Cupeyal del Norte está representada por 45 familias, 26 órdenes pertenecientes a tres *subphylum* (Crustacea, Cheliceriformes y Myriapoda) y los *phyla* Annelida y Arthropoda.
2. Los órdenes más frecuentes y abundantes fueron Hymenoptera y Araneae, mientras que por estrato en la hojarasca se encontró la mayor frecuencia y abundancia de la macrofauna edáfica.

Referencia bibliográfica

1. Anderson, J.M. y Ingran J.S.I (1993). Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods. CAB International. Reino Unido. p. 221.
2. Blakemore, R. J. 2005. Introductory key to revised earthworm families of the world. En: A Series of Searchable Texts on Earthworm Biodiversity, Ecology and Systematics from Various Regions of the World (N. Kaneko y M.T. Ito, Eds.).
3. Brown, G., Fragoso, C., Barois, I., Rojas, P., Patrón, J., Bueno, J., Moreno, A., Lavelle, P., Ordaz, V. y Rodríguez, C. (2001). Diversidad y rol funcional de la macrofauna edáfica en los ecosistemas tropicales mexicanos.
4. Cabrera Dávila, G. y A. Hernández. 2008. Conocimiento actual del orden Isoptera (Insecta) en Cuba. Cocuyo 17: 16-25.
5. Cabrera Dávila, G., Socarrás, A., Gutiérrez, E., Tcherva, T., Martínez, C. y Lozada, A. (2017). Fauna del suelo. Pp. 254-283. En: Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas (C. A. Mancina y D. D. Cruz, Eds.). Editorial AMA, La Habana, 502 pp.
6. Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. Rev. Pastos y Forrajes, Vol. 35, No. 4, octubre-diciembre, 349-364.
7. Cabrera-Dávila, G. (2014). Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba.
8. Delgado, G., Burbano, A. y Silva P. A. (2011). Evaluation of the macrofauna of the soil associated to different systems with coffee *Coffea arabica* L. Revista de Ciencias Agrícolas Volumen XXVIII No.1 Pags. 91-106.
9. Fragoso, C. y P. Rojas-Fernández. 1994. Earthworms from Southeastern Mexico. New Acanthodrilina genera and species (Megascolecidae, Oligochaeta). Megadrilogica 6: 1-12.
10. García, L. (2015). Orden Isopoda: Suborden Oniscidea. Rev. IDE@ - SEA, nº 78: 1-12.
11. Gómez D., Godoy M. y Coronel J. (2016). Macrofauna edáfica en ecosistemas naturales y agroecosistemas de la eco-región Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina). Cienc. suelo vol.34 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
12. Ibañez, J. (2007). Funciones de los organismos del suelo. Obtenido 07 25 2015 de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/03/25/62254>.

13. Jozineudo, F., Miranda, C., Silva, J., Fernandes, M. y Cascon, P. (2014). Caracterização da macrofauna edáfica na interface solo-serapilheira em uma área de Caatinga do nordeste brasileiro. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.10, n.19; p. 2964.
14. Lema, N. (2016). "Determinación de la macrofauna edáfica en distintos usos de suelo en tres agroecosistemas de la comunidad de Naubug". Trabajo de Titulación. Presentada como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniera Agrónoma. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. 163pp.
15. Magurran, A. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. p. 179.
16. Masson, A. y Brysnt, S. (1974). The Structure and diversity of the animal community in broats lands reeds warp. *J Zool*; 179: p. 289-302.
17. Melic, A. (2015). Introducción a la Clase Diplopoda. Órdenes Polyxenida, Polyzoniida, Platydesmida y Siphonocryptida. *Rev. IDE@-SEA*, nº 23: 1-18.
18. Palacios Vargas, J.G. (1991). *Manuales y Guías para el estudio de los microartópodos. II. Introducción a los insectos sin alas (Protura, Diplura, Collembola, Thysanura)*. Facultad de Ciencias. UNAM, México, 23 pp.
19. Pardo, L., Claudia, P., Vélez, F. y Sevilla, E. (2006). Abundancia y biomasa de macroinvertebrados edáficos en la temporada lluviosa, en tres usos de la tierra, en los andes colombianos. Universidad del Valle, Investigación desarrollada con la orden de trabajo 5102 del Grupo Empresarial Sostenible CVC. Editado para publicación en el marco de la disertación doctoral en Biología, pp12.
20. Prieto, D. y Rodríguez, C. (1996). Índices de agregación de los invertebrados de la hojarasca en un bosque siempre-verde de la Reserva de la Biosfera de la Sierra del Rosario, P. Río, Cuba. Análisis comparativo. *Revista Biología* 10: 27-35.
21. Righi, G. 1995. Colombian earthworms, *Studies on Tropical Andean Ecosystems* 4: 485-607.
22. Rodríguez, C. (1999). *Lombrices de tierra (Oligochaeta: Moniligastrida y Haplotaenida) de Cuba*. [Inédito]. Tesis doctoral. Dpto. de Biología Animal y Humana. Facultad de Biología. Universidad de La Habana, La Habana, 90 pp.

Rodríguez, C. 2000. Comunidades de lombrices de tierra en ecosistemas con diferentes grados de perturbación. *Revista Biología* 14(2): 147-155.

23. Sánchez, J. (2015). Biología del suelo. Obtenida 08 10 2015 de Microfauna del suelo: <https://biologiadelosueloscsudea20132.wordpress.com/microbiologia/microfauna-y-mesofauna-del-suelo/>.