

Artículo científico**MACROFAUNA EDÁFICA EN HUERTOS INTENSIVOS.**

Yakelin Hernández Fundora<sup>1</sup>, Grisel Cabrera Dávila<sup>2</sup>, Julio Rodríguez Martínez<sup>1†</sup> y Arian Hernández García<sup>1</sup>.

**RESUMEN**

La identificación de los componentes de la macrofauna edáfica resulta de gran interés en estudios ecológicos y taxonómicos. En Cuba, existe un escaso conocimiento acerca de la macrofauna del suelo en huertos intensivos, modalidad productiva de gran importancia por los altos rendimientos que alcanza a nivel nacional. Este estudio tuvo como objetivo determinar la composición y la riqueza taxonómica de la macrofauna en huertos intensivos del municipio Boyeros. Se estudiaron cinco sistemas: tres huertos con diferentes manejos y dos bosques que se usaron como referencia, todos sobre el mismo suelo: Ferralítico Rojo. La evaluación se realizó durante el periodo lluvioso del 2013 y las muestras de suelo fueron tomadas según la metodología del Programa Internacional de Fertilidad y Biología de los Suelos (TSBF). Se determinó la composición y riqueza taxonómica, esta última se valoró a partir del número de familias identificadas por orden. La macrofauna del suelo estuvo compuesta por tres phyla, siete clases, 20 órdenes y 48 familias. En los huertos intensivos "Álvaro Barba" y "Los combatientes" hubo una mayor riqueza de familias pertenecientes al grupo funcional detritívoros, considerado un indicador de sistemas mejor conservados. La ausencia de los órdenes Haplotoxida, Stylommatophora e Isopoda en el huerto Villena, mostró el deterioro de su suelo. Los resultados sobre la composición y riqueza de la macrofauna edáfica en los diferentes sitios indicó el nivel de perturbación del medio edáfico, bajo diferentes usos y manejos.

**Palabras clave:** Agricultura Urbana, macroinvertebrados, suelo.

**Edaphic macrofauna in intensive orchards.****ABSTRACT**

The identification of the soil macrofauna composition is very important to ecological and taxonomical studies. In Cuba the researches on the soil macrofauna in urban agricultural are insufficient. The intensive gardens are the most important productive modality in this agroecologist agricultural. The objective of this study was to analyze the composition and richness taxonomic of soil macrofauna in different intensive gardens in Boyeros, La Habana, to determine the conservation of these systems. Are studied five places: three intensive gardens whit different manage and two secondary forests, these is used as reference and all on Ferralitic red soil. The edaphic macrofauna was collected at the rainy season of 2013, using the TSBF methodology. The taxonomic richness is determined by quantity of families in each order. In general are examined three phyla, seven class, 20 order and 48 families. The highest values of richness families in

---

MSc. Yakelin Hernández Fundora, Especialista del Grupo de Manejo de Cultivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), La Habana. E-mail: [biosuelos@inifat.co.cu](mailto:biosuelos@inifat.co.cu), <sup>2</sup>Instituto de Ecología y Sistemática. Instituto de Ecología y Sistemática. Carretera de Varona km 31/2, Capdevila, Boyeros, La Habana, Código Postal 11900.

the intensive gardens were obtained in "Álvaro Barba" and "Los combatientes". Most of the identified families in these gardens are bioindicators of more conserved systems. The absences of the orders Haplotaxida, Styломmatophora and Isopoda in the "Villena" garden, showed the soil degradation of this productive system. The results about taxonomic richness and composition of the edaphic macrofauna indicated the degree of soil perturbation due to different uses and management.

**Key words:** Urban Agriculture, macroinvertebrates, soil.

### INTRODUCCIÓN

Dentro de la fauna edáfica, la macrofauna comprende aquellos individuos mayores de 2 mm de diámetro, que son determinantes en la fertilidad de los suelos y pueden ser afectados por diferentes usos y manejos de la tierra. Dada la respuesta de estos organismos a los cambios producidos en los ecosistemas, de forma natural o por antropización, numerosos autores sugieren su uso como indicadores biológicos para predecir el estado de degradación del suelo (Kamau *et al.*, 2017; Noguera *et al.*, 2017), lo que también se relaciona con la conservación y resiliencia de los ecosistemas.

Por otra parte, el movimiento de la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar ha contribuido con el aporte de alimentos a la población mediante sus diferentes modalidades productivas. La FAO estima que alrededor de 130 millones de habitantes de los centros urbanos en África y 230 millones en América Latina practican este tipo de agricultura (FAO, 2016).

Los huertos intensivos, constituyen una modalidad productiva de la Agricultura Urbana, de gran importancia por los rendimientos que alcanzan en la producción de hortalizas frescas. En Cuba, los vegetales producidos de esta forma, se distribuyen en diferentes centros sociales como círculos infantiles, escuelas y hospitales. Esto ha motivado el incremento de las superficies productivas, a través de los huertos intensivos a 1 293 ha a nivel nacional (Martin *et al.*, 2016).

La identificación taxonómica de la fauna edáfica, su composición, funciones específicas y repercusión dentro del medio, resulta de gran importancia para la ecología y para valorar el estado de salud o deterioro de un ecosistema. En Cuba, son numerosos los estudios que caracterizan la macrofauna del suelo en diversos sistemas como son: bosques, pastizales, cultivos varios, caña de azúcar y en menor medida los suelos urbanos (Cabrera, 2018). Sin embargo, resultan escasos en los sistemas productivos de la Agricultura Urbana, como son los huertos intensivos.

Esta situación condujo a determinar la composición y riqueza taxonómica de la macrofauna edáfica en huertos intensivos del municipio Boyeros, con la finalidad de valorar el estado de conservación de los mismos, bajo condiciones de producción.

### MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en tres huertos intensivos del municipio Boyeros, con más de 10 años de explotación y se tomaron como referencia dos bosques secundarios, todos sobre suelo Ferralítico Rojo según clasificación de Hernández *et al.* (2015). La cubierta vegetativa en los huertos fue de alrededor del 70 %, con el cultivo de la acelga china (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* L.). Estos huertos están ubicados en la zona urbana y tienen como principio la producción agroecológica de hortalizas; no obstante, las características específicas en el manejo fueron las siguientes:

**Huerto intensivo "Álvaro Barba":** situado en los 82.38005 N y 22.97041 W. Se aplicó mulch al suelo por más de tres meses antes de la siembra y se realizó laboreo mínimo. Este huerto anteriormente era un cafetal.

**Huerto intensivo "Los combatientes":** situado en los 82.38358 N y 22.98336 W. Se aplicó mulch al suelo por un mes y se realizó laboreo mínimo. Con anterioridad estuvo en barbecho.

**Huerto intensivo "Villena":** situado en los 82.372810 N y 22.993430 W. No se aplicaron coberturas muertas y el laboreo del suelo fue intensivo. Anteriormente era una parcela de cultivos varios, donde se practicaba la agricultura convencional.

Los muestreos se realizaron durante la época de primavera, a partir de la metodología del Programa Internacional de Fertilidad y Biología de los Suelos (TSBF) según Anderson e Ingram (1993). El método consistió en la extracción del suelo a partir de monolitos de 25 x 25 x 20 cm,

ubicados en un transecto dirigido al azar. La macrofauna se colectó manualmente *in situ*. Las lombrices se preservaron en una solución de formalina al 4 % y el resto de la macrofauna en alcohol al 70 %.

La macrofauna se identificó hasta el nivel taxonómico de especie en los grupos que fue posible; para ello se consultaron las claves de Brusca y Brusca (2003) y Ruiz *et al.* (2008). La riqueza taxonómica de la macrofauna, en cada área estudiada, se estimó a partir del número de familias identificadas (Gilot *et al.*, 1995). Se clasificó cada grupo desde el punto de vista funcional de acuerdo a Zerbino *et al.* (2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La macrofauna del suelo en el conjunto de sistemas estudiados estuvo compuesta por tres phyla, siete clases, 20 órdenes y 48 familias. A nivel taxonómico inferior solo pudieron ser nombrados 37 géneros y 23 especies (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición taxonómica de la macrofauna del suelo en los huertos intensivos y bosques del municipio Boyeros.

Nombre común	Phylum <sup>1</sup> Clase <sup>2</sup>	Orden <sup>1</sup> Familia <sup>2</sup>	Género <sup>1</sup> Especie <sup>2</sup>	Sistemas urbanos donde aparecen
Lombrices de tierra	Annelida <sup>1</sup> Clitellata <sup>2</sup>	Haplotaxida <sup>1</sup> Glossoscolecidae <sup>2</sup>	<i>Onychochaeta</i> <sup>1</sup> <i>O. elegans</i> <sup>2</sup> <i>O. windle</i> <sup>2</sup> <i>Periscolex</i> <sup>1</sup> <i>P. brachycystis</i> <sup>2</sup> <i>Pontoscolex</i> <sup>1</sup> <i>P. cynthiae</i> <sup>2</sup>	HI1,2;B1,2
		Octochaetidae <sup>2</sup>	<i>Dichogaster</i> <sup>1</sup>	HI2
Caracoles	Mollusca <sup>1</sup> Gastropoda <sup>2</sup>	Stylommatophora <sup>1</sup> Oleacinidae <sup>2</sup> Polygyridae <sup>2</sup>	<i>Oleacina</i> <sup>1</sup> <i>Praticolella</i> <sup>1</sup>	HI1;B1,2 HI1,2;B1

		Subulinidae <sup>2</sup>	<i>P. griseola</i> <sup>2</sup> <i>Leptinaria</i> <sup>1</sup> <i>Subulina</i> <sup>1</sup> <i>S. octona</i> <sup>2</sup>	HI1,2;B1
		Streptaxidae <sup>2</sup>	<i>Streptostele</i> <sup>1</sup> <i>S. musaecola</i> <sup>2</sup>	B1
		Camaenidae <sup>2</sup>	<i>Zachrysia</i> <sup>1</sup>	B1,2
Cochinillas	Arthropoda <sup>1</sup> Malacostraca <sup>2</sup>	Isopoda <sup>1</sup> Armadiillidae <sup>2</sup>	<i>Cubaris</i> <sup>1</sup> <i>C. murina</i> <sup>2</sup> <i>Venezillo</i> <sup>1</sup>	HI1,2;B1,2
		Platyarthridae <sup>2</sup> Trachelipidae <sup>2</sup> Porcellionidae <sup>2</sup>	<i>Trichorhina</i> <sup>1</sup> <i>Nagarus</i> <sup>1</sup> <i>Porcellio</i> <sup>1</sup> <i>P. laevis</i> <sup>2</sup>	HI2;B1,2 HI1;B1,2 HI1
Milpiés	Arthropoda <sup>1</sup> Diplopoda <sup>2</sup>	Polydesmida <sup>1</sup> Paradoxosomatidae <sup>2</sup>	<i>Condromorpha</i> <sup>1</sup> <i>C. xanthotrica</i> <sup>2</sup> <i>Ortomorpha</i> <sup>1</sup> <i>O. coarctata</i> <sup>2</sup>	HI1,2,3;B1,2
		Pyrgodesmidae <sup>2</sup> Sphaeriodesmidae <sup>2</sup> Spirobolida <sup>1</sup> Spirobolellidae <sup>2</sup> Trigoniulidae <sup>2</sup>	- <i>Sphaeriodesmus</i> <sup>1</sup>  <i>Spirobolellus</i> <sup>1</sup> <i>Leptogoniulus</i> <sup>1</sup> <i>L. sorornus</i> <sup>2</sup> <i>Trigoniulus</i> <sup>1</sup> <i>T. corallinus</i> <sup>2</sup>	HI1,2;B1,2 B1,2  B1,2 HI2,3;B1,2
		Polyxenida <sup>1</sup> Lophoproctidae <sup>2</sup>	-	HI2;B1,2
Ciempíes	Arthropoda <sup>1</sup> Chilopoda <sup>2</sup>	Geophilomorpha <sup>1</sup> Geophilidae <sup>2</sup> Lithobiomorpha <sup>1</sup> Lithobiidae <sup>2</sup> Scolopendromorpha <sup>1</sup> Scolopocryptopidae <sup>2</sup>	<i>Pachymerium</i> <sup>1</sup>  -  <i>Newportia</i> <sup>1</sup> <i>N. stoll</i> <sup>2</sup>	HI1,2;B1  HI1,2  HI1,2;B2
Arañas	Arthropoda <sup>1</sup> Chelicerata <sup>2</sup>	Araneae <sup>1</sup> Araneidae <sup>2</sup> Lycosidae <sup>2</sup>	- -	HI1 HI3

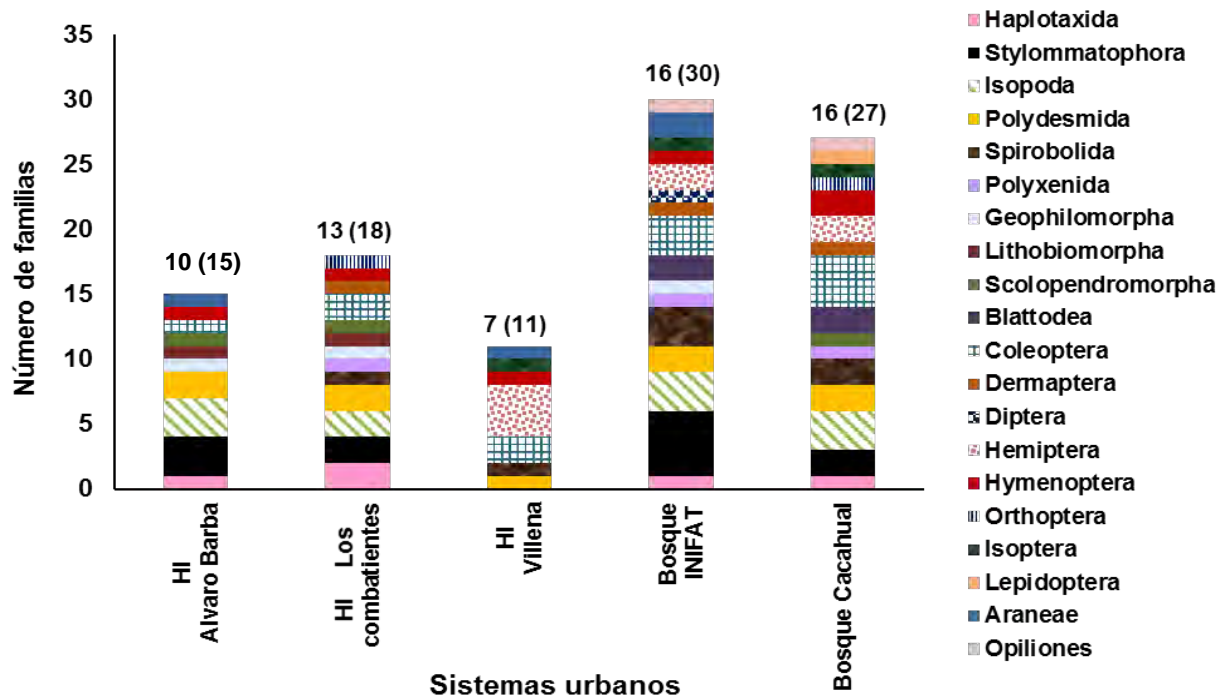
		Oonopidae <sup>2</sup>	-	B1
Arañas patonas		Opiliones <sup>1</sup>		
		Samoide <sup>2</sup>	-	B1,2
Cucarachas	Arthropoda <sup>1</sup> Insecta <sup>2</sup>	Blattodea <sup>1</sup>		
		Blattidae <sup>2</sup>	<i>Lamproblatta</i> <sup>1</sup> <i>Periplaneta</i> <sup>1</sup>	B1
		Blatellidae <sup>2</sup>	<i>Cariblatia</i> <sup>1</sup>	B1,2
		Blaberidae <sup>2</sup>	<i>Pycnoscelus</i> <sup>1</sup> <i>P. surinamensis</i> <sup>2</sup>	B2
Escarabajos		Coleoptera <sup>1</sup>		
		Anthicidae <sup>2</sup>	-	HI1
		Carabidae <sup>2</sup>	<i>Scarites</i> <sup>1</sup> <i>S. cubanus</i> <sup>2</sup>	B1
		Curculionidae <sup>2</sup>	-	B1
		Elateridae <sup>2</sup>		HI3;B2
		Scarabaeidae <sup>2</sup>	<i>Ataenius</i> <sup>1</sup> <i>Phyllophaga</i> <sup>1</sup>	HI1,2;B1,2
		Staphylinidae <sup>2</sup>	-	HI2,3;B2
		Tenebrionidae <sup>2</sup>	<i>Opatrinus</i> <sup>1</sup> <i>O. pullus</i> <sup>2</sup>	B1
Tijeretas		Dermaptera <sup>1</sup>		
		Carcinophoridae <sup>2</sup>	-	HI2;B1,2
Moscas		Diptera <sup>1</sup>		
		Phoridae <sup>2</sup>	-	B1
Chinches y Salta hojas		Hemiptera <sup>1</sup>		
		Cydnidae <sup>2</sup>	-	B1
		Cicadellidae <sup>2</sup>	-	HI3
		Cicadidae <sup>2</sup>	-	B1,2
		Miridae <sup>2</sup>	<i>Pycnoderes</i> <sup>1</sup> <i>P. quadrimaculatus</i> <sup>2</sup>	HI3
		Pentatomidae <sup>2</sup>	-	HI3
		Rhypanocromidae <sup>2</sup>	-	HI3
Hormigas y Avispas		Hymenoptera <sup>1</sup>		
		Formicidae <sup>2</sup>	<i>Nylanderia</i> <sup>1</sup> <i>N. fulva</i> <sup>2</sup> <i>Solenopsis</i> <sup>1</sup> <i>S. geminata</i> <sup>2</sup> <i>Wasmannia</i> <sup>1</sup> <i>W. auropunctata</i> <sup>2</sup>	HI1,2,3;B1,2
		Vespididae <sup>2</sup>	-	B2
Termitas		Isoptera <sup>1</sup>		

	Termitidae <sup>2</sup>	<i>Anoplotermes</i> <sup>1</sup> <i>A. schwarzi</i> <sup>2</sup> <i>Nasutitermes</i> <sup>1</sup> <i>N.corniger</i> <sup>2</sup>	HI 3;B1,2
Orugas	Lepidoptera <sup>1</sup> Tineidae <sup>2</sup>	-	B2
Grillos	Orthoptera <sup>1</sup> Gryllidae <sup>2</sup> Acrididae <sup>2</sup>	- - -	HI2;B2 B2

**Leyenda:** HI= Huertos Intensivos: 1= Álvaro Barba, 2= Combatientes, 3= Villena; B= Bosques: 1= INIFAT, 2= Cacahual. (-): No determinado.

El análisis taxonómico a nivel de orden en cada escenario estudiado, mostró la superioridad en los bosques (16 órdenes en cada caso), seguidos de los huertos intensivos "Los combatientes" (13), "Álvaro Barba" (10) y por último "Villena" (7). La riqueza taxonómica, valorada a partir del número de familias

identificadas por orden, también fue mayor para los bosques INIFAT y Cacahual (30 y 27), seguido de los huertos intensivos, que presentaron la misma secuencia que en el caso de los órdenes (18, 15 y 11, respectivamente) (Figura 1).



**Figura 1.** Riqueza de familias de la macrofauna del suelo en los sistemas urbanos de Huertos Intensivos (HI) y Bosques del municipio Boyeros. Números sobre las barras refieren la cantidad de órdenes y familias entre paréntesis.

Valores similares a los registrados en este estudio, en suelos bajo bosque, fueron reportados por Cabrera y López (2018) en un bosque siempreverde del sitio "Vallecito", en El Salón, Sierra del Rosario, con una riqueza de la macrofauna edáfica de 18 órdenes y 34 familias. Matienzo *et al.* (2015) reportaron una riqueza de órdenes de 13 grupos en huertos intensivos del municipio Cerro.

También se detectaron ocho familias exclusivas en el bosque "INIFAT", cuatro en el bosque "Cacahual", tres en el huerto intensivo "Álvaro Barba", una en el huerto intensivo "Los combatientes" y cinco en el huerto intensivo "Villena" (Tabla 1), este último determinado por las familias del orden Hemiptera.

El mayor valor de la riqueza taxonómica y el de exclusividad de las familias alcanzado en los bosques, con respecto a los menores valores registrados en los huertos intensivos, están estrechamente relacionados con las condiciones existentes en los primeros. El predominio de árboles y de la vegetación en general, en los sistemas boscosos, regula la humedad y temperatura del medio, lo que favorece el establecimiento de la fauna edáfica, al modificar la cantidad, calidad y heterogeneidad de los recursos disponibles para la misma, como refugio y alimentos. Diversos autores refieren como la conversión de los bosques naturales en agroecosistemas ha ocasionado cambios negativos en la composición y estructura de la macrofauna edáfica, debido al impacto sobre la cobertura vegetal y las propiedades físicas y químicas del suelo (Amazonas *et al.*, 2018; Cabrera, 2018; Silva *et al.*, 2018).

En los huertos intensivos "Los combatientes" y "Álvaro Barba" los valores de la riqueza taxonómica encontrados (Figura 1), pueden estar influenciados por la aplicación de coberturas muertas y el laboreo mínimo del suelo, prácticas agroecológicas que se

realizaron en los mismos. Según López *et al.* (2017) las prácticas agrícolas a través de la agricultura de conservación, como son la perturbación mínima del suelo y la cobertura permanente de la superficie del mismo, permiten la reproducción de ecosistemas naturales.

El orden mejor representado en este estudio fue Coleoptera, con cuatro familias en el bosque "INIFAT", seguido de los órdenes Stygommatophora (caracoles), Isopoda (cochinillas) y Polydesmida (milpiés) con tres familias por orden. Estos órdenes también se presentaron en el bosque "Cacahual" con igual número de familias, menos Stygommatophora. Beltrán *et al.* (2016) coinciden con los resultados obtenidos, al reportar al orden Coleóptera como el de mayor diversidad, en este caso con 10 familias colectadas en un bosque Mesófilo del estado de Puebla, México.

Dentro de los huertos intensivos, en el "Álvaro Barba", los órdenes con mayor número de familias fueron Stygommatophora e Isopoda (tres familias cada uno); en "Los combatientes" los órdenes Polydesmida, Isopoda y Stygommatophora (con dos familias cada uno) y en el huerto intensivo "Villena" el orden Hemiptera con cuatro familias de importancia agrícola, por la presencia de chinches y saltahojas que constituyen plagas de interés agrícola. Según Friedrich (2015), la degradación y compactación de los suelos producto de la labranza, conlleva a un colapso de los sistemas, que puede provocar el aumento de las plagas.

El orden Haplotaxida, constituido por las lombrices, resulta clave dentro del medio edáfico por las funciones que realizan estos organismos en el suelo, al transformar las propiedades físicas y químicas del mismo (Sharma *et al.*, 2017). En los bosques, este orden estuvo representado por la familia Glossoscolecidae con los géneros *Onychochaeta*, *Periscolex* y *Pontoscolex*. Este último y la especie

*Onychochaeta windlei* son reportados en bosques secundarios de las provincias de Mayabeque y Artemisa (Robaina, 2010). La familia *Glossoscolecidae* también fue encontrada en dos sitios de bosque siempreverde mesófilo, en la Sierra del Rosario (Cabrera, 2017).

En los huertos intensivos "Álvaro Barba" y "Los Combatientes" se presentó además el género *Dichogaster* de la familia Octochaetidae. Este resultado coincide con los obtenidos por Masin (2014) en Argentina, quien también reportó este género en huertos orgánicos dedicados a la producción de hortalizas. Robaina (2010) lo cita en nuestro país, asociado a los usos de cultivos varios y la caña de azúcar. En Brasil, Bartz et al. (2013) señalan la resistencia de este género a los disturbios del suelo, probablemente debido a su pequeño tamaño (3-5 cm de longitud), su alimentación y estrategia de reproducción.

Es importante destacar que en el huerto intensivo "Villena" los órdenes Haplotaxida, Stylommatophora e Isopoda, estuvieron ausentes (Figura 1). Estos grupos de la macrofauna pertenecen al grupo funcional detritívoros, que se caracteriza por el consumo de altos contenidos de materia orgánica, además requieren de alta humedad y baja temperatura del suelo para el establecimiento de sus poblaciones, proporcionado por la cobertura edáfica (Tapia et al., 2016). Estos organismos son dominantes en los ecosistemas menos perturbados y más diversificados (Cabrera et al., 2017; Noguera et al., 2017). La total ausencia de los mismos en el huerto Villena, es un indicio de degradación en este sistema.

La ausencia de algunas clases como Malacostrata y Gastropoda se debe principalmente a que los organismos que las integran tales como cochinillas y caracoles son susceptibles a transformaciones físicas como el laboreo mecanizado al momento de preparar el suelo, que ocasiona la destrucción mecánica de

los hábitats de estos grupos, con la consiguiente reducción de los mismos y en ocasiones la desaparición. Vignozzi et al. (2019) reportaron una mayor presencia de este grupo en suelos con coberturas naturales, lo que muestra la susceptibilidad de estos organismos al estrés por perturbación antrópica. Steinwandter et al., (2017) señalan que la disminución del contenido de materia orgánica por el laboreo intensivo del suelo, trae consigo la compactación y degradación del mismo y por tanto conduce el deterioro de las propiedades edáficas y de la diversidad de las comunidades de la macrofauna.

Los sitios estudiados están condicionados por el grado de intervención antrópica; en consideración a esto la composición y estructura de las comunidades de la macrofauna responden no sólo a las características propias y manejo del suelo, sino también a la habilidad de las distintas especies a adaptarse a los cambios producidos.

### **CONCLUSIONES**

- ✓ Los bosques son los sitios con los valores más altos de riqueza taxonómica y de familias exclusivas por ser los sistemas con menor grado de intervención.
- ✓ Dentro de los huertos intensivos "Los combatientes" y "Álvaro Barba" muestran la mayor riqueza faunística, lo que denota la mejor conservación de estos agroecosistemas.
- ✓ En el huerto intensivo "Villena" la ausencia de los órdenes Haplotaxida, Stylommatophora e Isopoda, evidencia el deterioro de sus suelos determinado por el laboreo intensivo.
- ✓ La aplicación de coberturas muertas y el laboreo mínimo del suelo, son prácticas agroecológicas que favorecen el establecimiento de los diferentes grupos de la macrofauna edáfica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amazonas, N.T.; Viani, R.A.G.; Rego, M.G.A.; Camargo, F.F.; Fujihara, R.T.; Valsechi, O.A. (2018). Soil macrofauna density and diversity across a chronosequence of tropical forest restoration in Southern Brazil. *Brazilian J. Biology*, 78(3):449-456.
- Anderson, J.M. y Ingram, J.S.I. (1993). *Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods*. CAB. International. Wallingford, UK, 221 p.
- Bartz, M.L.C.; Pasini, A. y Brown, G.G. (2013). Earthworms as soil quality indicators in Brazilian no-tillage systems. *Applied Soil Ecology*, 69: 39-48.
- Beltrán, M.A.; Tamez, L.R.; Cruz, S.G. y Páez, L.E. (2016). Listado taxonómico de algunos artrópodos edáficos en dos localidades de Xicotepec de Juárez, Puebla. *Bol. Soc. Mex. Ento. (n.s.)*. Número especial, 2: 39-44.
- Brusca, R. y Brusca, G. (2003). *Invertebrates*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts, USA. 936 p.
- Cabrera, G.; Socarrás, A.A.; Gutiérrez, E.; Tcherva, T.; Martínez, C.A. y Lozada, A. (2017). Capítulo 14. Fauna del suelo. En Mancina CA, DD Cruz eds. *Diversidad Biológica de Cuba. Métodos de Inventario. Monitoreo y Colecciones Biológicas*. Editorial AMA, La Habana. 254-283 p.
- Cabrera, G. (2017). Rectificación a la lista taxonómica de la macrofauna del suelo en bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Artemisa, Cuba. *Acta Botánica Cubana*, 216 (3): 123-126.
- Cabrera, G. (2018). Evaluación de la macrofauna edáfica como bioindicador del impacto del uso y calidad del suelo en el occidente de Cuba. Tesis presentada para aspirar al grado de Doctor en Conservación y restauración de ecosistemas, Universidad de Alicante, España, 124 p.
- Cabrera, G. y López, G. (2018). Caracterización ecológica de la macrofauna edáfica en dos sitios de bosque siempreverde en El Salón, Sierra del Rosario, Cuba. *Valdivia*, 39(3). ISSN (digital): 0717-9200.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2016): *Agricultura Urbana y Periurbana en América Latina y el Caribe. Ciudades más verdes en América Latina y el Caribe*. Fecha de consulta: 26/1/2016. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVAL/lahabana.html>
- Friedrich, A.T. (2015). La Agricultura de Conservación. Fundamento de un nuevo paradigma. *Agricultura Orgánica*, Año 21, número 2: 15-20.
- Gilot, C.; Lavelle, P.; Blanchart, E.; Keli, J. y Kovassi, P. (1995). Biological activity of soil under rubber plantations in Cote d'Ivoire. *Acta Zoologica Fennica*, 196: 186-189.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Cuba. INCA, 91 p.
- Kamau, S.; Barrios, E.; Karanja, N.K.; Ayuke, F.O. y Lehman, J. (2017). Spatial variation of soil macrofauna and nutrients in tropical agricultural systems influenced by historical charcoal production in South Nandi, Kenya. *Applied Soil Ecology*, 119: 286-293.
- López, O.; Sánchez, T.; Iglesias, J.M.; Lamela, L.; Soca, M.; Arece, J. y Milera, M. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción como alternativa para la producción animal

- animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40 (2): 83-95.
- Masin, C.E. (2014). Lombrices de tierra como indicadores biológicos del uso de suelo. XVIII Encuentro de Jóvenes Investigadores de la UNL, Santa Fe, Argentina.
- Matienzo, Y.; Alfonso-Simonetti, J.; Vázquez, L.; Moreno, R.; Matamoros, M; Díaz, Y.; Torres, T. y Porras, A. (2015). Diversidad de grupos funcionales de la fauna edáfica y su relación con el diseño y manejo de tres sistemas de cultivos. *Fitosanidad*, 19(1) (abril). ISSN: 1562- 3009.
- Martín, M.; Barrios, M; Camacho, L.; Domínguez, A.M.; Infante, A.; Gómez, S.; Tamayo, R. y Labacena, Y. (2016). Un debate para que la economía y la sociedad estén en su peso. *Periódico Juventud Rebelde*, miércoles 6 de julio.
- Noguera, A.; Reyes, N.; Mendieta, B. y Salgado, M. (2017). Macofauna edáfica como indicador de conversión agroecológica de un sistema productivo de *Moringa oleifera* Lam. en Nicaragua. *Pastos y Forrajes*, 40 (4): 265-275.
- Robaina, N. (2010). 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 Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de la Habana, Mayabeque. 103 p.
- Ruiz, N.; Lavelle, P. y Jiménez, J. (2008). *Soil Macrofauna Field Manual Technical level*. FAO. Rome, Italy. 101 p.
- Sharma, D.K.; Tomar, S. y Chakraborty, D. (2017). Role of earthworm in improving soil structure and functioning. *Current Science*, 113(6): 25.
- Steinwandter, M.; Steiner, B.C.S.; Seeber, G.U.H.; Steiner, F.M.S. y Seeber, J. (2017). Effects of alpine land-use changes soil macrofauna community revisited. *Ecology and Evolution*, 7: 5389-5299.
- Tapia, S.C.; Teixeira, L.A.; Velásquez, E. y Waldez, F. (2016). Macroinvertebrados del suelo y sus aportes a los servicios ecosistémicos, una visión de su importancia y comportamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 8 (Supl): 260-267.
- Vignozzi, N.; Agnelli, A.E.; Brandi, G.; Gagnarli, E.; Goggioli, D.; Lagomarsino, A.; Pellegrini, S.; Simoncini, S.; Simoni, S. y Valboa, G. (2019). Soil ecosystem functions in a high-density olive orchard managed by different soil conservation practices. *Appl. Soil Ecol.*, 134, 64–76.
- Zerbino, M.S.; Altier, N.; Morón, A. y Rodríguez, C. (2008). Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción ensiembra directa y con pastoreo. *Agrociencia*, XII (1): 44 - 55.

Fecha de recepción: 11 noviembre 2021

Fecha de aceptación: 10 mayo 2022

Agrotecnia de Cuba

ISSN impresa: 0568-3114

ISSN digital: 2414- 4673

<http://www.grupoagricoladecuba.gag.cu>

