

Cambios en la macrofauna edáfica en un suelo Cambisol, bajo diferentes condiciones de manejo

Yoandris Socarrás-Armenteros^{1,§}

Elein Terry-Alfonso²

Orlando Gualberto Rodríguez del Rey Piña¹

Yulieska Urdanivia-Gutiérrez¹

Alexis Lamz-Piedra³

1 Universidad de Cienfuegos. Carretera Roda km 1, Cuatro Caminos, Cienfuegos, Cuba. CP. 55100.
(ojrodriguez@ucf.edu.cu; yulieskaug@gmail.com).

2 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera Tapaste km 3½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP. 32700. (terry@inca.edu.cu).

3 Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC-Subsede Cuauhtémoc. Av. Río Conchos S/N, Parque Industrial, Chihuahua, México. CP. 31570. (amzp@gmail.com).

Autora para correspondencia: ysocarras1984@gmail.com.

Resumen

El suelo es parte de la biosfera y la macrofauna edáfica lo constituyen los organismos que habitan en la superficie del suelo. La investigación, tuvo como objetivo, determinar el cambio de la macrofauna edáfica bajo diferentes condiciones de manejos en suelo Cambisol. El trabajo experimental, se realizó en la finca 'Aeropuerto' del municipio Cienfuegos. Para el muestreo de la macrofauna, se utilizó la metodología del Programa de Investigación Internacional 'Biología y Fertilidad del Suelo Tropical'. Los manejos evaluados fueron: un suelo referencia, bajo bosques sin disturbio (> 50 años), conservado bajo pastos (más de 10 años), agrogénico con cultivo continuado (sembrado con caña por más de 60 años). La macrofauna edáfica identificada, se agrupó en tres phylum , siete clases y 20 órdenes. Los mayores valores totales de insectos (60.08 m²) se obtuvieron en el manejo bosque y los menores, el pasto y cultivo continuado valores similares (38.62 y 37.8 m²). El manejo bosque (91.3 individuos), reveló los valores más altos de los grupos funcionales depredadores, detritívoros y herbívoros, con respecto al manejo pasto (50.6 individuos) y cultivo (20.75 individuos) con diferencias estadísticas. Se concluyó que, en el manejo de cultivo continuado, los valores totales de insectos y los grupos funcionales de la macrofauna, son bajos. Esto pudiera ser un indicador negativo del proceso de degradación que ocurre comúnmente en el cultivo continuado. El estudio brindó la posibilidad de relacionar los cambios de la macrofauna producto a las condiciones de manejo con fines experimentales y productivos.

Palabras clave:

agrogénico, cultivo continuado, depredadores, pastos.

Introducción

El suelo es parte de la biosfera y se relaciona directamente con el paisaje, la vegetación, el clima y la sociedad en su conjunto (Brevik y Hartemink, 2010). Algunos autores como Yu *et al.* (2018); Zúñiga *et al.* (2018), explican que el suelo es considerado un recurso natural no renovable, fundamental para los seres humanos y la biosfera en general. También es la capa superficial de la corteza terrestre en la que viven numerosos organismos y crece la vegetación, donde existe un balance entre residuos orgánicos de plantas y organismos del suelo (Huarauya, 2014). Por otra parte, la macrofauna edáfica, tiene importantes funciones ecológicas y servicios ecosistémicos, que incluyen, la descomposición de la materia orgánica, el secuestro de carbono orgánico, el reciclaje de nutrientes, el mantenimiento de la estructura del suelo, y la infiltración del agua (Lavelle *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2008; Gholami *et al.*, 2016).

Las perturbaciones en el suelo, derivadas de la actividad agrícola, pueden provocar un efecto negativo en la fauna del suelo, principalmente sobre la macrofauna, debido a que se encuentra en la superficie del suelo y son más susceptibles a las alteraciones ambientales eventuales (Kamau *et al.*, 2017). La macrofauna edáfica es abundante en los bosques primarios y secundarios. Sin embargo, en las zonas perturbadas por la acción antropogénica, es reducida, porque se afecta constantemente su actividad biológica en interacción con las propiedades y componentes del suelo (Negrete *et al.*, 2007). Básicamente con las propiedades químicas, como por ejemplo el contenido de cationes intercambiables, pH, textura y con la capacidad de retención de agua (Barros *et al.*, 2002). Dada estas condicionales e interés de profundizar en estos conceptos de la biología del suelo, se realiza la investigación, cuyo objetivo fue determinar el cambio en la composición, función y abundancia de la macrofauna edáfica, bajo diferentes condiciones de manejo, en un suelo Cambisol.

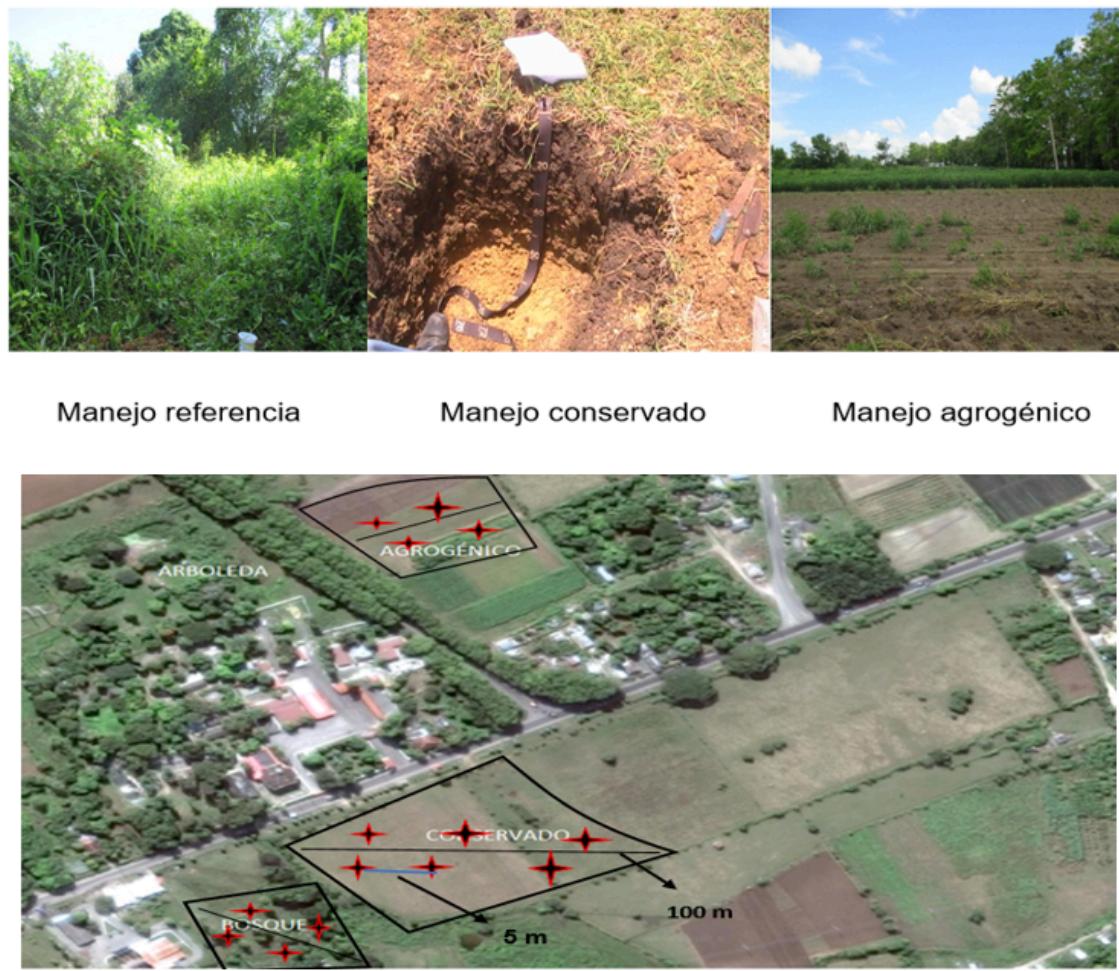
Materiales y métodos

Descripción de los sitios evaluados

La investigación fue realizada en la finca 'Aeropuerto' del municipio Cienfuegos, Cuba, durante el período lluvioso del año (mayo-octubre de 2019), se realizó un muestreo por cada manejo. Para el estudio se seleccionó un agroecosistema con diferentes manejos (suelo bajo bosque, cultivo continuado y pasto). El diseño experimental y tratamientos. El diseño experimental fue totalmente aleatorizado, con cinco repeticiones por tratamiento. Se evaluaron tres manejos, que constituyeron los tratamientos (Figura 1): referencia bajo bosques secundario (más de 50 años) sin disturbio, cuya vegetación estuvo representada por la ceiba (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), guásima (*Guazuma ulmifolia*), mango (*Mangifera indica* L.), conservado: bajo pastos, pangola *Digitaria decumbens* (más de 10 años), agrogénico: cultivo continuado.



Figura 1. Representación del agroecosistema estudiado, finca Aeropuerto, con los diferentes manejos de suelo, municipio de Cienfuegos. Coordenadas 22° 10' 06" latitud norte 80° 24' 36" longitud oeste. Escala 1:10 000.



Estuvo sembrado con Caña por más de 60 años y en la actualidad se mantiene bajo cultivos de viandas, *Manihot esculenta* Crantz (yuca), está caracterizado por un uso intensivo del suelo, como la preparación, labores de cultivo, con tracción animal y en ocasiones con tractores. Además, se aplica la fertilización química y plaguicidas. La temperatura media en la zona es de 24.6 °C, siendo el mes de enero el más frío con 22.1 °C y el mes de julio es el más cálido con 27.2 °C. El acumulado de precipitaciones promedio en el área es de 1 412 mm y las mismas son representativas del área experimental (Viera *et al.*, 2024).

Características del muestreo y técnicas empleadas

Para estudiar la macrofauna edáfica se realizó un muestreo entre las 7:00 y 9:00 am, según recomendación de Cabrera *et al.* (2017), donde se mantiene un estado favorable de temperatura y humedad para la permanencia de esta fauna edáfica en el período lluvioso del año. En cada manejo se seleccionó un transecto con una longitud de 100 m, cuyo punto de origen y dirección se determinó al azar. Para el estudio se excavaron diez monolitos de 25 x 25 x 20 cm en cada área, los que se dividieron en tres profundidades: hojarasca, 0-10 cm y de 10-20 cm de profundidad. Cada monolito estuvo separado por una distancia de 5 m (Ceballos y Mischis, 2007).

Se utilizó la metodología del Programa de Investigación Internacional 'Biología y Fertilidad del Suelo Tropical' (Anderson e Ingram, 1993). La humedad en el suelo en los diferentes manejos fue la siguiente: bosque 47.2%, pasto 32.2% y 26.4% en el cultivo continuado. La macrofauna visible fue colectada rompiendo los agregados de forma manual y con la ayuda de pinzas. Las lombrices se conservaron en formaldehído al 4% y los invertebrados restantes en alcohol al 70%, para su posterior identificación en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la provincia Cienfuegos.

La macrofauna (depredadores, detritívoros y herbívoros), se identificó y caracterizó por el manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba (Cabrera, 2014), hasta los niveles taxonómicos: phylum, clase y orden. La clasificación funcional se realizó de acuerdo con Cabrera *et al.* (2011), que incluyó: 1) detritívoros de la hojarasca, que son los principales consumidores de materia orgánica de origen vegetal y animal, presentes en la superficie y en los primeros cinco cm del suelo; 2) herbívoros, que comprenden los grupos que se alimentan de las partes vivas de las plantas y 3) depredadores, que se alimentan de pequeños animales vivos. Se utilizaron como variable de respuesta, la composición, función y abundancia de la macrofauna.

Para determinar la diferencia significativa entre los diferentes manejos de suelo, se realizó prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, ya que no se cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza. El paquete estadístico utilizado fue SPSS® versión 17. Para todos los análisis se utilizó un nivel de significación de 0.05.

Resultados y discusión

El suelo bajo manejo bosque, se caracteriza por presentar un relieve ondulado, altura de 29 msnm, vegetación de bosque secundario con más de 50 años y material de origen arcilla calcárea. Mientras que, el suelo bajo cultivo continuado está representado por un relieve llano y suavemente ondulado, altura de 29 msnm, vegetación con *Manihot esculenta* Crantz (yuca), material de origen de arenisca sin carbonatos. El suelo con pasto, un relieve suavemente ondulado, altura 29 msnm, vegetación bajo *Sacharum officinarum* L. (caña de azúcar) en los últimos 10 años, aunque en la actualidad se encuentra bajo pasto de *Digitaria decumbens* L., el tipo de ganado es vacuno, con un sistema de pastoreo rotacional.

La composición taxonómica de la macrofauna del suelo bajo los sistemas de bosque, pasto natural y cultivo continuado se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición taxonómica de la macrofauna edáfica, colectada en suelos Cambisol.

Phylum	Clase	Orden	Bosque	Manejos de cultivo	Pasto
Arthropoda	Insecta	Hymenoptera	x	x	x
		Dictyoptera	x	x	-
		Coleoptera	x	x	x
		Isoptera	x	x	x
		Psocoptera	x	-	-
		Lepidoptera	x	x	-
		Orthoptera	-	-	x
		Thysanoptera	-	-	x
		Collembola	x	-	x
		Arácnida	x	x	x
Malacostraca	Isopoda		x	-	x
	Chilopoda	Geophilomorpha	x	-	-
	Diplopoda	Polydesmida	x	-	x
		Polyxenida	x	-	-
		Trigoniulidae	x	x	x

Phylum	Clase	Orden	Bosque	Manejos de cultivo	Pasto
Mollusca	Gastropoda	Subulinidae	x	-	x
		Bradybaenidae	x	-	x
		Lymnaeidae	x	-	-
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	x	x	x

De esta forma, la macrofauna edáfica se agrupó en tres phylum , siete clases y 20 órdenes. La mayor diversidad se encontró en el sistema bosque (17 órdenes), lo cual está asociado a la presencia de los árboles (*Ceiba (Ceiba pentandra)*, Algarrobo (*Ceratonia siliqua*), Guásima (*Guazuma ulmifolia*), Mango (*Mangifera indica*), que mejoran las condiciones del suelo, dada la cantidad de hojarasca que incorporan. Resultados similares fueron obtenidos por Hernández *et al* . (2008), al observar la presencia de hojarasca y ramas en la superficie del suelo, lo cual beneficia la humedad, temperatura y desarrollo de la macrofauna edáfica en matorrales.

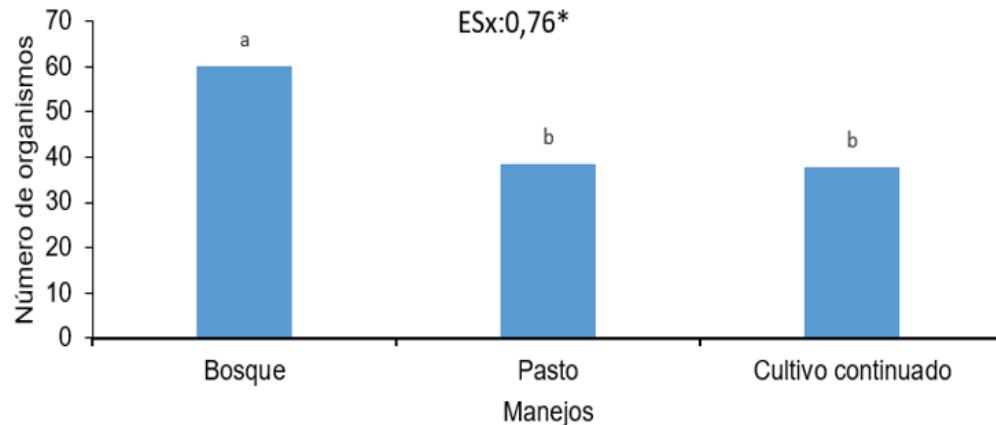
En relación con el manejo pasto natural, se determinó la presencia de 13 órdenes de la macrofauna. Igualmente, en este manejo existe una cobertura vegetal que garantiza la humedad, condición fundamental para los organismos del suelo, sobre todo aquellos que poseen tegumentos para realizar la respiración. Además, el suelo de cultivo continuado crea compactación, adquiriendo una apariencia plástica. Y cuando se comparan los resultados en el manejo bosque y el pasto natural, estos coinciden con los obtenidos por Chávez *et al* . (2018), también encontraron baja proporción taxonómica en el manejo cultivo continuado, resultado que atribuyen a que, en las áreas deforestadas, existe escasez de hojarasca lo cual crea condiciones desfavorables para determinados organismos del suelo. Adicionalmente el método de pastoreo continuo provoca cambios en la estructura del suelo.

Por otra parte, el método de pastoreo continuo provoca cambios en las propiedades biológicas del suelo, provocado por el pisoteo de los animales (Medina, 2016), que limita la cantidad de espacios porosos y por consiguiente la densidad de individuos. Los análisis taxonómicos realizados en el manejo pasto, sobre la macrofauna, difieren de los encontrados por Vega *et al* . (2014), que solo determinaron siete órdenes en un sistema silvopastoril sobre un suelo pardo con carbonatos, ubicado en el municipio Jiguaní, provincia Granma, Cuba. Sin embargo, coinciden con los trabajos de Cabrera *et al* . (2017); Ramírez *et al* . (2018), donde en un sistema de pastos naturales y silvopastoril, encontraron tres phylum , siete clases y 11 órdenes, esto propicia que se desarrolle la macrofauna, dada la estabilidad de la temperatura y humedad.

En la Figura 2, se muestra el número de organismos totales, según el tipo de manejo. En el caso bosque, los resultados totales de organismos, muestran diferencias significativas, con respecto a los otros dos manejos. Esto está relacionado con el hecho que, en este manejo existe una vegetación apropiada que mantiene estable la temperatura y la humedad, cuyos valores de humedad y temperatura se hace referencia anteriormente, que crean condiciones favorables para la reproducción de los organismos.



Figura 2. Número de organismos totales en los diferentes manejos en suelos Cambisol. Las medias con letras iguales no difieren para $p < 0.05$.



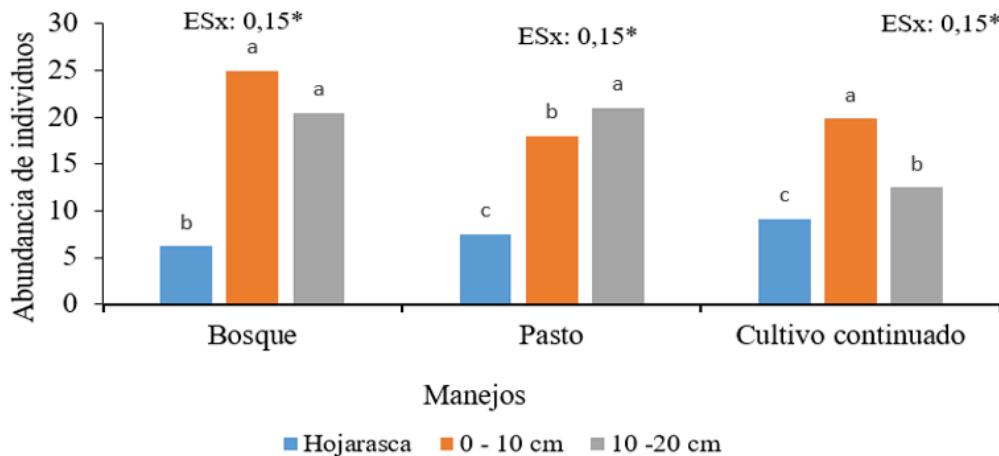
Resultados similares fueron descritos por Delgado *et al.* (2011) cuando estudiaron la presencia de insectos en varios sistemas (bosque, monocultivo *Coffea arabica* L. y sistema de producción asociados con *C. arabica*). Encontrando la mayor variedad y biomasa de insectos en el sistema bosque (6 112 individuos m⁻²), el monocultivo con 2 303 individuos m⁻² y el sistema agroforestal de *C. arabica* con 3 552 individuos m⁻².

Cuando se compara la población de organismos en los sistemas de pastos y cultivo continuado, se observó que no existen diferencias significativas notables, lo cual se relaciona con el hecho de que en estos sistemas no existe una flora diversa ni familia de plantas que atraen a especies de insectos de diferentes órdenes, a diferencia del sistema bosque donde existe una mayor composición de especies de plantas que sirve de refugio para el hábitat y reproducción de los insectos. Atendiendo a estas determinaciones, la similitud encontrada entre los sistemas pasto y cultivo continuado, en relación con la población de organismos, pudiera estar condicionada por el hecho que, en ambos sistemas la población de plantas presentan semejantes características morfológicas y también la influencia de los rangos de temperatura y humedad, que producen variabilidad y permanencia de la población de insectos en estos manejos, comparado con el sistema bosque, donde son más estables estas condiciones (Balota y Chaves, 2011).

Al respecto Cabrera *et al.* (2011), explican que la población de insectos decrece consecutivamente en los pastizales, cultivos varios y cañaverales, debido al manejo ganadero en los pastizales y al laboreo agrícola constante en los sistemas de cultivo continuado. Esto guarda relación con el hecho que, en los pastizales, la población de insectos está restringida localmente en un área con poco acceso a nutrientes y refugio.

En la Figura 3, se observó que el suelo bajo bosque muestra la mayor abundancia de individuos en las profundidades de 0-10 cm y de 10-20 cm, ambos con igual significación estadística y difieren con respecto al nivel de hojarasca, cuyos números son menores, lo cual hace que existan diferencias significativas notables, con respecto ambas profundidades. Esto se explica, porque los organismos en su ciclo de vida alternan, su permanencia en la superficie del suelo, cuando se incrementa la temperatura, humedad, radiación solar y la acción de los depredadores ocasionales.

Figura 3. Abundancia de individuos totales según el manejo agrícola y profundidad en los diferentes manejos.

Medias con letras iguales para cada sistema de manejo del suelo no difieren según Tukey $p < 0.005$ 

Por lo tanto, Delgado *et al.* (2011), muestran resultados semejantes, en cuanto al análisis del número de insectos, en diferentes profundidades del suelo, sometidos a cultivo y bosque natural, encontrando que, a profundidades superiores a los 20 cm, la humedad, nutrientes, y el oxígeno, son escasos, por lo que, bajo estas condiciones, no es posible la sobrevivencia de los insectos.

En el suelo bajo manejo pasto se aprecian diferencias significativas, cuando se comparan las profundidades del suelo. En este caso a nivel de hojarasca la media de individuos (7.5), de 0-10 cm (18), y de 10-20 cm (21). A partir de estos resultados, se infiere, que las diferencias numéricas de organismos entre nivel están dadas porque los insectos tienen hábitos de vidas periódicas, durante el día y la noche, almacenan nutrientes durante el día y se resguardan y reproducen durante la noche a profundidades superiores a nivel de hojarasca. De igual modo, la diferencia numérica de insectos encontradas en las profundidades de 0-10 cm y 10-20 cm, están relacionadas con que los insectos, permanecen el mayor tiempo de su ciclo de vida en los niveles de mayor profundidad estudiadas (10-20 cm), aun cuando existen posibilidades de sobrevivencia, a un nivel menor (0-10 cm). Esto obedece a una condición biológica de los organismos, para buscar refugio y resistencia, ante los depredadores naturales, también a los cambios drásticos de los fenómenos atmosféricos, como son, el exceso de humedad, temperatura, radiación solar, y la difusión del oxígeno.

En el cultivo continuado, se observan diferencias significativamente mayores, cuando se relaciona el número de organismos con los diferentes estratos. Partiendo de este análisis, en la profundidad, entre 0 - 10 cm, es donde se localizan el mayor número de insectos (24.95), seguido 10-20 cm (12.45) y por último el nivel de hojarasca (9.1). Del análisis general parte la información que explica porque los organismos, no tienen que permanecer a un nivel de profundidad mayor (10-20 cm), sin embargo, encuentran refugio seguro en los niveles medios de profundidad (0-10 cm), donde los parámetros físicos y químicos, son apropiados para la reproducción, y sobrevivencia.

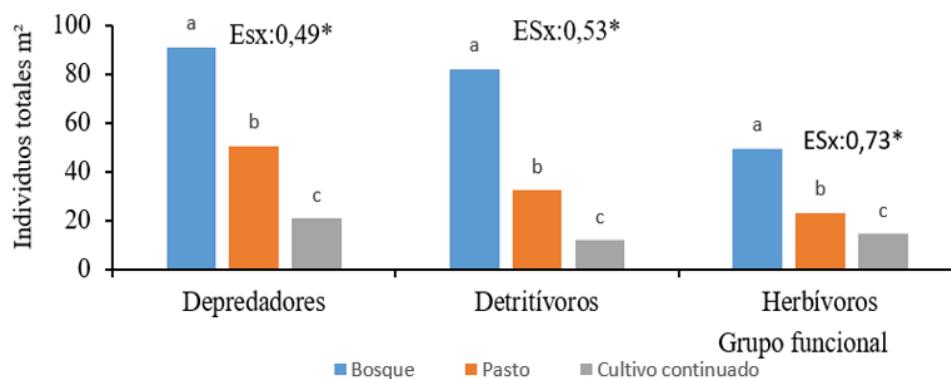
Así también, la preferencia de la macrofauna por los primeros centímetros del suelo se debe fundamentalmente, a factores, tales como, el área de las raíces de las plantas y también el grado de compactación que se produce por el tránsito de los animales sobre la superficie del suelo (Medina, 2016). Esto limita la cantidad de espacios porosos, que modifica la densidad y diversidad de la macro y microfauna. Adicionalmente, con respectos a las profundidades, los trabajos de Fernández *et al.* (2015), son similares a los resultados encontrados. De manera que, en la hojarasca, no hubo diferencia en el estrato de 0-10 cm y de 10-20 cm. Y observaron, diez especies de insectos,

en los horizontes próximos a la superficie del suelo. Estas especies fueron herbívoras, y están mayormente asociadas a las plantas de cultivo.

Estudio realizado por Chávez *et al.* (2018), encontraron resultados similares en las profundidades estudiadas. Contabilizando 57 individuos de 0-10 cm y 55 individuos de 10-20 cm, en un área con pasto natural, perteneciente a la UBPC 'Francisco Suárez Soa', ubicada en el municipio Bayamo, provincia Granma.

En la Figura 4, se observó que la macrofauna edáfica en los diferentes manejos está representada por la clase taxonómica, depredadores (arañas, escarabajos, escorpiones, babosas), detritívoros (cucarachas, milpiés, moscas), y herbívoros (cucarachas, escarabajos, grillos, saltamontes).

Figura 4. Grupo funcionales de la macrofauna en los diferentes manejos en suelos pardos. Medias con letras iguales para cada sistema de manejo del suelo no difieren para $p < 0.05$.



El manejo bosque, mostró mayor número de insectos depredadores con 91.3 individuos con diferencias significativas, en relación con el manejo pasto (50.6 individuos), y cultivo (20.75 individuos). Mientras que, el manejo bosque, reveló los valores más altos de los grupos funcionales detritívoros y herbívoros con diferencias significativas, respecto al manejo pasto y cultivo. Este último manejo reveló valores bajos en los tres grupos funcionales estudiados.

Por lo que, la contribución funcional que ejercen los organismos del suelo (detritívoros, depredadores y herbívoros), en los diferentes manejos estudiados, se relaciona directamente con la transformación de los restos vegetales. La macrofauna edáfica, contribuye a descomposición de la materia orgánica, haciendo asimilable los nutrientes para el resto de los microorganismos que participan en la cadena trófica, representados mayormente por hongos y bacterias. Resultados similares son referenciados por De Almeida *et al.* (2020); Barros *et al.* (2020), cuando explican que los depredadores (Hymenoptera), modifican la estructura, lo cual permitió que incremente el espacio poroso, a su vez favorece la infiltración del agua, aireación y la estabilidad de los agregados.

Sobre lo anterior, Cabrera *et al.* (2019), hacen referencia a que los detritívoros son el grupo zoológico que participa activamente en la cadena trófica. Dado que son los principales encargados de triturar los restos vegetales y animales, además, reducen el tamaño de las partículas e incrementan la superficie expuesta a la actividad de descomposición de bacterias y hongos. Asimismo, Gutiérrez *et al.* (2020), estudiaron la influencia de los grupos zoológicos funcionales del suelo, utilizando como agroecosistema los pastizales de hierba de guinea (*M. maximus*) y pasto estrella (*C. nlemfuensis*) en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, en este estudio se informa del predominio de los detritívoros en los ecosistemas ganaderos y silvopastoriles.

Conclusiones

El manejo bosque mostró mayor presencia taxonómica, a diferencias del manejo cultivo continuado y pasto, lo cual indica que el suelo bajo bosque ofrece mejores condiciones para el hábitat de los organismos. Por su parte el bosque tuvo mayor presencia de organismos en relación con el pasto y el cultivo continuado. En cuanto a los análisis de las profundidades y los manejos, se observó que en la profundidad de 0-10 cm, había mayor representación de individuos que el manejo bosque y cultivo continuado, así también el manejo pasto y bosque, mostró un número mayor de individuos a la profundidad de 10-20 cm y a nivel de hojarasca no se apreció un número considerables de individuos. Referente al grupo funcional el manejo bosque mostró los mayores números de individuos, representado por detritívoros, depredadores y herbívoros, a diferencia del cultivo continuado, por lo que estos resultados justamente marcan una pauta en el conocimiento de la dinámica de la macrofauna del suelo, sometido a diferentes manejos y abre el camino para futuras investigaciones relacionadas con la conservación de la biodiversidad y fertilidad de los suelos.

Bibliografía

- 1 Anderson, J. M. and Ingram, J. S. I. 1993. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2nd Ed. Wallingford, United Kingdom. CAB International. 221 p.
- 2 Balota, E. L. and Chaves, J. C. 2011. Microbial activity in soil is cultivated with different summer legumes in coffee crops. Brazilian Archives of Biology and Technology. 54(1):35-44.
- 3 Barros, C. E.; Silva, B. A.; Soares, D. R. y Forti, V. A. 2020. Funções ecológicas da macrofauna edáfica em diferentes usos do solo no Centro de Ciências Agrárias da UFSCar-Araras/ SP. XI Congresso Brasileiro de Agroecología, São Cristóvão, Sergipe. <https://cadernos.abagoecologia.org.br/cadernos/issue/view/4>.
- 4 Barros, E.; Pashanasi, B.; Constantino, R. and Lavelle, P. 2002. Effects of land-use systems on soil macrofauna in Western Amazon basin. Biol. Fertil. Soils. 35(5):338-347.
- 5 Brevik, E. C. and Hartemink, A. E. 2010. Early soil knowledge and the birth and development of soil science. Catena. 83(1):23-33.
- 6 Cabrera, D. G.; Robaina, R. N. y Ponce, L. D. 2011. 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(3):313-330.
- 7 Cabrera, D. G. C. 2014. Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba. La Habana, Cuba: Fundación Rufford. 7-22 p.
- 8 Cabrera, D. G.; Socarrás, R. A.; Hernández, V. G.; Ponce-León, D.; Menéndez, R. Y. I. y Sánchez, R. J. A. 2017. Evaluación de la macrofauna como indicador del estado de salud en siete sistemas de uso de la tierra, en Cuba. Pastos y Forrajes. 40(2):118-126.
- 9 Cabrera, M. H.; Murillo, F. D.; Adame, G. J. y Fernández, J. A. 2019. Impacto del uso del suelo sobre la meso y la macrofauna edáfica en caña de azúcar y pasto. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 22(1):33-43.
- 10 Ceballos, C. A. M. y Mischis, C. C. 2007. Técnicas de muestreo de fauna edáfica para ser usadas en trabajos prácticos de campo. Revista educación en Biología. 10(2):42-47.
- 11 Chávez, S. L.; Labrada, H. Y.; Rodríguez, G. I.; Álvarez, F. A.; Bruqueta, Y. D. y Licea, C. L. 2018. Caracterización de la macrofauna edáfica en un pastizal de la provincia Granma. Centro Agrícola. 45(4):43-48.
- 12 De Almeida, T.; Blight, O.; Mesléard, F.; Bulot, A. and Provost, E. 2020. Harvester ants as ecological engineers for Mediterranean grassland restoration: impacts on soil and vegetation. Biol. Conserv. 245, 108547, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108547>.

- 13 Delgado, H. H.; Rangel, J. A. y Silva, P. A. 2011. Caracterización de la fertilidad química de los suelos en sistemas productivos de la altillanura plana, Meta, Colombia. Luna Azul. 54-69 pp.
- 14 Fernández, T. I. M.; Castellanos, G. L.; Fuentes, G. M.; Cairo, C. P.; Rajadel, A. N. y Melo, P. R. 2015. Macrofauna del suelo en cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica en el Municipio Cruces, Cuba. Centro Agricola. 42(1):43-52.
- 15 Gholami, S.; Sayad, E.; Gebbers, R.; Schirrmann, M.; Joschko, M. and Timmer, J. 2016. Spatial analysis of riparian forest soil macrofauna and its relation to abiotic soil properties. Pedobiologia. 59(1-2):27-36. DOI:10.1016/J.PEDOBI.2015.12.003.
- 16 Gutiérrez, B. C. C.; Mendieta, A. B. G. y Noguera, T. Á. J. 2020. Composición trófica de la macrofauna edáfica en sistemas ganaderos en el Corredor Seco de Nicaragua. Pastos y Forrajes. 43(1):32-40.
- 17 Hernández, J. A.; Marentes, F. L.; Vargas-Ríos, H. y Marentes, F. L. 2008. Características de los suelos y sus reservas de carbono en la finca la Colmena de la Universidad de Cienfuegos, Cuba. Cultivos Tropicales. 29(2):27-34.
- 18 Huarauya, A. M. M. 2014. Determinación de la macrofauna en suelos de cafetales (*Coffea arabica* L.) Santa Rosa Tealera, distrito Hermillo Valdizan 8. Huanuco: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 8 p.
- 19 Kamau, S.; Barrios, E.; Karanja, N.; Ayuke, F.O. and Lehmann, 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. DOI:10.1016/j.apsoil.2017.07.007.
- 20 Lavelle, P. and Spain, A. V. 2006. Soil ecology. Kluwer Academic Publishers, New York. 678 p.
- 21 Lavelle, P.; Decaëns, T.; Aubert, M.; Barot, S.; Blouin, M.; Bureau, F.; Margerie, P.; Mora, P. and Rossi, J. P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology. 42: S3-S15. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006.10.002.
- 22 Medina, M. C. 2016. Efectos compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. Remediaciones. Revista Colombiana Ciencia Animal. 8(1):88-93.
- 23 Negrete, Y. S.; Newton, C. A. and Heal, W. O. 2007. Successional changes in soil, litter and macroinvertebrate parameters following selective logging in a Mexican Cloud Forest. Applied Soil Ecology. 35(2):340-355. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2006.07.006>.
- 24 Ramírez, S. W. M.; Hernández, C. M. B.; Zurita, R. A. A. y Navarro, B. M. 2018. Comportamiento de la macrofauna edáfica en sistemas ganaderos, en una entidad productiva del municipio Yaguajay, Cuba. Pastos y Forrajes. 41(4):259-265.
- 25 Ruiz, C. N.; Lavelle, P. y Jiménez, J. J. 2008. Soil macrofauna field manual: technical level. Roma, IT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 32 p.
- 26 Vega, A. M.; Herrera, R. S.; Rodríguez, G. A. y Santana, A. A. 2014. Evaluación de la macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril en el Valle del Cauto, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48(2):189-193.
- 27 Viera, G. E. Y.; Barcia, S. S.; Fuentes, R. L. B.; Gómez, D. D y Mejías, S. L. 2024. Caracterización climática de la Cuenca Hidrográfica Damují. Revista Cubana de Meteorología. 30(2):1-16.
- 28 Yu, P.; Liu, S.; Zhang, L.; Li, Q. and Zhou, D. 2018. Selecting the minimum data set and quantitative soil quality indexing of alkaline soils under different land uses in northeastern China. Science of the Total Environment. 616-617(17-18):564-571. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.301.
- 29 Zúñiga, A. F.; Huertas, D. J. L.; Guerrero, O. G. D.; Sarasty, B. J.; Dörner J. y Burbano, O. H. 2018. Propiedades morfológicas de los suelos asociadas a los ecosistemas de Páramo, Nariño, Sur de Colombia. Terra Latinoamericana. 36(2):183-196.

Cambios en la macrofauna edáfica en un suelo Cambisol, bajo diferentes condiciones de manejo

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 00 June 2025
Date accepted: 00 August 2025
Publication date: 25 October 2025
Publication date: Oct-Nov 2025
Volume: 16
Issue: 7
Electronic Location Identifier: e3769
DOI: 10.29312/remexca.v16i7.3769

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

agrogénico
cultivo continuado
depredadores
pastos

Counts

Figures: 4

Tables: 1

Equations: 0

References: 29

Pages: 0