



CAPÍTULO

LA MESOFAUNA DEL SUELO COMO INDICADORA DE SALUD DEL AGROECOSISTEMA



Leonardo Álvarez Ríos

3.1 INTRODUCCIÓN

El suelo es el hábitat de diferentes organismos dentro de los cuales podemos hallar macroorganismos, meso organismos y microorganismos; estos cumplen diferentes funciones relacionadas a las múltiples interacciones que componen la dinámica del suelo. La mesofauna, los meso invertebrados o meso organismos del suelo, se presenta como invertebrados que oscilan entre los 100 μm y 2 mm y se convierten en un elemento clave en la productividad de los suelos. La composición de la mesofauna abarca diferentes meso organismos o meso invertebrados que se pueden presentar con mayor frecuencia como ácaros, colémbolos, proturos, dipluros, sinfilidos, etc. (tabla 3.1) (Gruss et al., 2018, Álvarez y Mesa, 2017, Wu y Wang, 2019).

TABLA 3.1 Principales organismos que conforman la mesofauna del suelo

Organismo	Grupo taxonómico
Colémbolos	Collembola
Ácaros	Acari
Proturos	Protura
Dipluros	Diplura
Sinfilidos	Symphyla
Paupodos	Paupoda

Fuente: Basado en Pereira et al. (2012); Socarrás (2013); Álvarez y Mesa (2017) y Melo et al., (2020)

Los factores climáticos son determinantes en la dinámica de la población de la mesofauna del suelo; los cambios de temperatura, la frecuencia de la precipitación e incluso la intervención antrópica promueven cambios en la abundancia de la mesofauna; esto conlleva a que la dinámica del suelo presente variaciones en función del incremento o disminución de la población de meso invertebrados, lo que resulta como un bioindicador en los cambios de la dinámica de los suelos (Socarrás, 2013; Wu y Wang, 2019).

La presencia y abundancia de los meso invertebrados del suelo puede usarse como indicador del tipo de suelo, su calidad, las características del mismo y la estabilidad de agroecosistemas, lo que evidencia la correlación existente entre el uso del suelo y el impacto en la población de la mesofauna (George et al., 2017; Cassani et al., 2020).

3.2 MESOFAUNA DEL SUELO

FIGURA 3.1 *Mesofauna del suelo*



Fuente: Leonardo Álvarez Ríos (2019)

La intervención mecánica constante del suelo en los procesos de habilitación del mismo, con fines de brindar una adecuada fuente de estructura y disponibilidad a los cultivos, es una labor que limita la abundancia de la mesofauna; el aumento de la porosidad del suelo es un factor determinante en la presencia y abundancia de la mesofauna; la porosidad del suelo permite y promueve el establecimiento y crecimiento de microorganismos del suelo, dentro de los cuales los hongos y las bacterias se convierten en piezas clave ya que estos son fuente alimenticia disponible para la mesofauna del suelo y participan activamente de procesos de descomposición de la materia orgánica (Neher y Barbercheck, 1999; Lee, 1991; Niswati et al., 2019).

El uso del suelo es determinante en la dinámica de la población de la mesofauna. La siembra directa evidencia que al pasar de los años las poblaciones mantienen un equilibrio, lo que puede explicar que dado el manejo del suelo, el sistema de siembra directa tiene como resultado la presencia de restos de cosecha que permanecen en el suelo y se convierten en fuente alimenticia de los organismos que lo habitan, brindando un aporte constante de materia orgánica que es aprovechada por la mesofauna y, en consecuencia, es aprovechable para el cultivo por su proceso de habilitación, realizado por los diferentes organismos del suelo; de igual manera, la siembra directa evidencia la permanencia de cobertura vegetal, que causa un efecto de protección al evitar los cambios bruscos de temperatura y al mismo tiempo estabiliza la humedad con relativa consistencia, generando un microclima benéfico a las diferentes poblaciones de la mesofauna presente (Andren y Lagerlöf, 1983; Arbea y Blasco, 2001; Nicosia et al., 2019).

Los grupos taxonómicos como colémbolos y ácaros mesostigmata son altamente sensibles al cambio y las perturbaciones ocasionados al suelo, lo cual brinda una herramienta clave que puede ser implementada en planes de monitoreo de la población de la mesofauna, teniendo en cuenta grupos específicos como los previamente mencionados, con el fin de obtener información asociada a la calidad del suelo; todo lo anterior relacionado con áreas específicas (George et al., 2017; Cassani et al., 2020).

La intervención y manejo del suelo es una práctica que influye directamente en el comportamiento de la población de los organismos que componen la mesofauna. En pasturas que fueron cosechadas una vez al año en Polonia se presentó un número mayor de ácaros y colémbolos, que son organismos que componen la mesofauna en el orden del 85 %; los resultados evidencian la relación que existe entre las diferentes labores, como lo es el ejemplo de la cosecha del pasto, que de realizarse hasta dos veces al año; no correlaciona disminuciones significativas en la mesofauna del suelo, pero puede tener variaciones significativas del orden de 10 a 2624 individuos por m² si se incrementa el número de cosechas al año, teniendo en cuenta que los factores climáticos influyen directamente en la población y época de cosechas (Gruss et al., 2018). El manejo tradicional del suelo genera impactos directos en la mesofauna del suelo; es por ello que el manejo convencional asociado a las prácticas agroecológicas evidencian un comportamiento diferencial de la biota del suelo a causa de las variantes de manejo que se presentan en la agroecología del suelo.

El manejo obtenido con las prácticas agroecológicas evidencia el aumento de las poblaciones de la mesofauna, principalmente asociado a los colémbolos y ácaros, los cuales se asocian con factores de fertilidad y estabilidad del suelo. El aumento de las poblaciones se relaciona con la incorporación continua de materia orgánica como fuente de nutrición para los cultivos; entre estas, se presenta el estiércol de aves que se correlaciona con el aumento de la población de organismos nitrificadores, los cuales se encuentran frecuentemente al disponer de fuentes alimenticias ricas en nitrógeno. Las labores de manejo de suelos, inmersas en el componente agroecológico, contemplan la incorporación de materia orgánica de origen animal; así mismo, el uso racional de la habilitación física del suelo facilita y beneficia la dinámica de las poblaciones de meso organismos al presentarse los remanentes de las cosechas, que aportan la viabilidad y disponibilidad de nutrientes, aparte de mejorar la calidad física del suelo. Las coberturas se presentan como una práctica frecuente dentro del manejo agroecológico de los cultivos, generando microclimas que benefician las poblaciones de meso invertebrados y brindando nichos específicos que pueden ser aprovechados como refugio, fuente de alimentación y de reproducción (Bardgett, 2005; Salazar y De Luca, 2015; Marín et al., 2015; Socarrás e Izquierdo, 2016).

La presencia y abundancia de meso invertebrados se puede correlacionar con su ocurrencia en función del entorno donde estos se encuentren; así, áreas poco intervenidas antrópicamente como bosques secundarios se presentan como fuente inicial de comparación con otros sistemas de explotación agraria, como el sistema silvopastoril y los pastizales; la mesofauna presente en bosques secundarios se puede expresar como alta y diversa en relación con los sistemas de pastizales; estos se encuentran con una limitada fuente de alimento para los organismos, además de ser más susceptibles a los cambios climáticos por su carencia limitada de cobertura, que permite

brindar protección, sin contar la estrecha relación que se presenta con la intervención de vertebrados mayores. Por el contrario, el sistema silvopastoril enmarca el componente de cobertura adicional que muestra un efecto positivo al encontrarse valores de diversidad y abundancia similares a los evidenciados en áreas de bosques secundarios (Socarrás, 2018).

Por el contrario, el sistema silvopastoril enmarca el componente de cobertura adicional que muestra un efecto positivo al encontrarse valores de diversidad y abundancia similares a los evidenciados en áreas de bosques secundarios (Socarrás, 2018).

Determinados grupos taxonómicos componentes de la mesofauna se convierten en indicadores específicos de la calidad del suelo; los colémbolos pueden dar a conocer la calidad adecuada del suelo, lo que evidencia un proceso de recuperación del mismo; en su proceso de alimentación basada en detritos aporta directamente en los procesos de habilitación y disponibilidad de la materia orgánica. De igual manera, los psocópteros se presentan como iniciadores en el proceso de colonización de áreas que previamente hayan sufrido problemas directos de perturbación (Siddiky et al., 2012; Socarrás e Izquierdo, 2014).

Algunos metales (tabla 3.2) que, dada su característica, procedencia, emanación (fábricas adyacentes a terrenos de cultivo), abundancia y disponibilidad en el suelo, se pueden considerar como pesados son: zinc (Zn), plomo (Pb), cromo (Cr), cadmio (Cd) y manganeso (Mn). Suelos con altas trazas de metales pesados fueron identificados y correlacionados con el fin de establecer la dinámica de población de mesofauna presente en ellos en relación con las fuentes contaminantes, evidenciando que las poblaciones de ácaros y colémbolos sufrieron efectos adversos según el grado de contaminantes presentes en el suelo; los ácaros muestran una mayor sensibilidad a altas concentraciones de metales pesados presentando cambios en la composición de la abundancia de la población, así como la diversidad de especies dentro de los diferentes sitios muestreados, decreciendo en función del aumento de la concentración de metales pesados, llegando a presentarse especies específicas en áreas con bajos ni-

veles de contaminación, al igual que especies determinadas en áreas más contaminadas. En el caso de los colémbolos, el comportamiento es similar con la leve diferencia de que al ser organismos con mayor grado de movilidad y menor contacto con el suelo en relación con los ácaros, los resultados de sensibilidad a metales pesados fue ligeramente inferior al de los obtenidos por el grupo taxonómico de los ácaros (Fountain y Hopkin, 2004; Santamaría et al., 2012).

TABLA 3.2 Metales pesados en el suelo

Elemento	Símbolo químico
Cromo	Cr
Manganeso	Mn
Zinc	Zn
Cadmio	Cd
Plomo	Pb
Níquel	Ni
Cobalto	Co

Fuente: Fountain, y Hopkin (2004); Santamaria et al., (2012); Mahecha et al. (2017) y Martínez et al., (2017)

La acumulación de metales pesados se puede asociar estrechamente al hábito alimenticio y comportamiento de los meso organismos; la acumulación de metales pesados en los organismos puede exceder la concentración del elemento en el suelo; la precipitación se correlaciona con la acumulación de metales en las mesofauna; áreas con mayores precipitaciones evidencian mayor acumulación de metales por los meso organismos. De este modo, áreas específicas con niveles considerables de cadmio, níquel, cobre y zinc pueden acumularse en los organismos en mayor cantidad, en zonas húmedas; en el caso de la acumulación de plomo, no presenta diferencias asociadas a la humedad de la zona de estudio; es decir, es independiente de la humedad disponible; la acumulación de metales se hace más evidente en el caso de los meso organismos depredadores ya que estos muestran niveles de acumulación superiores de cadmio, níquel, cobre, plomo y zinc, en relación con los que se puedan presentar organismos saprófagos (Rozen et al., 2004; Hedde et al., 2012; Chrzan, 2017).

La aplicación de productos de síntesis química para el control de plagas en los cultivos agrícolas es una práctica frecuente en la agricultura; la mesofauna, al ser un componente del suelo, se encuentra expuesta a la interacción con dichos productos químicos;

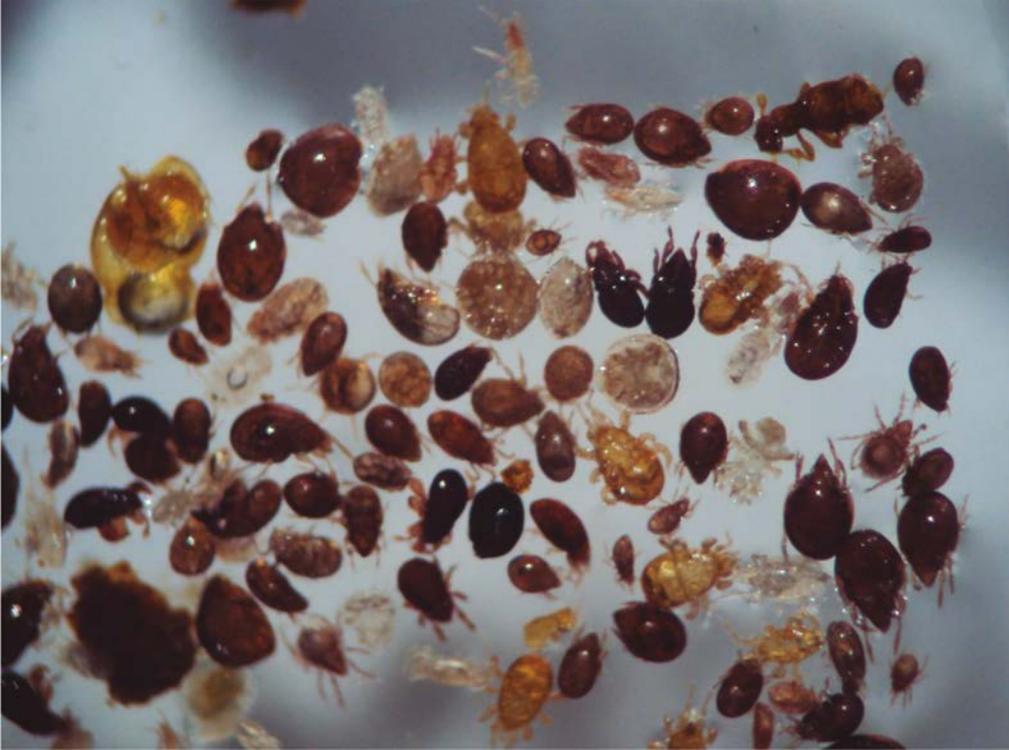
por esto, meso invertebrados como colémbolos y ácaros, de los últimos, los oribatidos, presentan mayor sensibilidad y evidencian acumulación de insecticidas como los plaguicidas organoclorados, que pueden ascender a organismos superiores por orden en la cadena trófica (Lupi et al., 2019). La contaminación del suelo por derrames de petróleo se presenta como una limitante de importancia para el suelo; dependiendo el grado de contaminación se pueden encontrar organismos que indiquen el grado de contaminación, como lo es el caso de los colémbolos de la familia Hypogastruridae, la cual se puede encontrar presente en suelos contaminados con petróleo (García et al., 2018).

La susceptibilidad asociada a los diferentes cambios en el entorno adyacente al nicho biológico donde se encuentra la población de meso invertebrados es evidente y se reportó para niveles de alta exposición a radioactividad, donde los individuos expuestos a la radiación presentaron patrones marcados relacionados con su abundancia y diversidad, en comparación con individuos testigo ubicados en áreas diferenciales; la composición de los meso invertebrados se ve afectada en la estructura de su población y en la viabilidad de la misma; grupos específicos son ausentes en áreas específicas expuestas a la radiación alrededor de 50 % menos que las áreas diferenciales; los hábitos alimenticios son una relación clave debido a que los saprófagos evidenciaron mayor acumulación de radiactividad dado su comportamiento alimenticio; las células defensivas evidencian cambios significativos en la producción de las mismas ya que el aumento fue significativo en los individuos expuestos a la radiación (Maksimova, 2002). Los resultados evidencian que los meso invertebrados experimentan el efecto de la radiación, específicamente los grupos que se encuentran confinados y son poco móviles, debido a que su capacidad de desplazamiento es limitada; en el caso de meso invertebrados depredadores, su comportamiento difiere ya que estos debido a su hábito alimenticio poseen la capacidad de exploración, asociada a la consecución de su presa, la cual pueden buscar en áreas más extensas y complejas, lo que conlleva a que los resultados en su abundancia y diversidad, en relación con individuos saprófagos, difiera significativamente (Krivolutskii, 1994; Kolesnikova et al., 2005).

Los ácaros y los colémbolos representan más del 80 % de la mesofauna del suelo y de estos los ácaros conforman alrededor del 82 %, lo que los convierte en un componente clave y abundante dentro de la mesofauna. Los ácaros se presentan como un componente bioindicador, el cual relaciona los cambios climáticos, antropogénicos y el estado de los diferentes agroecosistemas. La acarofauna presente en el suelo posee una diversidad abundante al igual que sus hábitos alimenticios, pudiendo consumir tejidos de plantas, materia en descomposición, microorganismos o siendo depredadores, etc. De igual forma, pueden aportar nutrientes de manera indirecta al realizar su proceso de alimentación, así como depredar y alimentarse de organismos que pueden afectar

el desarrollo adecuado fisiológico de las plantas (figura 3.2) (Seastedt y Crossley, 1980; Walter y Proctor, 1999; Cassagne et al., 2006; Álvarez y Mesa, 2017).

FIGURA 3.2 *Ácaros del suelo*



Fuente: Leonardo Álvarez Ríos (2020)

En área de reserva natural se desarrolló la comparación dentro del mismo entorno pero con diferenciación de estratos, de los ácaros Prostigmata asociados a especies vegetales, presentes en las dos áreas diferenciales de la reserva natural de Yotoco en Colombia, encontrando que existen diferencias significativas entre áreas de la misma reserva; esto debido a que los valores de abundancia y riqueza de especies dieron como resultado valores diferenciales para los estratos evaluados, lo que permite correlacionar los factores bióticos y abióticos que impactan la dinámica y presencia de meso organismos (Álvarez y Mesa, 2017).

La relación en función de la densidad de individuos se puede utilizar como un elemento indicador asociado a la calidad biológica del suelo como consecuencia de diferentes prácticas agropecuarias implementadas; así, la relación de ciertos grupos taxonómicos, como lo es el caso de los ácaros, y relaciones específicas como oribatidos y

astigmata, presentan una estrecha relación debido a que la mayor abundancia de oribatidos se entiende como indicador de fertilidad y estabilidad del suelo por su naturaleza de alimentación y habilitación de materia orgánica; en cambio, los astigmata se interpretan como la ocurrencia de perturbaciones en el medio edáfico; por lo tanto, obtener una relación de oribatidos y astigmata cercana o igual a uno es un indicador de perturbaciones existentes en el suelo. De igual manera, la relación de ácaros astigmata y mesostigmata evidencian comportamientos similares ya que el aumento de ácaros astigmata se convierte en indicador de perturbaciones; se debe esperar entonces que el resultado de la reacción astigmata y mesostigmata sea menor que uno (Flores et al., 2008; Socarrás, 2013; Socarrás e Izquierdo, 2014).

3.3 CONCLUSIONES

El suelo se presenta como componente fundamental y estructural para el establecimiento de diferentes especies vegetales en campo; dichas especies se relacionan estrechamente con condiciones agroclimáticas específicas, lo que permite un establecimiento y asociación con diferentes organismos, de los cuales la mesofauna del suelo se convierte en un elemento clave e indicador del suelo, en relación con su dinámica y calidad.

Los cambios que impactan directamente el suelo, tales como factores climáticos o antrópicos, son determinantes en la dinámica de la mesofauna del suelo; por ello el comportamiento de las poblaciones de los meso invertebrados se correlaciona directamente con los cambios presentes en el suelo.

Grupos taxonómicos específicos como los colémbolos y los ácaros son mayormente sensibles a cambios o perturbaciones en su medio edáfico; de allí el comportamiento de su población. También la presencia o ausencia de especies de dichos grupos taxonómicos indican alteraciones presentes en su área de acción circundante.

Dado el nivel de susceptibilidad presente en los organismos que conforman la mesofauna del suelo, estos se convierten en una herramienta útil al momento de evaluar y correlacionar los diferentes cambios que pueda presentar el suelo, asociados con el acondicionamiento del suelo, la aplicación de enmiendas, las condiciones climáticas, los asentamientos antrópicos, la cría de especies pecuarias, la industria aledaña, la aplicación de productos de síntesis química, la contaminación por derrames, la acumulación de productos tóxicos, etc.

3.4 REFERENCIAS

Álvarez, L. y Mesa, N. (2017). Mite diversity suborder Prostigmata associated with the plant rhizosphere soil of the Yotoco Nature Reserve, Valle del Cauca-Colombia. *Acta Agronómica*, 66(2), 193-199.

Andren, O. y Lagerlöf, J. (1983). Soil fauna (microarthropods, enchytraeids, nematods) in Swedish agricultural cropping systems. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33(1), 33-52.

Arbea, J. y Blasco, J. (2001). Ecología de los Colémbolos (Hexapoda, Collembola) en los Monegros (Zaragoza, España). *Aracnet*, 7(28), 35-48.

Bardgett, R. (2005). *The Biology of Soil. A community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press.

Cassagne, N., Gauquelin, T., Bal, M. y Gers, C. (2006). Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management. *Pedobiologia*, 50(2), 127-134.

Cassani, M., Sabatté, M., Arzac, A. y Massobrio, M. (2020). Mesofauna as an indicator of agroecosystem stability: degree of artificialization effect on land uses in Azul district, Argentina. *SN Applied Sciences*, 2(3).

Chrzan, A. (2017). The impact of heavy metals on the soil fauna of selected habitats in Niepołomice forest. *Polish Journal of Soil Science*, 50(2), 291-300.

Flores, L., Escoto, J., Flores, F. y Hernández, A. (2008). Estudio de la biodiversidad de artrópodos en suelos de alfalfa y maíz con aplicación de biosólidos. *Investigación y Ciencia*, 16(40), 11-18.

Fountain, M. y Hopkin, S. (2004). A Comparative Study of the Effects of Metal Contamination on Collembola in the Field and in the Laboratory. *Ecotoxicology*, 13(6), 573-587.

García, D., Castillo, I., Martínez, F., Gómez, A., Rodríguez, J., Hernández, B., Contreras, S. y Barois, I. (2018). Macrofauna and mesofauna from soil contaminated by oil extraction. *Geoderma*, 332, 180-189.

George, P., Keith, A., Creer, S., Barrett, G., Lebron, I., Emmett, B. y Jones, D. (2017). Evaluation of mesofauna communities as soil quality indicators in a national-level monitoring programme. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 537-546.

Gruss, I., Pastuszko, K., Twardowski, J., y Hurej, M. (2018). Effects of different management practices of organic uphill grasslands on the abundance and diversity of soil mesofauna. *Journal of Plant Protection Research*, 58(4), 372-380.

Hedde, M., van Oort, F., y Lamy, I., (2012). Functional traits of soil invertebrates as indicators for exposure to soil disturbance. *Environmental Pollution*, 164, 59-65,

Kolesnikova, A., Taskaeva, A., Krivolutskii, D. y Taskaev, A. (2005). Condition of the Soil Fauna near the Epicenter of an Underground Nuclear Explosion in the Northern Urals. *Russian Journal of Ecology*, 36(3), 150-157.

Krivolutskii, D. (1994). *Pochvennaya fauna v ekologicheskom kontrole (Soil Fauna in Ecological Monitoring)*. Nauka.

Lee, K. (1991). The Role of Soil Fauna in Nutrient Cycling. En G. Veeresh, D. Rajagopal y C. Viraktamath (Eds.), *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna* (pp. 465-472). Oxford and IBH Publishing CO.

Lupi, L., Bedmar, F., Wunderlin, D. y Miglioranza, K. (2019). Levels of organochlorine pesticides in soils, mesofauna and streamwater from an agricultural watershed in Argentina. *Environmental Earth Sciences*, 78(18).

Mahecha, J., Trujillo, J. y Torres, M. (2017). Análisis de estudios en metales pesados en zonas agrícolas de Colombia. *Orinoquia*, 21(1), 83-93.

Maksimova, S. (2002). Complex estimation of the effect of long-term radioactive contamination on soil mesofauna after Chernobyl accident. *Radioprotection*, 37(C1), 127-132.

Marín, E., Sánchez, M., Sierra, A. y Peñaranda, M. (2015). Poblaciones de ácaros, co-lémbolos y otra mesofauna en un Inceptisol bajo diferentes manejos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 68(1), 7411-7422.

Martínez, Z., González, M., Paterina, J. y Cantero, M. (2017). Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Temas agrarios*, 22(2), 21-31.

Melo, C., da Silva, J., de Assis, J., Ferreira, J., Ferreira, J. y Porto, E. (2020). Levantamento da mesofauna do solo em área de preservação permanente da Vila Bananeiras, Arapiraca/AL. *Diversitas Journal*, 5(2), 824-832.

Neher, D. y Barbercheck, M. (1999). Diversity and function of soil mesofauna. En W. Collins y C. Qualset (Eds.), *Biodiversity in Agroecosystems* (pp. 27-47). CRC Press LLC..

Nicosia, S., Falco, L., Huerta, R., Sandler, R. y Coviella, C. (2019). Estructura de la comunidad de la mesofauna edáfica en dos suelos con distinta intensidad de uso. *Ciencia del Suelo*, 38(1), 72-80.

Niswati, A., Pangaribuan, Y., Lumbanraja, J. y Arif, M. (2019). Abundance and diversity of soil mesofauna under tillage system in maize plantation at Ultisols soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 393(1), 1-8.

Pereira, R., Albanez, J. y Mamédio, I. (2012). Diversidade da meso e macrofauna edáfica em diferentes sistemas de manejo de uso do solo em Cruz das Almas-BA. *Magistra*, 24, 63-76.

Rožen, A., Sobczyk, Ł., Kapusta, P. y Niklińska, M., (2004). Heavy metal concentrations in Enchytraeidae (Oligochaeta) in the Niepołomice Forest. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 57(1), 81-88.

Salazar, A. y De Luca, L. (2015). Micro y Mesobiota en suelos con manejo agroecológico y convencional. *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología, La Plata, Argentina*.

Santamaría, J., Moraza, M., Elustondo, D., Baquero, E., Jordana, R., Lasheras, E., Bermejo, R. y Ariño, A. (2012). Diversity of Acari and Collembola along a pollution gradient in soils of a pre-Pyrenean forest ecosystem. *Environmental Engineering and Management Journal*, 11(6), 1159-1169.

Seastedt, T. y Crossley, D. (1980). Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forest litter. *Soil Biology and Biochemistry*, 12(4), 337-342.

Siddiky, M., Kohler, J., Cosme, M. y Rillig, M. (2012). Soil biota effects on soil structure: interactions between arbuscular mycorrhizal fungal mycelium and collembola. *Soil Biology and Biochemistry*, 50, 33-39.

Socarrás, A. (2013). Soil mesofauna: biological indicator of soil quality. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 14-21.

Socarrás, A. (2018). Diversidad de la mesofauna edáfica en tres usos del suelo en la provincia Mayabeque, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 41(2), 123-130.

Socarrás, A. e Izquierdo, I. (2014). Evaluación de sistemas agroecológicos mediante indicadores biológicos de la calidad del suelo: mesofauna edáfica. *Pastos y Forrajes*, 37(1), 47-54.

Socarrás, A. e Izquierdo, I. (2016). Variación de los componentes de la mesofauna edáfica en una finca con manejo agroecológico. *Pastos y Forrajes*, 39(1), 41-48.

Walter, D. y Proctor, H. (1999). *Mites: Ecology, Evolution & Behaviour: Life at a Mixroscale*. University of NSW Press & CABI Publishing.

Wu, P. y Wang, C. (2019). Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: The significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*, 337, 266-272.

