

## COMISIÓN IV - BIOLOGÍA

## CUANTIFICACIÓN DE LA MACROFAUNA EN UN VERTISOL BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO EN EL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA

## Quantification of the macrofauna in a vertisol under different systems from handling in the Cauca Valley, Colombia

Elida P. Martín<sup>1</sup>, A. Feijoo<sup>1,2</sup>, J. de J. Peña<sup>3</sup>

Martín

## RESUMEN

Se cuantificó la biodiversidad, abundancia y biomasa de la macrofauna en diferentes usos del suelo utilizando la metodología propuesta por el programa Tropical Soil Biology and Fertility (T.S.B.F.).

La mayor biodiversidad la presentó el cacaotal (47 u.t.), mientras que el tratamiento con mulch tiller tuvo la mayor abundancia (122 ind./0.062 m<sup>2</sup>) y el sistema de siembra directa la mayor biomasa (5.44 g/0.062 m<sup>2</sup>).

Se recolectaron 80 unidades taxonómicas situadas en 18 órdenes, las hormigas, miriápodos y lombrices fueron los grupos que presentaron mayor densidad de población promedio (41 ± 28, 15 ± 8 y 8 ± 5 ind./0.062 m<sup>2</sup> respectivamente), mientras que a nivel de la biomasa los mayores aportes lo hicieron las comunidades de lombrices y coleópteros con 2.3 ± 1.7 y 0.27 ± 0.32 g/0.062 m<sup>2</sup>.

El cacaotal y el tratamiento con siembra directa presentaron la mayor proporción de la macrofauna entre 0-5 cm (56.2 y 51.1 % respectivamente), mientras que en los tratamientos donde se labró el suelo (con labranza convencional, cincel vibratorio y mulch tiller) se observó que su distribución estuvo entre 5-20 cm (55.8, 53.7, 46.2 % respectivamente).

Este estudio permitió reconocer el papel de la macrofauna del suelo como un grupo sensible al impacto de diferentes tipos de labranza; además se proyecta como una herramienta útil para evaluar usos del suelo con diferentes tratamientos.

*Palabras claves:* macrofauna del suelo, biodiversidad, Vertisoles, Usos del suelo, calidad del suelo.

## SUMMARY

Using the Tropical Soil Biology and Fertility (T. S. B. F.) methodology the biodiversity, the density and biomass of macrofauna was evaluated in a vertisol soil under four tillage systems and in a cocoa plantation with an undisturbed for more than 20 years.

Soil under cocoa showed the highest values of biodiversity (47 u.t.), while mulch tiller treatment showed the highest density (122 ind. 0.062 m<sup>2</sup>) and direct seeding the highest value of biomass (5.44 g. 0.062 m<sup>2</sup>).

Ants, Myriapoda and earthworms exhibited greater level of population density (41 ± 28; 15 ± 8 and 8 ± 5 ind. 0.062 m<sup>2</sup>, respectively) while the greatest contribution to biomass was made by earthworms and Coleoptera population with 2.3 ± 1.7 and 0.27 ± 0.32 g. 0.062 m<sup>2</sup>.

Soil under cocoa plantation and direct seeding presented the highest proportion of macrofauna at the top 5 cm (58.2 and 51.1 % respectively) while treatments with soil disturbance as mulch tiller, disk plowing and chisel plow the distribution of macrofauna was between 5 to 20 cm depth (55.8, 53.7 and 46.2 %).

This study evidenced the sensibility of the soil's macrofauna to different tillage systems. Macrofauna quantifying could be used to evaluate soil conditions under different management methods.

*Key words:* Soil macrofauna, Biodiversity, Vertisol, Land use, Quality of soil.

1. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. A.A. 237
2. Profesor Universidad Tecnológica de Pereira. A.A. 97. E-mail: afeijoo@ambiental.utp.edu.co; Investigador Visitante

desde 1994-2000 en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali. A.A. 6713.

3. Corp. Col. de Invest. Agropecuaria, Corpoica, Palmira.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas tropicales en particular está demostrado que los macroinvertebrados desempeñan un papel clave en los procesos que determinan la conservación y fertilidad del suelo, al regular la disponibilidad de nutrimentos asimilables para las plantas y estructura del suelo, influir en las condiciones de vida y determinar la abundancia y estructura de otras comunidades del suelo.

Aún así, la macrofauna del suelo no es considerada en el momento de establecer las diferentes prácticas agrícolas, siendo afectada por el impacto que ocasiona la labranza y el uso de insumos de origen químico sobre las propiedades físicas y químicas.

Estas prácticas de manejo causan alteraciones en la estructura de la macrofauna, eliminación o reducción de especies, disminución de la abundancia y biomasa de las poblaciones; por tales razones se ha considerado como indicador de cambios en la calidad de los suelos por su susceptibilidad a la transformación del paisaje (House y Parmelee, 1985; Paoletti et al., 1991; Stork & Eggleton, 1992; Larson y Pierce, 1994; Doran y Parkin, 1994; Pankurst, 1994; Linden et al., 1994; Wardle et al., 1995; Filser et al., 1995; Lavelle et al., 1994; Benkiser, 1997; Decaens et al., 1998; Paoletti et al., 1998; Paoletti, 1999; Lobry de Bruyn, 1999; Feijoo et al., 1998; Feijoo y Knapp, 1999).

Este estudio se propuso como parte del trabajo de investigación «Labranza de conservación para un sistema de rotación algodón-soya en el Valle del Cauca», de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria «Corpoica», para lo cual se cuantificó la macrofauna y comparó la diversidad, abundancia y biomasa en diferentes manejos del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### \*Área de estudio

El trabajo se realizó en el Centro de Investigaciones de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria «Corpoica», municipio de Palmira, ubicado al sur del departamento del Valle del Cauca a 73° 19' de longitud Oeste y 3° 31' Latitud Norte, 1008 m.s.n.m., con una precipitación anual de 1014 mm, temperatura promedio 24° C, humedad relativa 75%, brillo solar 5.8 horas/día.

Se seleccionaron cinco tipos de uso del suelo de una hectárea con diferentes usos del suelo:

1. Labranza convencional;
2. Labranza con mulch tiller;
3. Siembra directa;
4. Labranza con cincel vibratorio;
5. Agrosistema cacaotal.

Los cuatro primeros sitios se sembraron con algodón y soya bajo rotación por más de cuatro años, y han recibido igual número de aplicaciones y dosis de insumos químicos.

El sitio cinco no ha sido intervenido por más de 30 años y se caracteriza por poseer una vegetación estratificada y abundante hojarasca. Los suelos se clasificaron como vertisoles, Serie Ceiba (Entic Udic Haplusterts) y Serie Galpón (Epiaquert Típico), de textura arcillo-limosa en los cuatro primeros sitios y franco, franco-arcillosa en el Cacaotal.

### \*Método de muestreo de la macrofauna del suelo

El método de muestreo que se empleó fue el propuesto por el programa T.S.B.F. (Anderson e Ingram, 1993). Se muestrearon 60 monolitos a cinco profundidades de muestreo (mantillo, 0-5, 5-10, 10-20 y 20-30 cm). La recolección de muestras se realizó durante seis semanas y se hizo en forma de M invertida tomando 12 puntos de muestreo por tratamiento. Las muestras se tomaron en dos épocas: antes y después de la labranza del suelo; para lo cual se diseñó un ensayo de Parcelas divididas.

Los macroinvertebrados se agruparon en hormigas, miriápodos, coleópteros, lombrices y otros; también se estimó la riqueza específica por el número de unidades taxonómicas (u. t., orden, familia, género y especie) y midió la abundancia y biomasa de los macroinvertebrados. Las lombrices se conservaron en formaldehído al 5% y los demás macroinvertebrados en alcohol al 70%.

Se realizó Análisis de Componentes Principales (ACP) para los 15 grupos de macroinvertebrados, y análisis de agrupamiento para la macrofauna y análisis de suelo de los cinco usos del suelo.

## Cuantificación de la macrofauna en un vertisol bajo diferentes sistemas de manejo...

Tabla 1. Análisis de agrupamiento para la abundancia y biomasa promedio de la macrofauna y el promedio de algunas características del suelo con diferentes usos.

No. Cluster	Uso de la tierra	Abundancia (ind/0.062 m <sup>2</sup> )	Biomasa (g.p.f./0.062 m <sup>2</sup> )	D.ap. (g/cm <sup>3</sup> )	H (%)	M.O. (%)	N (%)	C (%)	Ca (meq/100g)
1	Labranza convencional y cincel vibratorio	45	1.27	1.52	17.3	3.85	0.11	2.2	12.4
2	Siembra directa y mulch tiller	90	4.1	1.52	17.9	4.15	0.11	2.4	12.9
3	Cacaotal	92	3.4	1.43	23.2	5.27	0.18	2.4	15.2

D. ap. = Densidad aparente.

### RESULTADOS

Tres factores explicaron el 90% de la varianza total de la abundancia de la macrofauna (Tabla 1). El primer factor (44%) describió los suelos no perturbados por la labranza y que presentaron cobertura con residuos vegetales sobre la superficie, característico del agrosistema cacaotal y el tratamiento con siembra directa. Este factor distingue las poblaciones con alta densidad de arácnidos, coleópteros, Lepidópteros y lombrices pero pobres en miriápodos, dermápteros y blattidos.

El segundo factor (26%), relacionó los sistemas de labranza que causaron mayor alteración al suelo (labranza convencional y cincel vibratorio), los cuales se caracterizaron por tener menor diversidad, abundancia y biomasa de la macrofauna, presentando alta densidad de moluscos, orthópteros, dípteros, miriápodos y bajas densidades de población de lombrices, hormigas e himenópteros.

El factor tres (20.9 %), interpretado como la menor perturbación del suelo causada por los sistemas de labranza reducida como el mulch tiller que presentó menor diversidad pero mayores valores de abundancia de macrofauna destacándose grupos como blattidos, isopodos, hemípteros, hormigas y dermápteros, mientras que grupos como lepidopteros tuvieron baja ocurrencia.

En el análisis de conglomerados se agrupan tres usos de acuerdo con la macrofauna y algunas propiedades físicas y químicas de los suelos. El primer grupo incluye los tratamientos con labranza convencional y cincel vibratorio que presentan una densidad aparente

de 1.52 g/cm<sup>3</sup>, humedad de 17.33 %, niveles de medio a alto de materia orgánica (3.8 %), y niveles normales de nitrógeno (0.11 %), carbono (2.2 %) y calcio (12.4 meq/100g). Este grupo presentó menor población de macrofauna (45 ind/0.062 m<sup>2</sup>), con predominio de miriápodos y hormigas y biomasa promedio (1.27 g/0.062 m<sup>2</sup>) comparado con los otros grupos. En el tratamiento con cincel vibratorio, la biomasa fue aportada por la comunidad de las lombrices mientras que en labranza convencional fue aportada por lombrices y coleópteros.

El segundo agrupa los tratamientos bajo siembra directa y labranza con mulch tiller. Los suelos de estos sitios presentaron valores de humedad (17.7%), carbono (2.41%), calcio (12.9 meq/100g), nitrógeno (0.11%) y densidad aparente (1.52 g/cm<sup>3</sup>) similares al primer grupo, solo la materia orgánica (4.15%) fue mayor. Se caracterizó por presentar la mayor densidad de población (90 ind/0.062 m<sup>2</sup>) representado principalmente por hormigas, lombrices y miriápodos y biomasa promedio (4.1 g/0.062 m<sup>2</sup>), aportada en su mayor parte por las lombrices. En el tratamiento con siembra directa la macrofauna se concentró en los primeros 10 centímetros, y en el tratamiento con mulch tiller entre 10-20 y 20-30 cm.

El tercero corresponde al cacaotal, presentó densidad de población (92 ind/0.062 m<sup>2</sup>) similar al segundo grupo, representada por hormigas, lombrices y coleópteros, su biomasa (3.4 g/0.06 m<sup>2</sup>) fue mayor que el primer grupo pero inferior al segundo, esta fue aportada en su mayoría por lombrices. Este sistema presenta los menores valores de densidad aparente (1.43 g/cm<sup>3</sup>) y los mayores valores de humedad (23.7 %),

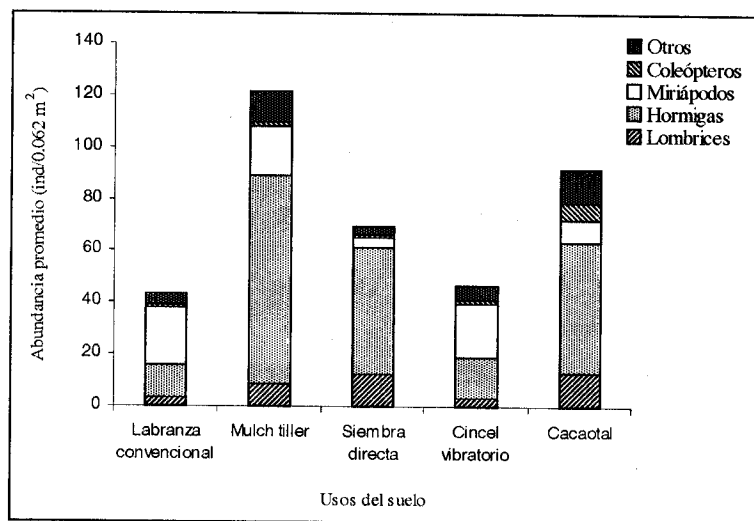


Figura 1. Abundancia promedio de la macrofauna en diferentes usos del suelo.

materia orgánica (5.3 %), nitrógeno (0.19%), carbono (3.0%) y calcio (15.2 meq/100g).

El cacaotal presentó una alta riqueza taxonómica (54 u.t.), albergando el mayor número de especies de las lombrices (*Pontoscolex corethrurus*, *Amyntas gracilis* y *Polypheretima elongata*), géneros de hormigas (*Atta cephalotes*, *Solenopsis* sp., *Pheidole* sp., *Cyphomyrmex* sp., *Acanthognathus* sp., *Wasmania* sp., *Hypoponera* sp., *Pachycondyla* sp., *Linepithema* sp. y *Paratrechina* sp.) y familias de coleópteros (*Elate-*

*baeidae*, *Ptilodactylidae*, *Tenebrionidae*, *Carabidae*, *Melolonthidae* y *Cerambycidae*), tuvo una densidad de población de 92 ind/0.062m<sup>2</sup> (figura 1), siendo las hormigas el grupo más dominante al representar el 54.6% de la población seguido de las lombrices (14.4 %), y una biomasa de 3.4 g/0.0062 m<sup>2</sup> (figura 2), aportada en un 83.4% por las lombrices. Su mayor población se concentró entre 0-5 cm (56.2%) con una pequeña proporción en el mantillo (13.6%).

Siembra directa tuvo baja diversidad (29 u.t.) y densidad de población (69 ind/0.062 m<sup>2</sup>) pero los más

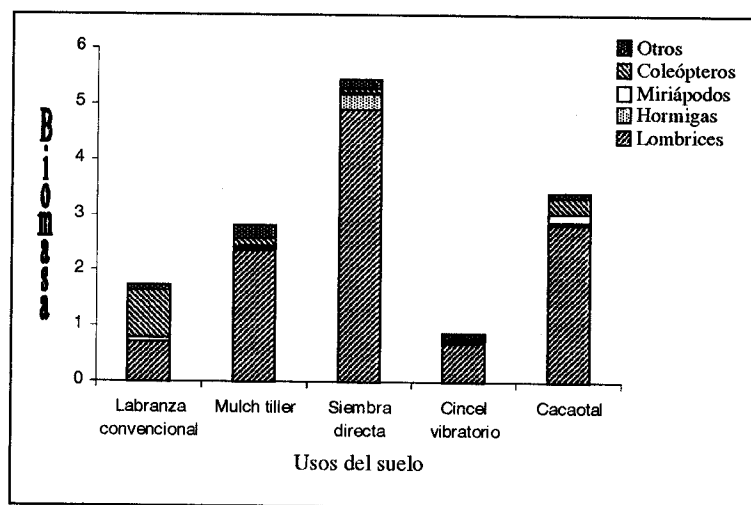


Figura 2. Biomasa promedio de la macrofauna en diferentes usos del suelo.

- FEIJOO, A. Algunos invertebrados y su ambiente suelo. (1994: Palmira). Memorias Curso teórico-práctico biología del suelo. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 8 p.
- FEIJOO, A. and KNAPP, P. El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de laderas. En: Revista Suelos Ecuatoriales. Vol. 28, 1998. p. 254 – 259.
- FEIJOO, A.; KNAPP, P.; LAVELLE, P. and MORENO A. Quantifying Soil Macrofauna in a Colombian Watershed. In: Pedobiología. 43, 1999. p. 513-517.
- FILSER, J.; FROMM, H.; NAGEL, R. and WINTER, K. Effects of previous intensive agriculture management of microorganism and biodiversity of soil fauna. In: Plant and soil: 170. 1995. p 123-129.
- FLOREZ, E. Arácnidos y miriápodos. En: Curso teórico práctico de biología de suelo. Vol 2, 1993. 9 p.
- HOUSE, G. and PARMELEE, J. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no tillage agroecosystems. In: Soil and Tillage Research. 5: 1985. p. 351-360.
- LARSON, W. and PIERCE, F. The Dinamic of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management. Edited by J. Doran; D. Coleman; D. Bezdicek y B. Stewart. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. No 35. Wisconsin, USA. 1994. p. 37-51.
- LAVELLE, P. and PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). In: Pedobiología. 33. 1989. p. 283-291.
- LINDEN, D.; HENDRIX, F.; COLEMAN, D. and VAN VLIET, P. Fauna Indicator of Soil Quality. Edited by J. Doran; D. Coleman; D. Bezdicek y B. Stewart. Soil Science Society of America – American Society of Agronomy. No 35. Wisconsin, USA. 1994. p. 91-106.
- LOBRY DE BRUYN, L. Ants as bioindicator of soil function in rural environments. In: Agricultural, Ecosystems y Environment. 74, 1999. p. 425-441.
- PANKHURST, C. Biological Indicator of Soil Health and Sustainable Productivity. Soil Resilience and Sustainable Land Use. Edited by D. Greenland and I. Szabolcs. CLB International.. Greta Britain. 1994. p. 331-351.
- PAOLETTI, M.; FAVRETTO, M.; STINNER, B.; PURRINGTON, F. and BATER, J. Invertebrates as bioindicator of soil use. In: Agriculture Ecosystems and Environment. No. 34, 1991. p. 341-362.
- PAOLETTI, M.; SOMMAGGIO, D.; FAVRETTO, M.; PETRUZZELLI, G.; PEZZAROSSA, B. and BARBAFIERI, M. Earthworms as useful bioindicator of agroecosystem sustainability in orchard and vineyards with different inputs. In: Applied Soil Ecology. No. 10, 1998. p. 137-150.
- STINER, B. and HOUSE, G. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage Agriculture. In: Ann. Rev. Entomol. No. 35. 1990. p. 299-318.
- STORK, N. and EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. In: American Journal of Alternative Agriculture. Vol. 7. Nos. 1-2. 1992. p. 38 – 47.
- WARDLE, D.; YEATES, G.; WATSON, R. and NICHOLSON, K. The detritus food – web and the diversity of soil fauna as indicator of disturbance regimens in agro-ecosystems. In: Plant and Soil. Vol. 170. 1995. p. 35 - 43. materia orgánica (5.3 %), nitrógeno (0.19%), carbono (3.0%) y calcio (15.2 meq/100g).
- El cacaotal presentó una alta riqueza taxonómica (54 u.t.), albergando el mayor número de especies de las lombrices (*Pontoscolex corethrurus*, *Amyntas gracilis* y *Polypheretima elongata*), géneros de hormigas (*Atta cephalotes*, *Solenopsis* sp., *Pheidole* sp., *Cyphomyrmex* sp., *Acanthognathus* sp., *Wasmania* sp., *Hypoconera* sp., *Pachycondyla* sp., *Linepithema* sp. y *Paratrechina* sp.) y familias de coleópteros (*Elate-ridae*, *Cicindelidae*, *Ostomidae*, *curculionidae*, *Scarabaeidae*, *Ptilodactylidae*, *Tenebrionidae*, *Carabidae*, *Melolonthidae* y *Cerambycidae*), tuvo una densidad de población de 92 ind/0.062m<sup>2</sup> (figura 1), siendo las hormigas el grupo más dominante al representar el 54.6% de la población seguido de las lombrices (14.4 %), y una biomasa de 3.4 g/0.0062 m<sup>2</sup> (figura 2), aportada en un 83.4% por las lombrices. Su mayor población se concentró entre 0-5 cm (56.2%) con una pequeña proporción en el mantillo (13.6%).
- Siembra directa tuvo baja diversidad (29 u.t.) y densidad de población (69 ind/0.062 m<sup>2</sup>) pero los más altos valores de biomasa (5.4 g/0.062 m<sup>2</sup>) donde las lombrices contribuyeron con 89.9%. La macrofauna se encontró en mayor proporción entre 0-5 cm (51%) seguido de 5-10 cm (27%).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, J. and INGRAM, J. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. TSBF. 1993. P. 44-46.
- DECAENS, T.; LAVELLE, P.; JIMENEZ, J.; ESCOBAR, G. and RIPPSTEIN, G. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos, Colombia. In: Eur. J. Soil. 30, (4); 1994. P. 157-168.
- DECAENS, T.; JIMENEZ, J.; SCHNEIDMADL, J. y LAVELLE, P. La macrofauna del suelo en sistemas de Producción Agrícola: Respuestas a las Perturbaciones y Perspectivas de manejo. Un caso de estudio en los Llanos orientales. En: Revista Suelos Ecuatoriales. Vol. 28. 1998. p. 260 – 268.
- DINDAL, D. Soil Biology Guide. John Wiley & Sons. United States of America. 1990. 1349 p.
- DORAN, J. and PARKIN, J. Defining and Assessing Soil Quality. Edited by J. Doran; D. Coleman; D. Bezdicsek y B. Stewart. Soil Science Society of America – American Society of Agronomy. No 35. Wisconsin, USA. 1994. p. 3-21.
- FEIJOO, A. Algunos invertebrados y su ambiente suelo. (1994: Palmira). Memorias Curso teórico-práctico biología del suelo. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. 8 p.
- FEIJOO, A. and KNAPP, P. El papel de los macroinvertebrados como indicadores de fertilidad y perturbación de suelos de laderas. En: Revista Suelos Ecuatoriales. Vol. 28, 1998. p. 254 – 259.
- FEIJOO, A.; KNAPP, P.; LAVELLE, P. and MORENO A. Quantifying Soil Macrofauna in a Colombian Watershed. In: Pedobiología. 43, 1999. p. 513-517.
- FILSER, J.; FROMM, H.; NAGEL, R. and WINTER, K. Effects of previous intensive agriculture management of microorganism and biodiversity of soil fauna. In: Plant and soil: 170. 1995. p 123-129.
- FLOREZ, E. Arácnidos y miriápodos. En: Curso teórico práctico de biología de suelo. Vol 2, 1993. 9 p.
- HOUSE, G. and PARMELEE, J. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no tillage agroecosystems. In: Soil and Tillage Research. 5: 1985. p. 351-360.
- LARSON, W. and PIERCE, F. The Dinamic of Soil Quality as a Measure of Sustainable Management. Edited by J. Doran; D. Coleman; D. Bezdicsek y B. Stewart. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy. No 35. Wisconsin, USA. 1994. p. 37-51.
- LAVELLE, P. and PASHANASI, B. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). In: Pedobiologia. 33. 1989. p. 283-291.
- LINDEN, D.; HENDRIX, F.; COLEMAN, D. and VAN VLIET, P. Fauna Indicator of Soil Quality. Edited by J. Doran; D. Coleman; D. Bezdicsek y B. Stewart. Soil Science Society of America – American Society of Agronomy. No 35. Wisconsin, USA. 1994. p. 91-106.
- LOBRY DE BRUYN, L. Ants as bioindicator of soil function in rural environments. In: Agricultural, Ecosystems y Environment. 74, 1999. p. 425-441.
- PANKHURST, C. Biological Indicator of Soil Health and Sustainable Productivity. Soil Resilience and Sustainable Land Use. Edited by D. Greenland and I. Szabolcs. CLB International. Greta Britain. 1994. p. 331-351.
- PAOLETTI, M.; FAVRETTO, M.; STINNER, B.; PURRINGTON, F. and BATER, J. Invertebrates as bioindicator of soil use. In: Agriculture Ecosystems and Environment. No. 34, 1991. p. 341-362.
- PAOLETTI, M.; SOMMAGGIO, D.; FAVRETTO, M.; PETRUZZELLI, G.; PEZZAROSSA, B. and BARBAFIERI, M. Earthworms as useful bioindicator of agroecosystem sustainability in orchard and vineyards with different inputs. In: Applied Soil Ecology. No. 10, 1998. p. 137-150.
- STINER, B. and HOUSE, G. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage Agriculture. In: Ann. Rev. Entomol. No. 35. 1990. p. 299-318.
- STORK, N. and EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. In: American Journal of Alternative Agriculture. Vol. 7. Nos. 1-2. 1992. p. 38 – 47.
- WARDLE, D.; YEATES, G.; WATSON, R. and NICHOLSON, K. The detritus food – web and the diversity of soil fauna as indicator of disturbance regimens in agro-ecosystems. In: Plant and Soil. Vol. 170. 1995. p. 35 - 43.