

# **EVALUACIÓN DE INDICADORES BIOLÓGICOS DEL SUELO EN UN SISTEMA AGRÍCOLA PERTENECIENTE A LA FINCA PRIMAVERA DE LA PROVINCIA DE MATANZAS.**

**MS c. Marisol Fragela Hernández, MS c. Caridad Díaz Bofil , MS c. Jorge Luis Álvarez Marqués**

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca  
Km.3, Matanzas, Cuba.*

## **Resumen**

Con el objetivo de evaluar el nivel de impacto que realiza sobre el suelo el manejo de un sistema agrícola y por el desconocimiento de la magnitud cuantitativa y cualitativa de los disturbios que pueden ocasionar este manejo, se realizó un estudio que conllevó a la determinación de un conjunto de descriptores biológicos específicos para el medio edáfico. La investigación se realizó en la finca Agroecológica del productor Hernán González “Primavera”, ubicada en Carretera de Jovellanos, San Miguel de los Baños, provincia de Matanzas. Se tomaron muestras de suelos del sistema estudiado y el testigo que fueron analizadas en tres réplicas en los laboratorios del grupo de investigación del Departamento de Suelos del Instituto de Recursos Naturales- Centro de Ciencias Medioambientales, CSIC, España. Los datos obtenidos se procesaron mediante el software Statgraphic plus versión 5.1 en español.

**Palabras claves:** *Suelo, Impacto, Descriptores biogeoquímicos.*

## **Introducción**

La humanidad se enfrenta a desafíos incrementados por el agotamiento de los recursos naturales. El hombre, por la ambición desmedida, tratando de conseguir cada vez mayores ganancias sin tener en cuenta el deterioro de los recursos naturales, ha provocado alteraciones en los ecosistemas naturales, muchas veces irreversibles (Omary, 2005). La degradación del suelo constituye un problema actual y el estudio para cuantificar su impacto adquiere mayor importancia cada día.

Diferentes indicadores que en él se determinan ayudan a cuantificar su desequilibrio, estos se aminoran por la exportación de los residuos de cosecha, la incorporación de fertilizantes minerales y enmiendas orgánicas para así compensar la pérdida de su fertilidad y destrucción periódica de la estructura a consecuencia de laboreos que aceleran la oxidación de la materia orgánica, este aspecto supone una transformación continua del suelo que precisa de un control constante para prevenir procesos de erosión, desertificación, compactación o formación de costras (MMA, 2006).

Una vez alterada la condición original del suelo tras el laboreo, se requiere de la intervención humana para lograr niveles aceptables de productividad y en este sentido la agricultura convencional ha dado paso a una serie de prácticas para la gestión sostenible de las tierras. A través de la agricultura de conservación es posible reducir los riesgos de degradación física del suelo, relegando la fertilización mineral y el laboreo intensivo a favor del empleo de fuentes alternativas de materia orgánica que aseguren unas propiedades favorables para la conservación de este recurso.

La determinación de indicadores químicos, físicos y biológicos del suelo en un sistema sometido a rotación de cultivos, en una finca agroecológica de la provincia de Matanzas, permite valorar el manejo actual que se realiza y evaluarla con el fin de mejorar el funcionamiento del mismo.

## Revisión bibliográfica

### Funciones del medio edáfico

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento del índice demográfico. El suelo es esencial para la vida, y cuando se utiliza de manera prudente se considera un recurso renovable. Es un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos, se considera un hábitat para el desarrollo de las plantas y constituye el medio fundamental para la explotación agropecuaria y forestal.

Gracias al soporte que constituye es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las características físicas y químicas para propiciar la productividad y el equilibrio ambiental (sustentabilidad). Los suelos son clasificados de acuerdo con su estructura y composición en órdenes, subórdenes, grandes grupos, subgrupos, familias y series (Cabrera, 2000).

### Degradación de los suelos

El manejo inadecuado de los suelos ha conducido a la fuerte degradación actual del sistema suelo y de los agroecosistemas en general. Por esta situación se hace imprescindible, que siempre que inicie cualquier actividad productiva en los suelos, se conozca cuales son las condiciones reales existentes, lo que se puede lograr empleando los datos o estudios científicos realizados, unidos a un buen diagnóstico que complemente la información y que permita la toma de decisiones en cada caso (Austin *et al.*, 2006).

Esta toma de decisión permite conocer en el sistema objeto de estudio, las fortalezas, oportunidades, deficiencias y amenazas y así como plantea Durán (2007), aplicar una vía metodológica de estudio de las diferentes causas, factores, procesos, tipos y formas de los procesos degradantes o de sus potencialidades, para poder aplicar las medidas y técnicas que correspondan.

### Agricultura Orgánica

La Agricultura Orgánica es una de las alternativas que surge como contraposición a la agricultura intensiva, aunque la ciencia y la tecnología que se proponen como prácticas en ella son tan antiguas como los orígenes mismos de esta actividad humana.

Freyre (1997) se refiere a esta tecnología como al conjunto de movimientos y corrientes que comenzaron, a inicios del siglo actual a proponer un nuevo paradigma de las ciencias agrícolas, que partiendo de una base ecológica común promueven modelos ajustados a cada condición ambiental, socioeconómicas y productiva, capaces de mantener la producción de alimentos sanos a la población a un costo socioeconómico razonable.

La agricultura orgánica se define por tanto como un sistema de producción que integra aspectos económicos, agronómicos, ecológicos y sociales. En este sistema se utilizan insumos agrícolas naturales (abonos orgánicos, reciclaje de rastrojo, abonos verdes, estiércol) que mantienen la biodiversidad, así como la fertilidad y salud del suelo, se promueve la conservación de la biota y finalmente se minimiza el impacto ambiental de la actividad del hombre (Gallardo, 2008).

## Calidad de los suelos agrícolas

El concepto de calidad del suelo evoca varias acepciones dependiendo del contexto, ya sea científico o social. Para algunos sugiere una relación ética o emocional con la tierra, para otros la calidad del suelo es una integración de sus procesos y provee una medida del cambio de las condiciones del mismo y. Está relacionada a factores tales como el uso de la tierra, los patrones climáticos, las secuencias de cultivos y los sistemas de labranza (Doran y Parkin, 2007).

Para interpretar la condición de un suelo en términos de su calidad, el criterio sugerido por Larson y Pierce (1994), referido a la aptitud para el uso se considera el más adecuado y se define por tanto como *la capacidad o aptitud del suelo de soportar el crecimiento de los vegetales sin que esto resulte en la degradación del suelo o en un daño ambiental*. A su vez involucra dos conceptos: la calidad inherente del suelo para el crecimiento de los cultivos y la calidad dinámica influenciada por el uso o manejo.

La caracterización de los cambios positivos o negativos en la calidad del suelo, provee un método efectivo para evaluar directa o indirectamente los impactos ambientales de las decisiones de manejo por parte del hombre. Respecto a la producción de cultivos, las funciones del suelo están orientadas en alimentar y mantener el crecimiento de las plantas (Cercana *et al.*, 2006). Estas funciones están relacionadas a la eficiencia con que el suelo provee nutrientes esenciales y un ambiente necesario para lograr una buena conversión de CO<sub>2</sub> usando la energía de la luz solar (vía fotosíntesis).

### Actividad biológica del suelo

El estudio de la actividad biológica del suelo en terrenos agrícolas tiene un doble interés: por un lado, permite evaluar el impacto del sistema de manejo (laboreo e incorporación de enmiendas orgánicas) sobre la biodiversidad del suelo, y por otro lado, cuantificar qué porción del C de suelo agrícola se está mineralizando (desprendido a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub>) (Almendros *et al.*, 2001).

Los valores de respiración por otra parte constituyen indicadores a medio y corto plazo de la calidad de los aportes orgánicos en el suelo agrícola (Hanegraaf *et al.*, 2007).

La tasa de mineralización y respiración invitro refleja la mayor o menor biodegradabilidad de la MO, permitiendo diferenciar suelos con humus más estable (bajos valores de coeficiente de mineralización) de otros en los que la MO es posiblemente más joven o está menos incorporada a la fracción mineral (Almendros *et al.*, 2001).

## Diseño metodológico

### Localización de la finca en estudio

El estudio se realizó en la finca “Primavera” del productor agroecológico Hernán González, situada en Carretera Jovellanos, San Miguel de los Baños, Matanzas, Cuba.

Coordenadas: 33° 56' 27" N y 46° 59' 8" W.

Para este estudio se seleccionó un sistema agroproductivo con rotación de cultivos.

### Caracterización morfológica del suelo:

Se realizaron dos calicatas en testigo y sistema de rotación de cultivos, estas fueron evaluadas por los especialistas MSc. Jorge Luis Álvarez, MSc. Dayron Pérez y la autora de este trabajo.

Clasificación del suelo:

Se realiza la clasificación del suelo según metodología de Hernández *et al.*, 2006.

Determinaciones biológicas realizadas:

Actividad biológica del suelo: con el uso de un medidor con un analizador de gas Carmhograph-12 (Wosthoff) método de (Almendros *et al.*, 1990). Recolección y Densidad de la macrofauna edáfica:

Según la Metodología del Programa Internacional “Biología y Fertilidad del Suelo Tropical” o TSBF (Anderson e Ingram, 1993; Lavelle *et al.*, 2003); con apoyo especializado, a través de monolitos de suelo de 25 x 25 x 30 cm distanciados al menos en 20 metros, bajo un diseño completamente aleatorizado. Se tomaron 6 monolitos de suelo, para un total de 12 monolitos procesados para el testigo y rotación de cultivos. La macrofauna se recolectó manualmente *in situ*, temprano en la mañana y se preservó en alcohol 75 (3:1).

En general la macrofauna se separó por phylum y clases, teniendo en cuenta diferentes trabajos con referencia a la sistemática y taxonomía de distintos grupos de la macrofauna (Brinkhurst y Jamieson, 1972; Brusca y Brusca, 2003). Su clasificación desde el punto de vista funcional se realizó de acuerdo a Lavelle (1997).

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphic plus versión 5.1 en español, realizando la descripción de las muestras y una comparación entre medias a través de una prueba de hipótesis.

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software Statgraphic plus versión 5.1 en español, realizando la descripción de las muestras y una comparación entre medias a través de una prueba de hipótesis.

## **Resultados y discusión**

Clasificación del suelo

El suelo que posee el área tomada como testigo y el sistema de rotación de cultivos es el mismo y se clasifica según (Hernández *et al.*, 2006) como: Pardo sialítico ócrico carbonatado.

Propiedades biológicas

Tasa de mineralización

En la Figura 1 se muestran las TM. Se puede apreciar que el valor del sistema en estudio es significativamente menor.

La tasa de mineralización de suelo es una medida de la degradación de la MO del mismo, es decir, del predominio de uno de los dos procesos contrarios que intervienen en el equilibrio del sistema, la mineralización y la inmovilización.

Se observa que el testigo presenta la mayor tasa de mineralización, en el sistema en estudio no sucede lo mismo, ya que predomina el proceso de inmovilización, lo cual concuerda con lo analizado en el aspecto de la relación C/N.

En este caso según Schnitzer (2001), la materia orgánica del suelo, como consecuencia de la actividad biológica (macro y microbiana) que en él se desarrolla, se biodegrada y desaparece, transformándose en CO<sub>2</sub>, agua y compuestos minerales (mineralización de la MO). Cuando más intensa es la actividad agrícola y mejor son las condiciones ambientales para el desarrollo de los cultivos, más elevada es la velocidad con la que la materia orgánica se mineraliza y desaparece. En consecuencia, los buenos suelos agrícolas, las buenas prácticas agrícolas y las buenas condiciones ambientales, favorecen la mineralización de la materia orgánica del suelo aumentando sus posibles pérdidas.

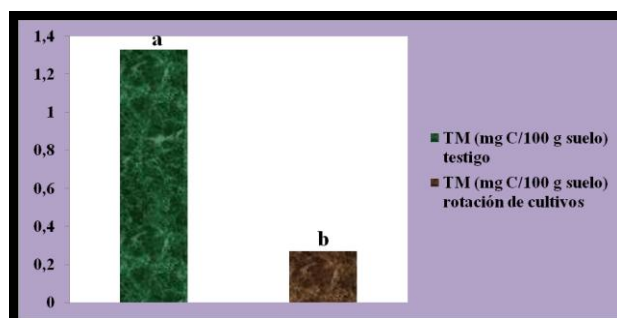


Figura 1: Tasa de mineralización (mg C/100 g suelo) en testigo y rotación de cultivos.

#### Tasa de respiración

En la Figura 2 se muestran las TR. Se observa que el valor del sistema de rotación de cultivos es significativamente menor, esto puede deberse a una menor actividad microbiana en el sistema estudiado, partiendo de que la tasa de respiración de suelo es una medida del contenido de C del mismo y por tanto de la magnitud de la flora microbiana, lo que se corresponde con lo analizado anteriormente según (Savage *et al.*, 1972).

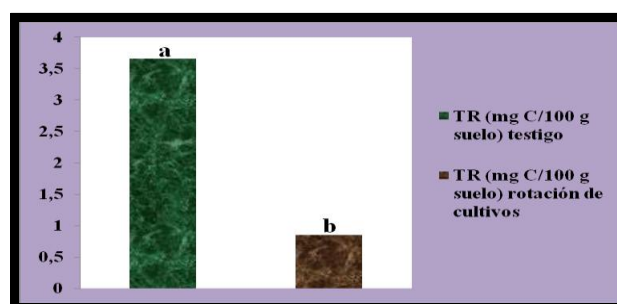


Figura 2: Tasa de respiración (mg C/100 g suelo) en testigo y rotación de cultivos.

#### Macrofauna edáfica

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de los grupos funcionales de la macrofauna .

Se observa que en el sistema estudiado existe una menor densidad de individuos. Sobre este aspecto Barraquita (2000), Villalobos *et al.*, (2000) y Villavicencio *et al.*, (2004) afirman que transformaciones en las condiciones ambientales del suelo originadas por la actividad agrícola y la consecuente destrucción mecánica de los microhabitats, tienen una repercusión negativa sobre la fauna edáfica.

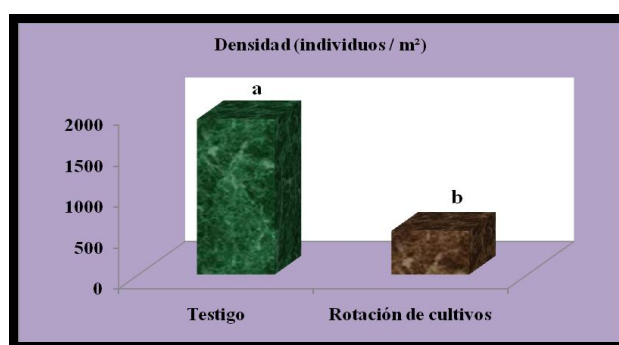


Figura 3: Densidad (individuos/m<sup>2</sup>) de la macrofauna edáfica en testigo y rotación de cultivos.

En la figura 4 se muestra el comportamiento de la abundancia proporcional de los grupos funcionales. Esta mayor abundancia se presenta en ambos sistemas estudiados en los grupos funcionales herbívoros y depredadores. El primer grupo afecta la cantidad y calidad de los recursos que ingresan al suelo y por tanto a los individuos detritívoros y depredadores, lo que explica la menor abundancia manifestada en los detritívoros. En el caso de los depredadores están los integrantes del orden Aranae que pueden representar la mitad de un agroecosistema y son tan eficientes que los cambios en densidad afectan a las poblaciones de organismos considerados plagas (Wardle y Bardett, 2004).

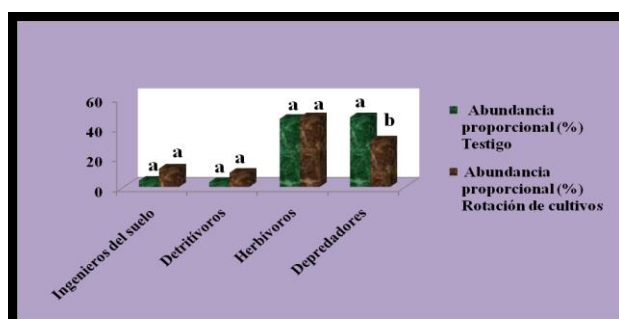


Figura 4: Abundancia proporcional (%) de grupos funcionales de la macrofauna para testigo y rotación de cultivos.

Lee (1985) encontró que los sistemas de cultivos intensivos alojaban menores poblaciones de depredadores, esto podría estar dado por perturbaciones en el área y otros aspectos relacionados con indicadores químicos y físicos, donde su comportamiento siempre expresa el estado biológico del suelo (Zerbino *et al.*, 2008).

Un estudio de los grupos funcionales en el sistema de rotación de cultivos al analizar su abundancia proporcional demuestra que entre los ingenieros del suelo y detritívoros no se manifiestan diferencias significativas, al igual que entre herbívoros y depredadores, sin embargo se presentan diferencias significativas entre los dos primeros y los dos últimos en ambos sistemas estudiados.

## Conclusiones

Al analizar en conjunto los descriptores biológicos existe impacto en el suelo del sistema estudiado. La actividad biológica del sistema estudiado muestra aspectos desfavorables, dados por la actividad agrícola y las características físico-químicas del suelo.

## Bibliografía

- Almendros, G.; González-Vila, F.; Martín, F. 2001. Fire-induced transformation of soil organic matter from an oak forest: An experimental approach to the effects of fire on humic substances. *Soil Sci.* 149, 158-168.
- Anderson, J.; Ingram, J. 1993. *Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods.* CAB International, UK, 221 pp.
- Austin, A.; Vivanco, L. 2006. Plant litter decomposition in a semi-arid ecosystem controlled by photodegradation. *Nature* 442:555-558.
- Barraqueta, P. 2000. La fauna del suelo: entre la repoblación forestal.
- Brusca, R.; y Brusca, G. 2003. *Invertebrates.* 2da Edición. 966 pp.
- Cabrera, M. 2000.: *Enfoque agrofísico para la evaluación del mejoramiento de los suelos (en el ejemplo de los vertisoles)*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas),. CICT, Universidad de Ciego de Ávila.
- Cerana, J.A.; Wilson, M.G.; De Battista, J.J.; Noir, J. y Quintero, C. 2006. Estabilidad estructural de los Vertisoles en un sistema arrocero regado con agua subterránea. *Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA.* 35 (1): 87-106.
- Doran J.W. and Parkin, T. 2007. Defining and assessing soil quality. *Soil Science Society of America* 677: 3-21.
- Durán, J., Abad, Y. 2007. Degradación, recuperación, uso y manejo ecológico de los suelos tropicales. pp.68.
- Freyre, R. E. 1997 Bioética y Desarrollo Sostenible. Agroecología y Agricultura Sostenible. Modulo III. CLADES-CEAS-ISCAH. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Primera Edición. 40p.
- Gallardo, J.F. 2008. Biogeochemistry of Mediterranean forest ecosystems: A case study. In: J.M. Bollag y G. Stotzky (eds). *Soil Biochemistry*: 423-460. Marcel Dekker, nueva York.
- Hanegraaf, M.C.; Andre, G. 2007. Trends in organic matter content of soils – absolute and relative changes. En: Chabbi, A. (Ed.): *International Symposium on Organic Matter Dynamics in Agro-Ecosystems.* Poitiers, France. July 16 –19, 2007.
- Hernández, A. y Morell, F. 2007. Función ecológica de los suelos y su transformación de los ecosistemas a agrosistemas: Suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. Conferencia. En. INCA, La Habana.



- Larson, W and Pierce, F. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. *Soil Science Society of America* 677: 37-51.
- Lavelle, P. 1997. Faunal Activities and Soil Processes: Adaptative Strategies That Determine Ecosystem Function. *Adv. Ecological Res.* 27: 93-132.
- MMA (Ministerio de Medio Ambiente), 2006. Perfil Ambiental de España. Informe basado en indicadores. Subdirección General de Calidad del aire y Prevención de riesgos, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Omary, A. La degradación de los Ecosistemas. [en línea] febrero 2005. Disponible en [WWW.unip.org/OurPlanet/imguersh/171/spanish/Arwa%20mary.pdf](http://WWW.unip.org/OurPlanet/imguersh/171/spanish/Arwa%20mary.pdf). [Consulta marzo, 11, 2008].
- Savage, S. M.; Osborn, J.; Letey, J.; Heaton, C. 1972. Substances contributing to fire-induced water repellency in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 36, 674-678.
- Schnitzer, M. 2001. Soil organic matter - The next 75 years. *Soil Sci.*, 151, 41-58.
- Villalobos, F.J.; Pulido, R.; Moreno, C.; Pavón, N.; Hernández, P.; Trejo, J.; Bello y Montiel, S. 2000. Patrones de la macrofauna edáfica en uncultivo de *Zea mays* durante la fase postcosecha en la Mancha, Veracruz.
- Villavicencio, D.; Tapia-Coral, S.; Torres, O.; García, G. 2004. Macrofauna del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra.
- Wardle, D.A.; Bardgett, R.D. 2004. Indirect effects of invertebrate herbivory on the decomposer subsystem. *Ecological Studies* 173: 53:69.
- Zerbino, S.; Altier, N.; Morón, A y Rodríguez, C. 2008. Evaluación de la macrofauna del suelo en sistemas de producción en siembra directa y con pastoreo. *Agrociencia* 12 (1): 44-55.