

## **Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y la actividad enzimática de un inceptisol venezolano**

**Carmen Rivero\***  
**Alexis Torres\*\*; Mariana León\*\*\***

### **ABSTRACT**

In Venezuela, information about the effect of agricultural management on microbial properties of soil is scarce. Because of this, it was studied the effect of tillage and plant residue use on the organic carbon (OC) content, fulvic and humic acid ratio (FA/HA), and phosphatase acid (PA) and dehydrogenase activity (DA) of an Inceptisol located in Guanare, Portuguesa State. Four treatments were applied: reduced tillage with residue use; reduced tillage without residue use; no-tillage with residues use and no tillage without residue use. The results indicated that, soil with low OC content, and slightly acid pH, the soil OC content and the PA and DA activities were increased, at least temporarily, as a consequence of treatment, particularly when organic residues were used in the absence of tillage. No significant decrease of FA/HA ratio was observed for the no-tillage treatment.

**Key words:** Fulvic and humic acid, phosphatase acid and dehydrogenase, tillage, organic residue

---

Aceptado: 2008

\* Instituto de Edafología, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Apdo. Postal 4570. criver2@ewinet.com

\*\* PEQUIVEN, Complejo Petroquímico, Morón, Venezuela

\*\*\* UNELLEZ; Guanare, estado Portuguesa

---

## COMPENDIO

En Venezuela, la información sobre el efecto del manejo agrícola en las propiedades microbianas del suelo es escasa. Debido a esto, se planteó estudiar el efecto de cultivo y uso de residuos vegetales en el contenido de carbono orgánico (CO), relación ácidos fúlvicos y húmicos (AF/AH) y las actividades de la fosfatasa ácida (FA) y deshidrogenasa (AD) de un Inceptisol localizado en Guanare, estado Portuguesa. Se aplicaron cuatro tratamientos: labranza reducida con el uso de residuos; labranza reducida sin el uso de residuos; cero labranza con el uso de residuos y cero labranza sin el uso de residuos. Los resultados indicaron que, en el suelo con bajo contenido de CO, y pH ligeramente ácido, se produjeron incrementos del contenido de CO y de las actividades de FA y AD, como consecuencia del tratamiento cuando se usaron los residuos orgánicos en la ausencia de cultivo. No se observó disminución significativa de la proporción de AF/AH para el tratamiento de cero labranza.

**Palabras clave:** ácidos húmicos y fúlvicos, fosfatasa ácida y deshidrogenasa, labranza, residuos orgánicos

## INTRODUCCIÓN

En años recientes, las prácticas de manejo de suelos han cambiado hacia sistemas que promueven la sostenibilidad. En este sentido, es necesario disponer de parámetros que puedan medirse fácilmente para obtener información apropiada sobre los cambios que producirán las prácticas en el suelo, a largo plazo. La importancia de la calidad del suelo en los sistemas agrícolas es bien entendida (Warkentin, 1995). Por esta razón, se deben conocer los parámetros funcionales del suelo, vinculados a los ciclos de los nutrientes, ya que el carbono orgánico (CO) de la superficie del suelo es muy dinámico debido a su vinculación con el intercambio de CO<sub>2</sub>. El CO también tiene una íntima relación con el ciclo de los nutrientes y su dinámica es reflejo de la modificación de calidad del suelo (Zibilske y Bradford, 2007). Dinel *et al.* (1998) sugirieron que el contenido de CO es un buen indicador del efecto de dirección de la labranza en la calidad del suelo. Sus estudios también mostraron que algunas fracciones la materia orgánica del suelo (SOM) son más sensibles a estos cambios, y señala la fracción lipídica entre las más sensibles.

Por otra parte investigadores, como Dick (1992), Kennedy y Papendick (1995), y Awja *et al.* (1999), sugieren que la evaluación sistemática de la actividad de algunas enzimas del suelo, son excelentes indicadores de los cambios producidos en el suelo por efecto de las prácticas de manejo. Debido a esto, Bergstrom y Monreal (1998) destacan la importancia de comprender la gran variación entre sitios. Además se plantea la cabal comprensión de los mecanismos de acción de las distintas enzimas, por cuanto una endoenzima o una exoenzima serán indicativas de cambios en diferentes compartimentos del suelo (Dilly y Nannipieri, 1998). Estos parámetros biológicos son cruciales como indicadores de cambios o pérdidas de la productividad del suelo. La ventaja de este tipo de parámetro es su bajo costo de determinación (Park y Seaton, 1996; Ajwa *et al.*, 1999, Kennedy y Schillinger, 2006).

En Venezuela, la aplicación de prácticas de labranza convencionales, ha derivado en una pérdida importante de la calidad de los suelos y la información sobre cambios biológicos es escasa en este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar en un experimento de tres años en campo, el efecto de la labranza y del uso de residuos vegetales sobre algunos de los parámetros con mayor potencialidad como indicadores de la calidad del suelo: contenido de CO, relación AF/AH y las actividades de FA y AD.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue llevado a cabo durante tres años en la Estación Experimental "Marfilar", Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, en Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. El suelo del sitio, está clasificado como un Inceptisol, cuyas principales características químicas y físicas son las siguientes: 25 gkg<sup>-1</sup> de CO; pH 5.4 (en agua, 1:2.5 ratio); capacidad de intercambio catiónico de 8.0 cmol<sub>c</sub>kg<sup>-1</sup> y textura franco-limosa. La combinación de los factores a evaluar generaron cuatro tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones:

- ✓ Labranza reducida con uso de residuos = LRR
- ✓ Labranza reducida sin uso de residuos = LR
- ✓ Cero labranza con uso de residuos = CLR
- ✓ Cero labranza sin uso de residuos = CL

En la labranza reducida consistió en un pase de rastra liviana. En cuanto al uso de residuos se utilizó la planta entera de fríjol (*Vigna unguiculata* L), el cual fue incorporado a 12 cm en el caso de los tratamientos de labranza reducida, o dejado en superficie en los casos de cero labranza. La leguminosa creció durante 45 días en los mismos bloques donde fue incorporada. Las principales características del residuo vegetal incorporados se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Caracterización anual de los residuos vegetales usados

Año	CO (%)	N (%)	P (%)	Celulosa (%)	Lignina (%)
1	45.2	3.25	0.33	29.5	6.33
2	44.8	3.75	0.32	28.9	6.22
3	45.1	3.92	0.34	29.5	6.29

Luego de establecidos los tratamientos se sembró maíz, híbrido PB-8. Se realizaron cuatro muestreos durante el ciclo de crecimiento del cultivo:

- ✓ previo a la siembra (1),
- ✓ durante la germinación de la semilla (2),
- ✓ durante la floración (3) y
- ✓ al momento de la cosecha (4).

Se colectaron muestras superficiales (0-10cm), se transportaron refrigeradas al laboratorio y se conservaron a 4°C hasta el análisis de los diferentes parámetros. El contenido de CO fue determinado de acuerdo a Nelson y Sommer (1996), los AH y AF según a lo descrito por Rivero *et al.* (1998) y las actividades de FA y AD siguiendo a Tabatabai (1982). Este protocolo fue repetido durante los tres años de la experiencia. Los resultados son presentados con base a peso seco, por cuanto fueron corregidos de acuerdo al contenido de humedad de cada muestra.

El procesamiento estadístico se realizó con el paquete SAS (1998), el efecto principal fue separado a través de mínima diferencia significativa a un nivel de probabilidad de 0.01.

## RESULTADOS Y DISCUSION

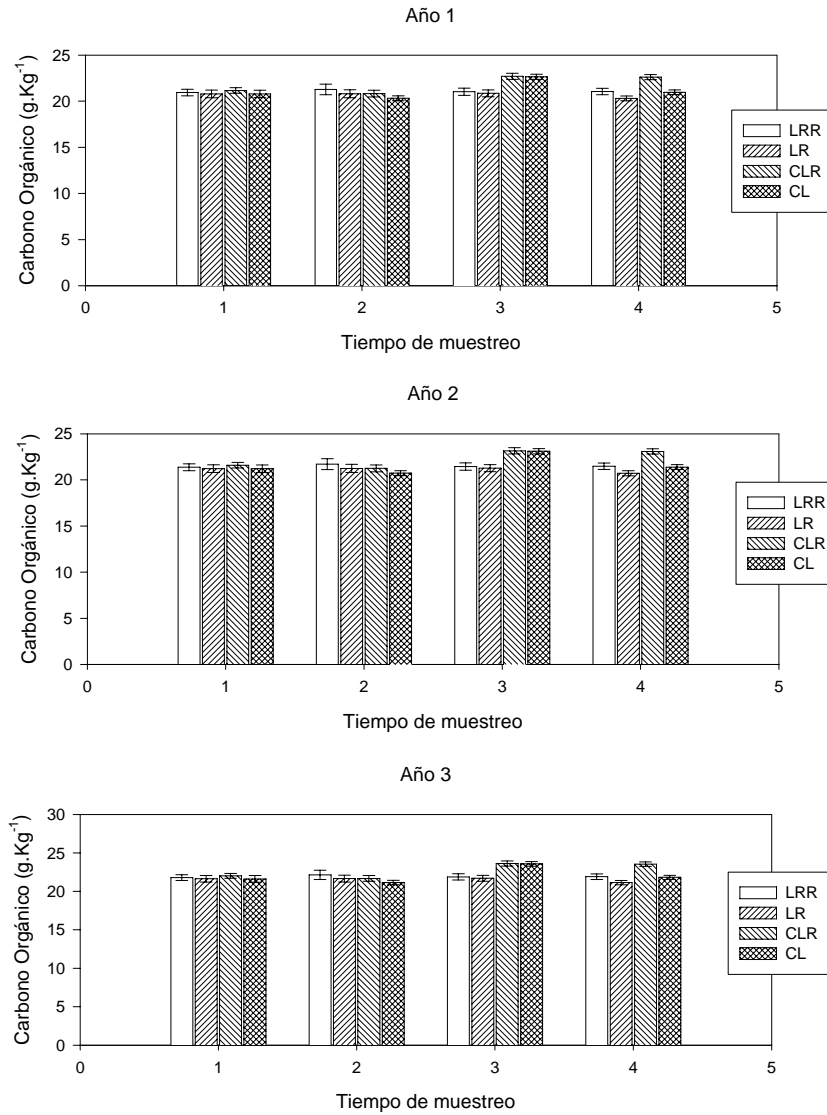
### Carbono orgánico y relación AF/AH

La Figura 1 muestra la modificación de los contenidos de CO a lo largo de la evaluación. Durante el primero y segundo año, no se detectaron cambios significativos entre los tratamientos para esta variable, sólo se observaron ligeras modificaciones de carácter temporal. Éstas fueron debidas en primer término a la inmediata respuesta a la aplicación del residuo vegetal y a la no labranza. Kristensen *et al.* (2003) han señalado que la exposición de la materia orgánica del suelo por efecto del laboreo provoca descensos inmediatos e importantes del CO, derivados de la oxidación química y biológica. Liang *et al.* (2003) señalan un incremento del carbono lábil en el suelo, que no es reflejado por la fracción ligera.

Para el tercer año si se observó un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en los bloques con cero labranza y adición de residuos. Estos resultados son coincidentes con los de Ellert y Gregorich (1996), Kandeler *et al.* (1999a), y Rhoton (2000). Es decir, que los cambios significativos en el CO, se visualizaron en el tercer año, sin embargo, las ligeras variaciones observadas en el primero y segundo año, podrían ser importantes al constituir una herramienta de predicción de lo que se dará a largo plazo y que inicia su diferenciación luego de tres años de estar sometido a este manejo particular. Oyedele *et al.* (1999) y Kushwaha *et al.* (2000) indicaron que efectivamente se muestran ligeras variaciones al modificar el tipo de labranza, ellos señalan un efecto importante sobre la fracción ligera de la materia orgánica, es decir, aquella con densidad inferior a  $1.7 \text{ g cm}^{-3}$ .

Los resultados de este estudio indican que, hay un incremento del contenido de CO como respuesta a un descenso en la intensidad de la labranza y al mantenimiento de residuos vegetales en la superficie del suelo.

Las muestras de suelo fueron sometidas a un proceso de separación de materia orgánica y se obtuvo la cantidad de carbono unida a ácidos húmicos y fúlvicos, ello permitió obtener la relación AF/AH. Esta relación AF/AH pasó de 1.27 antes de comenzar la experiencia a 1.09; 0.99; 1.22 y 1.21 para LRR, LR, CLR y CL respectivamente, luego de tres años de tratamiento.



**Figura 1.** Modificación de contenido de CO por efecto de los tratamientos.

Los pequeños descensos observados para los tratamientos sin labranza no resultaron significativos. Sin embargo, ese descenso está asociado a mayor contenido de AH; en este sentido, Novotny *et al.* (1999) señalan que bajo labranza hay ruptura de las grandes moléculas de los AH y ello supondría que la no labranza generaría un proceso contrario, es decir, un

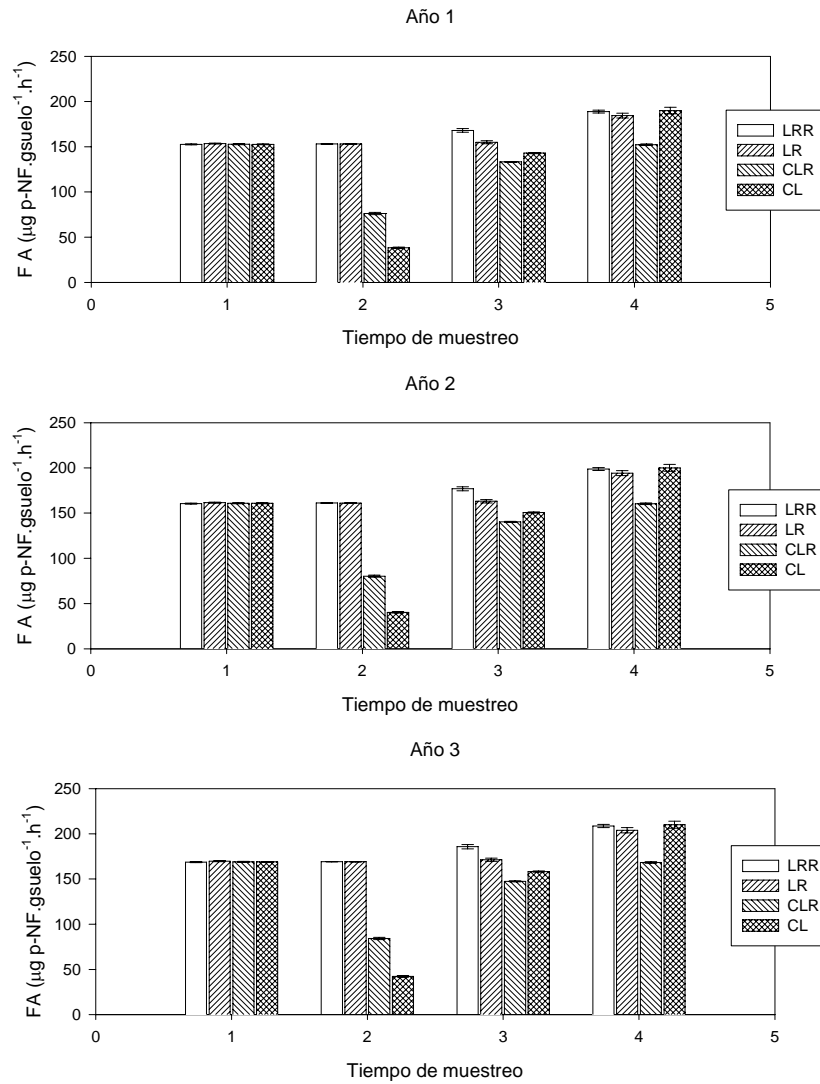
incremento en la polimerización con el consecuente incremento del contenido de AH y descenso de la relación AF/AH. Resultados similares son mostrados por Ding *et al.* (2002).

### Actividades enzimáticas

La combinación de prácticas de manejo aplicadas, generó las modificaciones indicadas en las Figuras 2 (FA) y 3 (AD). En el caso FA, las modificaciones parecieran responder más al estado de crecimiento del cultivo que al efecto de tratamiento en sí. Para el tercer año, al tiempo de germinación, la actividad de la enzima fue afectada significativamente ( $P < 0.001$ ) por el uso o no de labranza, pero no por la incorporación de residuos.

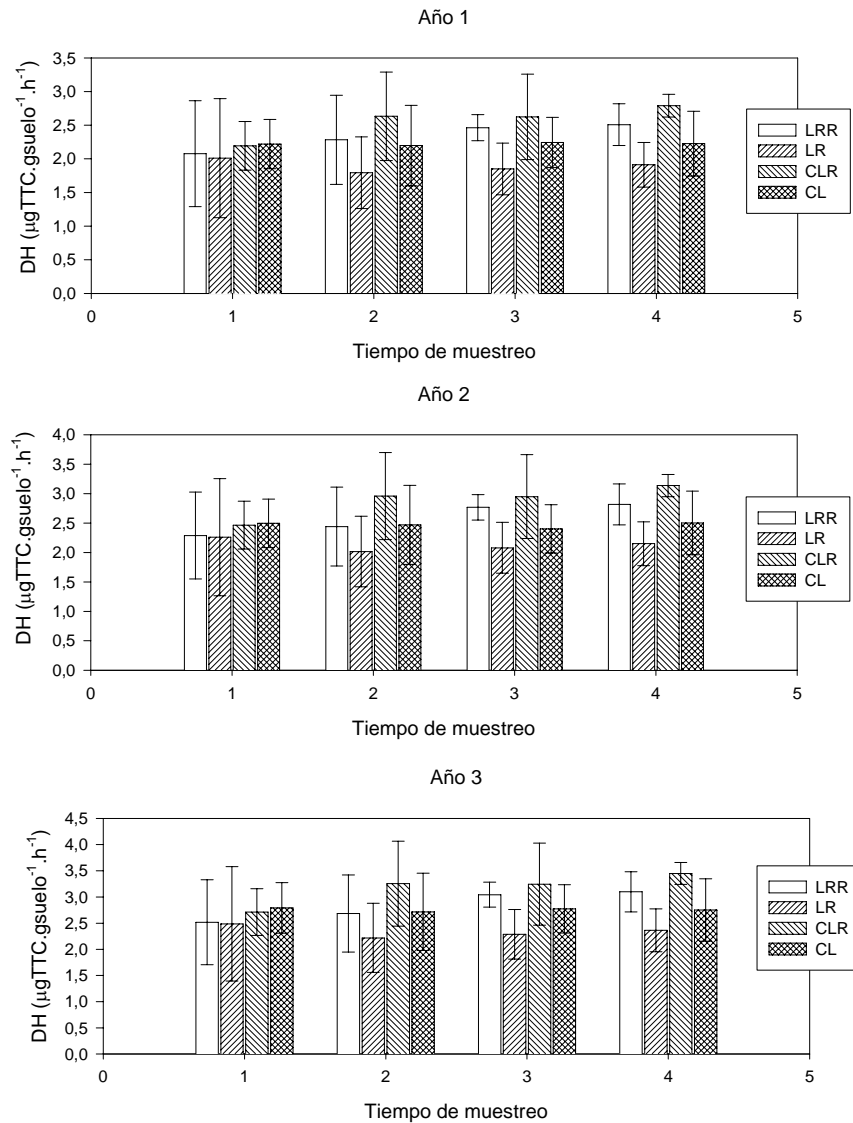
La elevada actividad enzimática observada bajo labranza reducida (LRR y LR) al momento de la germinación de las semillas, debe ser consecuencia de la confluencia de dos factores: un incremento en el contacto de los residuos con los microorganismos, por efecto del pase de rastra liviana y un incremento en la aireación del suelo. No obstante, se observó, especialmente en el tercer ciclo de cultivo, un pequeño pero significativo incremento ( $P < 0.05$ ) de la actividad de FA para los bloques bajo cero labranza y bajo labranza reducida pero con incorporación de residuos. Este efecto de la aplicación de residuos ha sido señalado para variables de actividad biológica, tales como la respiración del suelo y las actividades de otras enzimas como celulasa (Andersson *et al.*, 2004; Aka y Darici, 2005).

Por otra parte, el aumento generalizado de la actividad de esta enzima ha sido señalado por otros investigadores y lo atribuyen a factores tales como: descensos en la disponibilidad de fósforo (Lima *et al.*, 1996; Wright y Reddy, 2001) o incremento en la secreción de enzima por parte de los cultivos como consecuencia del manejo (Swinnen *et al.*, 1995).



**Figura 2.** Modificación de la actividad de la FA por efecto de los tratamientos.





**Figura 3.** Modificación de la actividad de actividad de deshidrogenada (DH) por efecto de los tratamientos.

En cuanto a la actividad de AD (Figura 3) hubo incrementos a partir del segundo año, pero esas diferencias sólo fueron altamente significativas ( $P < 0.001$ ) luego para el tercer año de tratamiento. Los cambios fueron básicamente para el tiempo de floración. También se observó una

correlación, aún cuando no significativa, entre el contenido de CO y la actividad de esta enzima. Esto estaría vinculado al incremento de las poblaciones microbianas por efecto del añadido de sustrato carbonado, dado que ésta es una endoenzima, cuya actividad sólo es posible en presencia de células proliferantes. Este tipo de relación ha sido demostrado por otros investigadores (Perucci *et al.*, 1997).

Para Bergstrom *et al.* (1998) la actividad enzimática del suelo y el contenido de CO presentan el mismo tipo de respuesta ante la incorporación de residuos orgánicos. Sin embargo, Caravaca *et al.* (2002) indican que la actividad de FA y la de DH son más sensibles a las prácticas de manejo que el CO. Muchos investigadores opinan que los efectos sostenidos del manejo sobre estas variables son realmente evidentes luego de unos cinco años (Deng y Tabatabai, 1996; Kandeler *et al.*, 1999b; Bandick y Dick, 1999; Haynes, 1999).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de suelo y clima imperantes en Venezuela, en suelos con bajo contenido de materia orgánica y pH ligeramente ácido, se observó que la relación AF/AH, aún cuando presentó ciertas variaciones, no parece ser un buen indicador. El contenido de CO y la actividad de las enzimas FA y AD, por el contrario, apuntan a ser buenos indicadores del efecto producido por el cambio de manejo.

## AGRADECIMIENTO

Los autores, desean expresar su agradecimiento al, CDCH de la Universidad Central de Venezuela por el soporte financiero y a la Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora por permitir el uso de la Estación Experimental "Marfilar".

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Aka, H.; C. Darici. 2005. Carbon and nitrogen mineralization in carob soils with Kermes oak and Aleppo pine leaf litter. *Eur. J. of Soil Biol.* 41: 31-38.
- Andersson, M.; A. Kjøller; S. Struwe. 2004. Microbial enzyme activities in leaf litter, humus and mineral soil layers of European forests. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1527-1537.
- Awja, H. A.; C. D. Dell; C. W. Rice. 1999. Changes in enzyme activities and microbial biomass of tallgrass prairie soil as related to burning and nitrogen fertilization. *Soil Biol. Biochem.* 31: 767-769.
- Bandick, A.K.; R. P. Dick. 1999. Field management effects on soil enzyme activity. *Soil Biol. Biochem.* 31:1471-1479.
- Bergstrom, D.W.; C. M. Monreal. 1998. Increased soil enzyme activities under two row crops. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 62:1295-1301.
- Bergstrom, D.W.; C. M. Monreal; D. J. King. 1998. Sensitivity of soil enzyme activities to conservation practices. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 52: 1286-1295.
- Caravaca, F.; G. Masciandaro; B. Ceccanti. 2002. Land use in reaction to soil chemical and biochemical properties in a semiarid Mediterranean environment. *Soil Till. Res.* 68: 23-30.
- Deng, S.P.; M.A. Tabatabai. 1996. Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soil. *Biol. Fertils. Soils.* 22: 208-213.
- Dilly, O.; P. Nannipieri. 1998. Intracellular and extracellular enzyme activity in soil with reference to elemental cycling. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 161: 243-248.
- Dick, W.A. 1992. A Review: Long-term effects of agriculture on soil biochemical and microbial parameters. *Agric. Ecosyst. Environ.* 40: 25-36.

- Dinel, H.; C. M. Monreal; M. Schnitzer. 1998. Extractable lipids and organic matter status in two soil catenas as influenced by tillage. *Geoderma* 86:279-293.
- Ding, G.; J. M. Novak; D. Amarasiriwardena; P. G. Hunt; B. Xing. 2002. Soil organic matter characteristics as affected by tillage management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:421-429
- Ellert, B. H.; E. G. Gregorich. 1996. Storage of carbon and nitrogen in cultivated adjacent forested soils of Ontario. *Soil Sci.* 161:587-603.
- Haynes, R. J. 1999. Size and activity of the soil microbial biomass under grass and arable management. *Biol. Fertil. Soil* 30:210-216.
- Kandeler, E.; D. Tschirko; H. Spiegel. 1999a. Long-term monitoring of microbial biomass, N-mineralization and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management. *Biol. Fertil. Soils.* 28:343-351.
- Kandeler, E.; S. Palli; M. Stemmer; M. H. Herzabek. 1999b. Tillage changes in microbial biomass and enzyme activities in particles sizes fractions of a Haplic chernozem. *Soil Biol. Biochem.* 31:1253-1264.
- Kennedy, A. C.; R. I. Papendick. 1995. Microbial characteristics of soil quality. *J. Soil Water Conservation* 50:81-100.
- Kennedy A. C.; W. F. Schillinger. 2006. Soil Quality and Water Intake in Traditional-Till vs. No-Till Paired Farms in Washington's Palouse Region. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:940-949
- Kristensen, H. L.; K. Deboz; G. W. McCarty. 2003. Short-term effects of tillage on mineralization of nitrogen and carbon in soil. *Soil Biol. Biochem.* 35:979-986.
- Kushwaha, C. P.; S. K. Tripatti; K. P. Sing. 2000. Variations in soil microbial biomass, N availability due to residue and tillage management in a dryland rice ecosystem. *Soil Till. Res.* 56:153-166.

- Liang, B. C.; B. G. McConkey; J. Schoenau; D. Curtin; C. A. Campbell; A. P. Moulin; G. P. Lafond; S. A. Brandt; H. Wang. 2003. Effect of tillage and crop rotations on the light fraction organic carbon and carbon mineralization in Chernozemic soils of Saskatchewan. *Can J. Soil Sci.* 83: 65-72
- Lima, J. A.; E. Nahas; A. C. Gomes. 1996. Microbial populations and activities in sewage sludge and phosphate fertilizers-amended soil. *Applied Soil Ecology* 4: 75-82.
- Nelson, D. W.; L. E. Sommer. 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. *In* D. L. Sparks *et al.*, (Eds.) *Methods of Soil Analysis. Part 3. SSSA and ASA.* Madison, WI. P. 961-1010.
- Novotny, E. H.; W. E. H. Blum; M. H. Herzabek; A. S. Mangrich. 1999. Soil management system effects on size fractioned humic substances. *Geoderma* 92: 87-109.
- Oyedele, D. J.; P. Schjonning; E. Sibbsen; K. Deboz. 1999. Aggregation and organic matter fractions of three Nigerian soil as affected by soil disturbance and incorporation of plant material. *Soil Till. Res.* 50:105-144.
- Park, J.; R. A. F. Seaton. 1996. Integrative research and sustainable agriculture. *Agric. Syst.* 50: 81-100.
- Perucci, P.; U. Bonciarelli; S. Santilocchi; A. A. Bianchi. 1997. Effect of rotation, nitrogen fertilization and management of crop residues on some chemical, microbiological and biochemical properties of soil. *Biol. Fertil. Soils* 24:311-316.
- Rhoton, F. E. 2000. Influence of time on soil response to no till practice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:700-709.
- Rivero, C.; N. Senesi; J. Paolini; V. D'Orazio. 1998. Characteristics of humic acid of some Venezuelan soils. *Geoderma* 81:227-239.
- SAS Institute, 1998. *SAS/STAT user's guide.* Release 6.03 ed. SAS Inst., Cary, NC.

- 
- Swinnen, J.; J. A. Van Veen; R. Merckx. 1995. Carbon fluxes in the rhizosphere of winter wheat and spring barley with conventional integrated farming. *Soil Biol. Biochem* 27:811-820.
- Tabatabai, M. A. 1982. Soil Enzymes In A. L. Page *et al.* (Ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2 ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. p. 903-947.
- Warkentin, B. P. 1995. The changing concept of soil quality. *J. Soil Water Conserv.* 50:226-228.
- Wright, A. L.; K. R. Reddy. 2001. Phosphorus loading effects on extracellular enzyme activity in Everglades wetland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65:588-595.
- Zibilske, L. M.; J. M. Bradford. 2007. Soil aggregation, aggregate carbon and nitrogen, and moisture Retention Induced by Conservation Tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71:793-802.