
Efecto de dos tipos de labranza con y sin incorporación de residuos de cultivo sobre la actividad enzimática en un Alfisol de Venezuela

Effect of two types of tillage with and without incorporation of crop residues on the enzymatic activity in an Alfisol in Venezuela

Froilán Contreras¹, Carmen Rivero², Jorge Paolini³

¹Facultad de Ciencias, ULA; ²Facultad de Agronomía, UCV;

³Centro de Ecología y Ciencias Ambientales, IVIC

Resumen

La materia orgánica del suelo es vital para el crecimiento y actividad de los microorganismos, por lo que su ausencia produce una disminución o cese de la actividad enzimática del suelo. En general, la actividad biológica es mayor en los primeros centímetros del perfil, y se ha señalado que el tipo de labranza utilizado puede provocar modificaciones de dicha actividad a mayores profundidades en el perfil. El objetivo principal de este trabajo consistió en evaluar la modificación de la actividad de las enzimas ureasa y fosfomonoesterasa, a través del perfil del suelo en respuesta a la aplicación de dos tipos de labranza con y sin incorporación de residuos de cultivo. El suelo es un Oxic Haplustalf, arcilloso, perteneciente a la serie Uribeque. Se evaluó la combinación de dos tipos de labranza (convencional y conservacionista) y la aplicación de dos tipos de residuos de leguminosas: tapiramo (*Phaseolus lunatus*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*). Se contó con dos testigos donde el residuo presente correspondió al barbecho natural de la zona. Los resultados indicaron que la aplicación de labranza conservacionista y residuos de tapiramo causaron los mayores niveles de actividad para la ureasa ($115 \mu\text{g urea g suelo}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

Abstract

The activity and growth of microorganism in soils is strongly dependant on the presence of organic matter. Absence of organic matter causes a decrease or cease of enzymatic activity in soils. It is generally accepted that a larger biological activity is found in the first centimeters of the soil profile; however, tillage type could cause changes in enzymatic activity toward the inner part of the soil profile. Changes in urease and phosphomonoesterase activities through soil profile caused by two tillage types were determined with and without incorporation of crop residues. The soil used was classified as Oxic Haplustalf, loamy, Uribeque series. In this experiment six treatments were evaluated, five corresponding to combinations of tillage types (conventional and no-tillage) with leguminous residues tapiramo (*Phaseolus lunatus*) and crotalaria (*Crotalaria juncea*), and a fallow treatment as control.

The highest significant ($p < 0,001$) urease activity ($115 \text{ mg urea g}^{-1} \text{ soil h}^{-1}$) was found in the treatment with no-tillage and tapiramo, and the highest significant ($p < 0,001$) phosphomonoesterase activity ($65 \text{ mg p-nitrophenol g}^{-1} \text{ h}^{-1}$) was obtained with no-tillage and crotalaria residue.

Para el caso de la fosfomonoesterasa los mayores valores se obtuvieron para la combinación labranza conservacionista y residuos de crotalaria ($65 \mu\text{g p-NF g suelo}^{-1} \text{ h}^{-1}$). Los factores responsables de los niveles de actividad y su modificación fueron básicamente el tipo de labranza y la calidad de residuo.

Palabras Clave: suelo, labranza, residuos orgánicos, ureasa, fosfomonoesterasa

Words Key: soil, tillage, organic residues, urease, phosphomonoesterase

INTRODUCCIÓN

La presencia de materia orgánica, con un apreciable contenido de residuos orgánicos frescos es de vital importancia tanto para el crecimiento de los microorganismos del suelo como para la nutrición de plantas superiores. La descomposición de los residuos presentes en el suelo permite obtener en primer término la energía, sustrato carbonado fresco, y luego elementos nutritivos esenciales especialmente nitrógeno, fósforo y azufre. En general, el contenido de materia orgánica (MO) de un suelo y la presencia de residuos orgánicos frescos disminuye a medida que se avanza hacia los estratos más profundos (Martens *et al.*, 1992, Contreras *et al.*, 1995).

Como consecuencia lógica se produce una disminución o ausencia de funciones vinculadas a dicha presencia entre las cuales destacan la actividad microbiana y la actividad enzimática del suelo. Ambas funciones están estrechamente relacionadas con la descomposición de los residuos orgánicos y por ende con los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes.

Aun cuando no se discute la presencia de una mayor actividad biológica en los primeros centímetros del perfil del suelo (Dick, 1984, Martens *et al.*, 1992), sí se ha señalado que el manejo al cual es sometido el sistema puede provocar modificaciones importantes de los parámetros vinculados a dicha actividad. En tal sentido, se ha planteado que las modificaciones inducidas pueden ser usadas como indicadores de la respuesta del sistema suelo a la aplicación de un determinado paquete de Manejo (Kennedy y Papendick, 1995 y Awja *et al.*, 1999).

Salinas-García *et al.* (1997), indicaron que un excesivo laboreo, característico de los sistemas de labranza denominados convencionales, tienen un elevado impacto sobre la productividad del suelo como consecuencia de su efecto sobre la actividad biológica y el ciclaje de nutrientes. Esto ha llevado hacia la instrumentación de prácticas de manejo alternativas, que han sido agrupadas bajo el término genérico de conservacionistas. Sin embargo, Prasad y Power (1991) plantean que el efecto de prácticas conservacionistas debe ser cuidadosamente evaluado por cuanto el resultado final depende, en gran medida, de la interacción de las mismas con otros factores tales como el tipo de suelo, el clima y la historia previa de manejo.

Por otra parte, la estrecha relación entre la actividad y funcionalidad de los microorganismos del suelo y propiedades como la estructura del mismo, responsable en buena parte de un comportamiento agrónomicamente deseable (Stenberg *et al.*, 2000), ha planteado un sin número de interrogantes acerca de la extensión del efecto de una determinada práctica sobre los parámetros de actividad y funcionalidad. La extensión aludida puede ser visualizada desde varios puntos de vista: en primer lugar de acuerdo a la magnitud y al tiempo de duración del efecto y en segundo lugar en función de la máxima profundidad del perfil hasta donde es posible detectar la influencia de la práctica aplicada.

En este orden de ideas el objetivo principal del presente trabajo consistió en evaluar la modificación de la actividad de la amidohidrolasa (ureasa) y la fosfomonoesterasa, a través del perfil del suelo como consecuencia de la aplicación de dos tipos de labranza (convencional y conservacionista con y sin incorporación de residuos orgánicos vegetales).

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia fue realizada en la estación experimental del INIA. La misma está localizada en el Municipio Peña, Distrito Yaritagua, Estado Yaracuy (Venezuela), a 10° 05' de latitud norte, 69° 07' de longitud oeste y 320 msnm. Según la clasificación de Holdrige la zona se corresponde con un bosque seco tropical, con un promedio de precipitación anual alrededor de 940 mm. La zona se caracteriza además por una elevada variabilidad en la distribución de las lluvias así como de la lámina total caída de un año a otro.

Durante el periodo lluvioso (mayo a octubre) se presentan lluvias de alta intensidad con elevado poder erosivo (Leon, 1993). Los cultivos predominantes en el área son caña de azúcar y maíz, éste último muchas veces en terrenos de alta pendiente inadecuadamente mecanizados.

El suelo usado en el estudio ha sido clasificado por Comerma y Ovalles (1984) como un Oxic Haplustalf, arcilloso, caolínico, isohipertérmico perteneciente a la serie Uribeque. Presenta moderados contenidos de arcilla que se incrementan con la profundidad, estructura blocosa subangular, permeabilidad moderada y limitaciones por topografía y fertilidad química. El Cuadro 1 ilustra las principales características.

Cuadro 1. Características del suelo Uribeque

Prof. (cm)	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	pH (agua 1:2,5)	CO ² g.Kg ⁻¹	C:N ³	CIC ⁴ cMol _c Kg ⁻¹
0 – 10	49,5	28,1	22,4	F	7,2	8,6	7	6,6
10 – 30	44,7	29,3	26,0	F	7,5	7,0	7	5,4
30 – 60	39,4	24,9	35,7	FA	8,1	3,1	4	5,5
60 – 100	33,5	23,7	48,8	A	8,1	1,9	2	6,4
100 – 160	35,2	22,1	42,6	A	7,7	1,5	2	6,5

Se evaluaron seis tratamientos provenientes de la combinación de la aplicación de dos tipos de labranza, convencional y conservacionista; tres tipos de residuos de leguminosas, tapiramo, (*Phaseolus lunatus*) y crotalaria (*Crotalaria juncea*); y barbecho éste último representó el testigo por cuanto el residuo presente correspondió a la vegetación natural de la zona. Paralelamente se evaluó, bajo labranza convencional el efecto de la aplicación de residuo de gramínea: pasto elefante (*Penisetum purpureum*) solo o mezclado con residuos de crotalaria.

El Cuadro 2 muestra la composición de los tratamientos y la nomenclatura que se usará a lo largo de este trabajo. La dosis de residuo utilizada en cada tratamiento fue de 10 Mg.ha⁻¹, con base a materia seca. En todos los casos las parcelas fueron sembradas con maíz (Híbrido PB-8).

Los residuos vegetales fueron incorporados (labranza convencional) o dejados en superficie (labranza conservacionista) a la edad de 45 días. El día en que fueron cortados se tomó una muestra a los fines de conocer algunos parámetros inherentes a su composición química, los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Tratamientos evaluados en la experiencia

Tratamiento	Labranza	Residuo
CosB	Conservacionista	Barbecho
CosT	Conservacionista	Tapiramo
CosC	Conservacionista	Crotalaria
ConB	Convencional	Barbecho
ConT	Convencional	Tapiramo
ConC	Convencional	Crotalaria

Cuadro 3. Análisis químico de las especies utilizadas como residuos

Residuo	C0 (%)	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	C:N
Crotalaria	46,25	3,21	0,30	2,63	0,44	1,44	14,5
Tapiramo	54,22	1,85	0,25	1,60	0,26	1,74	24,3

Una vez finalizado el periodo de siembra del maíz, se realizaron los muestreos, para lo cual se subdividió cada parcela en cuatro subparcelas de seis metros aproximadamente, usando barreno tipo Veimeyer, las cuatro submuestras fueron mezcladas para obtener una muestra compuesta por cada tratamiento y cada estrato del suelo desde el nivel superficial, cada 10cm, hasta sesenta centímetros de profundidad.

Para los diversos análisis los suelos colectados en cada muestreo fueron secados al aire en el laboratorio por dos o tres días y posteriormente se tamizaron a 2 mm, luego se procedió a medir la actividad de la fosfomonoesterasa ácida por medio del método descrito por Tabatabai (1982), mientras que la actividad de la ureasa fue medida por el método descrito por Tabatabai (1982) y modificado por Praveen-Kumar (1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se ilustran en las Figuras 1 (a y b) y 2 (a y b) en las cuales se muestra la actividad de la ureasa y de la fosfomonoesterasa respectivamente, en los diferentes estratos del suelo y para los distintos tratamientos.

Con respecto a la actividad ureásica (Figura 1) se observa una disminución de la misma, con la profundidad del suelo. Esta disminución es más uniforme en los bloques bajo labranza conservacionista que bajo labranza convencional aun cuando en este caso el descenso es más rápido, esto coincide con los resultados reseñados por Pérez Mateos y González Carcedo (1984) y Dick (1984). Los primeros autores encontraron una mayor actividad de la ureasa, con respecto a otras enzimas evaluadas a profundidades comprendidas entre 40-50 centímetros del suelo. En tal sentido, en el trabajo realizado por Torstensson (1980), se atribuyó este comportamiento a la existencia de una menor población microbiana a dichas profundidades del suelo, 40-50 centímetros, que en la superficie del mismo.

Ahora bien, en esta experiencia se observó que en los tratamientos donde se utilizó crotalaria la disminución de la actividad de la ureasa en los distintos estratos del suelo fue más lenta, lo cual podría atribuirse a su alto contenido de lignina (7,84 %) mostrado por Rivero (1993), quien indica que este es un valor alto comparado con otras especies de leguminosas. Este material es bastante estable por lo que su descomposición no es tan rápida como la del resto de los residuos añadidos. Esto genera una velocidad de suministro de carbono menor para la actividad microbiana (Rivero, 1993), efecto que se produciría a pesar de existir un mayor contacto con el suelo.

En cuanto a la actividad de la fosfomonoesterasa, los mayores niveles de actividad fueron detectados en la capa más superficial. Estos niveles disminuyeron en forma uniforme hacia los estratos más profundos, sobre todo en aquellos bloques donde se utilizó labranza conservacionista. En el caso de la labranza convencional, los niveles de actividad fueron menores a los de labranza conservacionista y su disminución con la profundidad fue más rápida a excepción del tratamiento donde se usaron los residuos de crotalaria (CosC). La explicación para este comportamiento no difiere fundamentalmente de la indicada anteriormente para el caso de la ureasa, amparada en los argumentos de autores como Torstensson (1980), Rivero (1993), Dick (1984), Pérez Mateos y González Carcedo (1984) y Pang Kolenko (1986).

Un aspecto importante que podría ser eventualmente explicativo del comportamiento detectado, tanto para la ureasa como para la fosfomonoesterasa a través del perfil del suelo, es el hecho de que los materiales orgánicos añadidos, sufren inicialmente, procesos de adsorción sobre las partículas edáficas y posteriormente, bien a través de reacciones químicas intermedias o bien directamente, se desorben ejerciendo efectos indirectos sobre la actividad enzimática, vía la estimulación del crecimiento de los microorganismos (Pérez Mateos y González Carcedo, 1985).

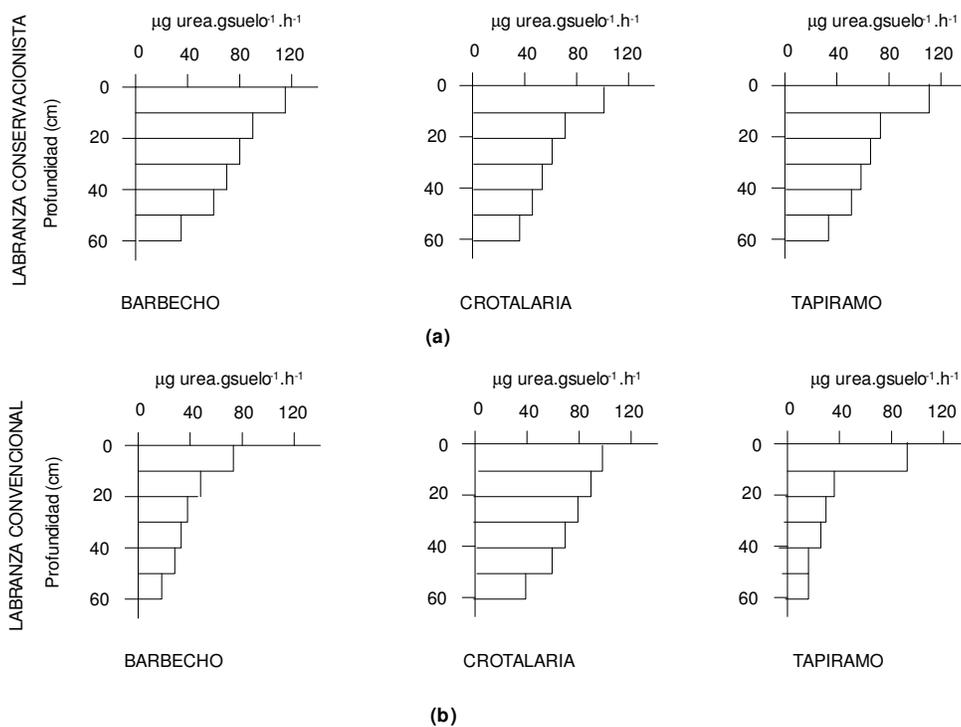


Figura 1. Modificación de la actividad de la ureasa a través del perfil del suelo

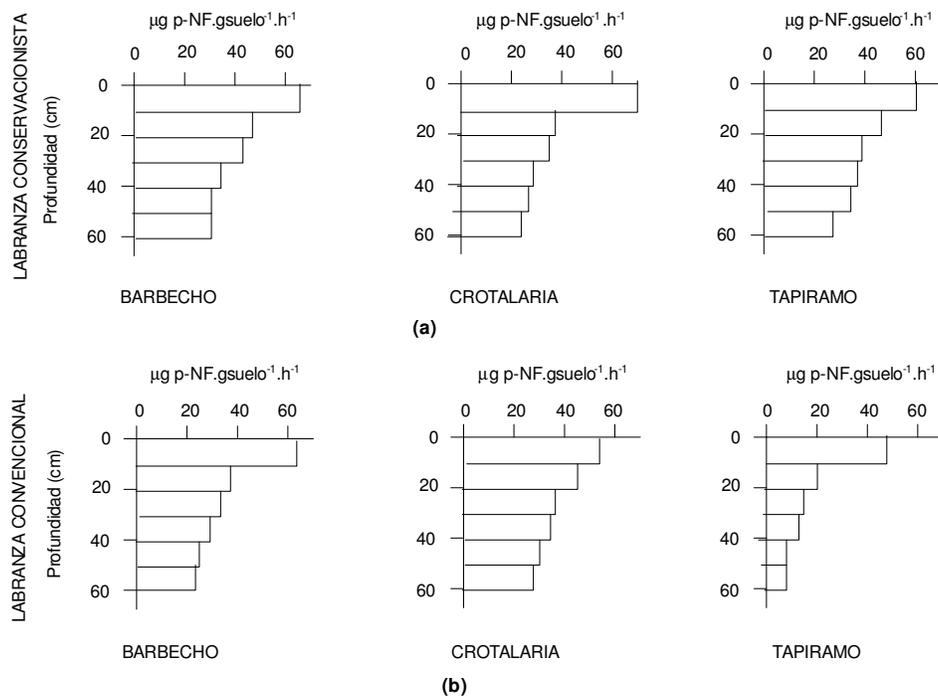


Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre la modificación de la actividad de la fosfatasa a través del perfil del suelo

CONCLUSIONES

El experimento permitió evidenciar nuevamente el descenso de la actividad enzimática del suelo, evaluada en este caso a través de la ureasa y la fosfomonoesterasa, con la profundidad. Los niveles de actividad y la disminución de los mismos hacia el interior del perfil estuvieron vinculados en primer lugar al tipo de labranza utilizado por cuanto la aplicación de labranza convencional indujo una disminución más rápida con la profundidad que la inducida por la labranza conservacionista.

El otro factor importante es el referido al tipo de residuo utilizado, en tal sentido, se observó que cuando se utilizó residuo de crotalaria, la disminución de la actividad enzimática con la profundidad se produjo a menor velocidad, lo cual fue atribuido, con base a la información obtenida para el mismo material en ensayos paralelos a éste (Rivero, 1993), al alto contenido de lignina presente en el tejido de esta leguminosa.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento al CDCHT de la Universidad de los Andes por el soporte financiero para los proyectos C7379501 y C9049801A.

LITERATURA CITADA

- Awja, H. A., C. D. Dell y C. VV. 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.
- Comerma, J. y F. Ovalles.** (1984) Informe mimeografiado incluido en el material de la Cátedra "Conservación de Suelos y aguas" del Postgrado en Ciencia del Suelo de la Facultad de Agronomía. UCV, Maracay.
- Contreras, F., Rivero C. y J. Paolini** (1995). Efecto de incorporación de residuos orgánicos y dos tipos de labranza sobre la actividad de la ureasa en un Alfisol. *Venesuelos*. Vol. 3 No. 1.
- Contreras, F., Rivero, C. y J. Paolini** (1996). Efecto de incorporación de residuos orgánicos y dos tipos de labranza sobre la actividad de la fosfatasa en un Alfisol. *Revista de la Facultad de Agronomía* 23 (2-4):
- Dick, W. A.** (1984). Influence of long term and crop rotation combinations on soil enzymes activities. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:569-574.
- Kennedy, A. C. y R. 1. Papendick.** (1995). Microbial characteristic of soil quality. *J. Soil Sci. Conservation.* 50:81-100.
- León, M.** (1993). Efecto de sistemas de labranza conservacionista con el uso de leguminosas en un Alfisol de la zona de Yaracuy. Tesis de Maestría Facultad de Agronomía. UCV, Maracay 74 p.
- Martens, D. A., Johanson, D. B. y D.T. Frarwenberger Jr.** (1992) Production and persistence of soil enzymes with repeated of organic residues. *Soil Sci.* 153(1):53-40.
- Pang, P.C. y H. Kolenko.** (1986) Phosphomonoesterase activity in forest soil. *Soil. Biol. Biochem.* 18 (1):35-40
- Pérez Mateos, M. y S. González Carcedo.** (1984). Evolución de la actividad enzimática del suelo a través del tiempo y su distribución en los horizontes del perfil edáfico. *Anal. Edafol. Agrobiol.* 42(1-2): 133-141
- Pérez Mateos, M. y S. González Carcedo.** (1985). Interacción entre materiales orgánicos añadidos al suelo y su actividad ureásica *Anal. Edafol. Agrobiol.* 44(1-2):23-24.
- Prasad, R., J. F. Power.** 1991. Crop residue management. *Adv. Agron.* 15:205-250.
- Praveen-Kumar, R. K. Aggarwal.** (1989) A modification of Douglas and Bremner method for colorimetric estimation of urea. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.* 20(19-20):2171-2176.
- Rivero, C. (1993).** Evaluación de la materia orgánica nativa e incorporada en tres suelos de importancia agrícola en Venezuela Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay 250 p.
- Salinas-García, J. R., F. M. Hons, J. M. Matocha.** 1997. Long term effects tillage and fertilization on soil organic matter dynamic. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:152-159.

- Stenberg, M, B. Stenberg, T. Rydberg.** 2000. Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. *Applied Soil Ecology* 14: 135–145
- Tabatabai, M. A.** (1982). Soil Enzymes. In *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* A.L. Page (Editor) American Society of Agronomy Madison. pp 903-347.
- Torstensson, L.** (1980). Role of microorganisms in decomposition. In "Interaction between herbicides and the soil". R.J. Hance (Editor). Academic Press, London. pp. 159-173.