

# EVALUACIÓN DE POBLACIONES BACTERIANAS Y FÚNGICAS Y SU DIVERSIDAD, EN UN SUELO VÉRTICO BAJO VEGETACIÓN NATURAL, EN SISTEMAS DEGRADADOS Y EN RECUPERACIÓN

E. GOMEZ<sup>1</sup>; M. CONTI<sup>2</sup>; R. PIOLI<sup>3</sup> y V. BISARO<sup>4</sup>

## RESUMEN

Se estudió la relación entre poblaciones bacterianas y fúngicas y su diversidad en un suelo vértico con distintas historias de manejo posterior al desmonte de la vegetación natural, a dos profundidades de muestreo, tomando la condición prístina como referencia. La diversidad funcional de la comunidad bacteriana se evaluó mediante el metabolismo de diferentes fuentes carbonadas y la diversidad en la comunidad de hongos, determinando abundancia de géneros fúngicos presentes. Se encontraron diferencias entre las distintas situaciones en todas las propiedades estudiadas, y éstas fueron más evidentes a menor profundidad. La biota del suelo puede resultar indicativa de cambios producidos por el desmonte y el uso posterior del suelo.

**Palabras clave.** poblaciones microbianas; diversidad funcional bacteriana; diversidad fúngica.

## BACTERIAL AND FUNGAL POPULATIONS AND THEIR DIVERSITY IN A VERTIC SOIL IN DEGRADING AND RECOVERING SYSTEMS AS COMPARED WITH THE NATIVE CONDITION

## SUMMARY

The relationships between bacterial and fungal populations and their diversity were evaluated at two sampling depths in a vertic soil under different management after clearing of natural vegetation, taking the pristine conditions as reference. Functional diversity of the bacterial community was studied by the metabolism of different carbon sources, and fungal diversity determining abundance of fungic genera. Differences among situations were found in all the studied properties and those were more remarkable at the lower depth. Soil biota may result indicative of changes produced by clearing and posterior use of land.

**Key words.** microbial populations; bacterial functional diversity; fungal diversity

## INTRODUCCIÓN

La calidad de muchos suelos ha declinado considerablemente en la medida en que han sido disturbados y destinados a una actividad agrícola continua. La intensificación de la agricultura ha traído como consecuencia un deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas en los suelos, viéndose afectada su productividad en muchas zonas del país.

Existen numerosos estudios sobre el efecto de

labranzas, rotación de cultivos y otras prácticas agrícolas sobre las propiedades físicas y químicas edáficas en distintos tipos de suelos (Chang y Lindwall, 1992; Edwards *et al.*, 1992; Chagas *et al.*, 1994), y es creciente el interés en el conocimiento de los cambios que ocurren en los organismos del suelo y las propiedades bioquímicas.

El componente biológico del suelo constituye un ensamblaje de diversos grupos interrelacionados de organismos que representan distintos niveles

<sup>1</sup>Cátedra de Microbiología Agrícola, <sup>3</sup>Cát. de Fitopatología, <sup>4</sup>Cát. de Estadística. Facultad de Ciencias Agrarias. U.N. de Rosario. Email: evgomez@arnet.com.ar

<sup>2</sup>Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía. UBA. Avda. San Martín 4453. Capital Federal. e-mail= zubillag@mail.agro.uba.ar

tróficos, de fundamental importancia para el desenvolvimiento de innumerables procesos que se llevan a cabo en el suelo, como la descomposición de residuos orgánicos, ciclado de nutrientes, síntesis de sustancias húmicas, agregación, degradación de xenobióticos.

Alteraciones en las propiedades físicas como resultado de prácticas agrícolas afectan la dinámica de las poblaciones microbianas, su distribución en el perfil del suelo (Doran, 1980; Toresani *et al.*, 1998), y los procesos asociados con su actividad (Woods y Edwards, 1992). A su vez, modificaciones en la biota edáfica podrían preceder a cambios detectables en las propiedades físicas y químicas de un suelo y proveer una señal temprana de mejora o advertencia de su degradación (Pankhurst *et al.*, 1995).

La importancia de la biota del suelo en el mantenimiento de la fertilidad y productividad de los suelos ha sido objeto de muchos programas de investigación (Brusaard *et al.*, 1988; Beare, 1997). En ellos se ha evaluado la contribución de las poblaciones de hongos y bacterias, y de las cadenas tróficas que a partir de ellas se originan, a la acumulación y pérdida de materia orgánica edáfica y al ciclado de nutrientes.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la relación entre las poblaciones bacterianas y

fúngicas, el potencial de metabolización de sustratos carbonados como indicador de diversidad en la comunidad bacteriana, y la distribución de los géneros fúngicos más frecuentemente encontrados asociados a la descomposición de la materia orgánica edáfica, en un suelo vértico con diferencias respecto de años desde el desmonte y manejo posterior. El mismo suelo en su condición pristina fue tomado como referencia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección y acondicionamiento de las muestras

Este trabajo se realizó en el marco de un Proyecto de Conservación de Recursos Naturales, en un área de suelos Argiudoles vérticos de la provincia de Entre Ríos, representativa del norte del Departamento Paraná y sur del Departamento La Paz. En octubre de 1998, se recolectaron muestras de cuatro situaciones sobre un mismo tipo de suelo, a dos profundidades (0-7,5 cm y 7,5-15 cm). Las parcelas de cada situación se dividieron en sectores de 50 m<sup>2</sup>. De cada sector se tomaron muestras compuestas por 20 submuestras. Tres repeticiones de cada situación se tamizaron (<2mm) y se conservaron a 4°C hasta su análisis. Las características del suelo y los sitios de muestreo se describen en el Cuadro N° 1.

### Análisis de las muestras

Las poblaciones bacterianas y fúngicas se evaluaron por recuento en placa en medio "triptic soyagar" (TSA) y agar papa dextrosa (APD), respectivamente, luego de 5 días de incubación a 25°C. (Pankhurst *et al.*, 1995).

**Cuadro N° 1. Descripción de las características del suelo y de los sitios de muestreo**

Suelo	Argiudol vértico (familia fina, montmorillonítica, térmica); horizonte A con arcilla, 236 g kg <sup>-1</sup> ; limo 737 g kg <sup>-1</sup> ; materia orgánica 54 g kg <sup>-1</sup> ; C/N, 11; pH en H <sub>2</sub> O (1:2,5), 5,2. (Análisis de suelo virgen)
Situación 1 (S1)	vegetación pristina: bosque xerófito ( <i>Prosopis sp.</i> , <i>Celtis sp.</i> ) y herbáceas ( <i>Stipa</i> , <i>Setaria</i> , <i>Bothriochloa Paspalum</i> , <i>Stenandrium</i> , <i>Scoparia</i> , <i>Trifolium</i> )
Situación 2 (S2)	16 años de desmonte; cultivada durante los primeros 8 años; con pradera naturalizada ( <i>Bromus sp.</i> ) desde 1990
Situación 3 (S3)	26 años de desmonte; cultivo continuo con maíz ( <i>Zea mays L.</i> ) y soja ( <i>Glycine max (L.) Merr</i> ) con labranza convencional; recientemente arada al momento de muestreo
Situación 4 (S4)	40 años de desmonte; cultivo continuo con maíz y soja, bajo labranza cero desde 1994; con cobertura de residuo de soja al momento de muestreo

Los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonias (UFC)  $g^{-1}$  de suelo en base seca, para lo cual se determinó también humedad gravimétrica.

La diversidad de la comunidad bacteriana se estudió mediante el uso de distintos sustratos carbonados, utilizándose el ensayo Biolog GN (Biolog Inc., Hayward, CA), que consiste en placas con celdas conteniendo un medio basal con 95 sustratos carbonados distintos en cada celda, y un control sin fuente de carbono. Se prepararon suspensiones de suelo en solución salina estéril (NaCl 0,85%), se pre-incubaron durante 18 horas (Dick *et al.*, 1996), se inocularon las placas con alícuotas de 100  $\mu l$  de la dilución  $10^{-4}$  en cada celda y se incubaron a 25 °C. La intensidad de uso de cada sustrato se midió como densidad óptica a 590 nm con un lector de placa Dynatech MR700.

La diversidad fúngica se estudió mediante la distribución de géneros asociados a la descomposición de la materia orgánica. A partir de la siembra en APD se identificaron los principales géneros presentes, determinándose abundancia de los más frecuentemente hallados.

### Análisis de los datos

Los datos de UFC  $g^{-1}$  de suelo en base seca se transformaron mediante logaritmo, y se realizó el ANOVA considerando los efectos de situaciones, sectores, profundidades y sus interacciones. La utilización de sustratos carbonados se analizó mediante MANOVA, transformando las variables en  $\arcsen x^{1/2}$  ( $x = \%$  de sustratos carbonados metabolizados), agrupando los mismos según estructura química en: carbohidratos (CH), ácidos carboxílicos (AC), aminoácidos (AA), aminas/amidas (An/Ad) y polímeros (P). La abundancia de los distintos géneros fúngicos presentes se determinó mediante porcentaje de cada género en relación con el total de aislamientos obtenidos en cada situación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Poblaciones bacterianas y fúngicas

Se observaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre situaciones en el número de bacterias, y en la interacción de sitios x profundidad de muestreo. Se analizó la profundidad para cada situación y se observaron diferencias significativas entre profundidades ( $P < 0,01$ ) en la situación prístina (S1) y en S4, y en el sitio con 16 años de desmonte (S2) ( $P < 0,05$ ), y no significativas en la situación con 26 años de desmonte y agricultura

convencional (S3) (Fig. 1A). Con respecto a la población fúngica no se detectaron diferencias para ningún efecto (Fig. 1B).

Se analizó también la relación bacterias:hongos (B:H), encontrándose diferencias entre situaciones y en la interacción de sitios x profundidad de muestreo, donde S1 y S4 presentaron diferencias ( $P < 0,01$  y  $P < 0,05$ , respectivamente) entre profundidades. En la profundidad de 0-7,5 cm la relación B:H fue 9, 11, 30 y 158, mientras que en los 7,5-15 cm se hallaron valores de 37, 25, 15 y 26, en S1, S2, S3 y S4, respectivamente (Fig. 1C).

En todos los casos se evidenció la superioridad numérica de las bacterias sobre los hongos. En S1 y S2, la relación B:H fue mayor en 7,5-15 cm con respecto a la profundidad de 0-7,5 cm. Este predominio bacteriano a mayor profundidad podría explicarse por el efecto estimulador de las raíces sobre la comunidad bacteriana presente en la zona rizosférica, ya que en ambas situaciones se observó un denso entretrejido de raíces a la profundidad considerada. En S3, la relación B:H fue mayor en los 0-7,5 cm que a 7,5-15 cm, contraponiéndose con otros resultados informados para labranza convencional, en que las bacterias dominaron la biomasa microbiana a mayores profundidades (Beare, 1997).

En S4 se halló una relación B:H muy alta a 0-7,5 cm con respecto a 7,5-15 cm, que evidencia un gran predominio de bacterias (ver Fig. 1). Esto podría explicarse por el tipo de residuo presente en superficie al momento del muestreo (rastreo de soja). La relación B:H responde no sólo a la retención de rastros en superficie, sino también a la calidad del residuo (Allison y Killham, 1988). Broder y Wagner (1988) hallaron que residuos de leguminosas resultaron en mayor número de bacterias mientras residuos de cereales en mayor número de hongos.

una alta proporción de sustratos usados, pero compuestos con nitrógeno en su estructura química como los aminoácidos, diferenciaron S3 de S1, observándose un menor uso de ellos en S3. Con respecto al grupo de An/Ad, S1 difirió de S2 y S4, mientras que S3 presentó una respuesta intermedia (Fig. 2A). En la profundidad 7,5-15 cm, las diferencias en la proporción de fuentes carbonadas usadas en las distintas situaciones fueron menos evidentes que en la profundidad de 0-7,5 cm, encontrándose las mayores diferencias en el grupo de CH (Fig. 2B).

En S1 se encontró la mayor proporción de sustratos metabolizados, reflejando un alto potencial metabólico y diversidad funcional en la comunidad bacteriana. En S3, si bien la proporción de fuentes carbonadas metabolizadas fue alta, la di-

versidad fue menor con respecto a S1, especialmente en la profundidad de 0-7,5 cm, en coincidencia con los resultados de Lupwayi *et al.* (1998) que investigó el uso de fuentes carbonadas en dos sistemas de manejo y encontró que la labranza causó una disminución en la diversidad microbiana. La comunidad bacteriana proveniente de S4, el sitio con 40 años de desmonte, mostró menor proporción de sustratos usados. Esta disminución en el potencial metabólico podría estar reflejando un cambio en la composición de la comunidad bacteriana como consecuencia de modificaciones en la aireación del suelo por la ausencia de labranzas (Linn y Doran, 1984a).

Los resultados hallados en lo que respecta al menor uso in vitro de fuentes carbonadas con nitrógeno en su estructura en S3 podrían estar reflejando un cambio en la composición de la

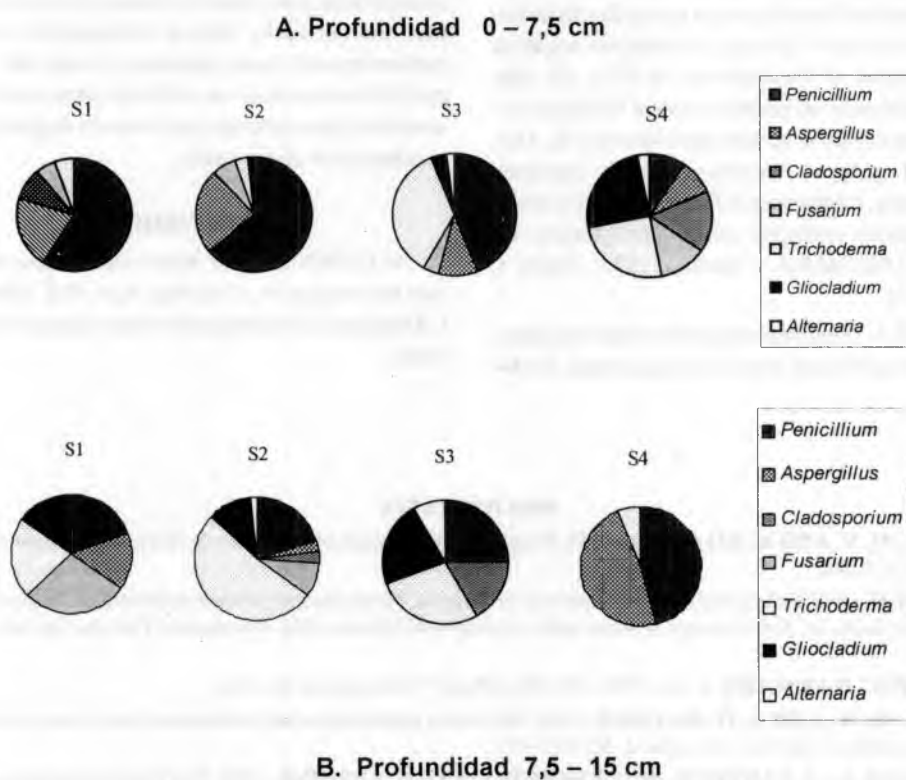


Fig. 3. Distribución (% de aislamientos) de géneros fúngicos en S1: situación prístina; S2: 16 años de desmonte y pradera; S3: 26 años de desmonte y agricultura convencional; S4: 40 años de desmonte y labranza cero.

- CHAGAS, C. I.; H. J. MARELLI Y O. J. SANTANATOGLIA. 1994. Propiedades físicas y contenido hídrico de un Argiudol típico bajo tres sistemas de labranza. *Ciencia del Suelo* 12: 11-16.
- CHANG, C. AND C. W. LINDWALL. 1992. Effect of tillage and crop rotation on physical properties of a loam soil. *Soil & Till. Res.* 22: 383-389.
- EDWARDS, J. H.; C. W. WOOD; D. L. THURLOW AND M. E. RUF. 1992. Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 945-951.
- DICK, R.; D. BREAKWELL AND R. TURCO. 1996. Soil Enzyme Activities and Biodiversity Measurements as Integrative Microbiological Indicators. En: Doran J y Jones A (Ed.). *Methods for Assessing Soil Quality*, SSSA Spec. Public. 49, SSSA, Madison, Wisconsin, pp. 247-271.
- DORAN J. W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 765-771.
- LINN, D. M. AND J. DORAN. 1984b. Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48: 794-799.
- LIPPS, P. E. AND I. W. DEEP. 1991. Influence of tillage and crop rotation on yield, stalk rot, and recovery of *Fusarium* and *Trichoderma* spp. from corn. *Plant Dis.* 75: 828-833.
- LUPWAYI, N. Z.; W. A. RICE AND G. W. CLAYTON. 1998. Soil microbial diversity and community structure under wheat as influenced by tillage and crop rotation. *Soil Biol. Biochem.*, 30: 1733-1741.
- MCFADDEN, A. G. AND J. C. SUTTON. 1975. Relationships of populations of *Trichoderma* spp. in soil to disease in maize. *Can. J. Plant Sci.* 55: 579-586.
- PANKHURST C. E.; B. G. HAWKE; H. J. MCDONALD; C. A. KIRBY; J. C. BUCKER-FIELD; P. MICHELSEN; K. A. O'BRIEN; V. V. S. R. GUPTA AND B. M. DOUBE. 1995. Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. *Aust. J. Exp. Agr.* 35: 1015-1028.
- ROPER, M. M. AND V. V. S. R. GUPTA. 1995. Management Practices and Soil Biota. *Aust. J. Soil Res.* 33: 321-339.
- STURZ, A. V.; M. R. CARTER AND H. W. JOHNSTON. 1997. A review of plant disease, pathogen interactions and microbial antagonism under conservation tillage in temperate humid agriculture. *Soil & Till Res.* 41: 169-189.
- TORESANI, S.; E. GOMEZ; B. BONEL; V. BISARO AND S. MONTICO. 1998. Cellulolytic population dynamics in a vertic soil under three tillage systems in the Humid Pampa of Argentina. *Soil & Till. Res.* 49: 79-83.
- WOODS, C. W. AND J. H. EDWARDS. 1992. Agroecosystem management effects on soil carbon and nitrogen. *Agric. Ecosystems Environ.* 39: 123-138.