

ACTIVIDAD Y BIOMASA FUNGICA EN SUELOS AGRICOLAS BAJO DISTINTOS MANEJOS (1)

C. B. Mc Allister, D. P. Rolla y A. M. Godeas (2)

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
Pabellón II 4to. Piso. Ciudad Universitaria. 1428 Buenos Aires.

RESUMEN

Se aplicaron distintos métodos microbiológicos con el objeto de determinar la actividad microbiana y la biomasa fúngica de un suelo sometido a dos situaciones distintas de labranza: labranza convencional y sin labranza, cada uno de ellos con agregado de fertilizante y sin él. Se obtuvieron valores de biomasa activa para cada caso, que resultaron menores a los de biomasa total, ya que ésta incluye biomasa total más necromasa. Se calculó el diámetro de las hifas presentes en el suelo, encontrándose que los mismos tuvieron una distribución equitativa dentro de los distintos intervalos considerados. La micorrización de raíces mostró la influencia negativa que sobre ella tiene la aplicación de fertilizante nitrogenado, obteniéndose los valores más bajos en los suelos sin labranza y con fertilizante, debido al poco desarrollo de las plantas. En cambio el número de propágulos/100 g de suelo no muestra variación con el tipo de labranza ni el agregado de fertilizante.

Palabras clave: Labranza convencional vs. sin labranza, fertilización nitrogenada, biomasa total, biomasa activa, micorrización.

FUNGAL ACTIVITY AND BIOMASS IN CULTIVATED SOILS UNDER DIFFERENT TILLAGE PRACTICES

ABSTRACT

Different microbiological methods were used to determine the fungal biomass and microbiological biomass of a soil under two different tillage situations: conventional tillage and no tillage, each one with and without the addition of N-fertilizer. The values of active biomass obtained were lower than those of total biomass, since this one includes active biomass + nechromass. The hyphae diameter calculated had an equitative distribution within the different ranges considered. The micorrhization of roots showed a negative influence of N-fertilizer. It was lower in no tillage soils with N-fertilizer due to the little development of the plants. Nevertheless, the number of propagules/100 g of soil remained invariable regardless of treatments or fertilization.

Key words: Conventional tillage vs. no tillage, N-fertilization, total biomass, active biomass, micorrhization.

- (1) Investigación subsidiada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina.
- (2) Investigadora del CONICET.

INTRODUCCION

El crecimiento y la actividad de los hongos en el suelo están regulados por la interacción de factores biológicos, químicos y físicos. Los factores más importantes son: disponibilidad de nutrientes, fundamentalmente de carbono (energía), humedad, temperatura y depredación por parte de otros organismos. Existen otros tales como: textura, composición de la atmósfera, pH del suelo y prácticas de manejo (laboreo, barbecho y fertilización), que modifican los factores antes enunciados (Voroney et al., 1981), y fundamentalmente varían la calidad y cantidad de materia orgánica del suelo. Se han usado varios modelos para describir la dinámica de la materia orgánica bajo diferentes condiciones de manejo. El tiempo de permanencia de las distintas fracciones de la materia orgánica en un suelo determinado va desde un año a más de mil años (Paul y Juma, 1981; Parton et al., 1983). Los componentes de la materia orgánica con un tiempo relativamente corto de residencia en el suelo están constituidos por la masa microbiana (Jansson, 1958).

En este trabajo se estudia cómo los microorganismos del suelo son afectados por la diferencia de manejo, los residuos de cosecha y la fertilización, cuantificando la biomasa miceliana, el número de propágulos de endomicorizas presentes en el suelo, la cantidad de raíces micorrizadas y la biomasa total de microorganismos presentes en el suelo.

MATERIALES Y METODOS

El sitio donde se llevó a cabo la investigación corresponde a una parcela experimental, sembrada con soja a punto de ser cosechada (abril 1988), dentro de la Estación Experimental INTA Pergamino, provincia de Buenos Aires. En el año anterior al experimento la cantidad de lluvia caída fue de 1082 mm y la temperatura media de 16,3° C. La parcela bajo experimentación fue dividida en ocho subparcelas (4 repeticiones de cada forma de laboreo); Labranza convencional, Lc (arado excéntrico, cincel, disco doble acción, vibrocultivador) y Labranza conservacionista, Lo (con rastrojo de superficie), incorporándose a la mitad de cada una de las parcelas 80 kg N ha⁻¹ de fertilizante nitrogenado (urea, 46 % de nitrógeno) y herbicida (2-4D, 650 cm³ ha⁻¹ y Bauvel 140 cm³ ha⁻¹).

Se tomó una muestra de suelo de cada una de las subparcelas, determinándose en cada una los siguientes parámetros:

a) Peso seco: a 80° C durante dos días y luego a peso constante. b) Largo total de hifas: estimado por placas de agar según la técnica de Jones y Mollison (1948), modificado por Domsch et al. (1979). Las muestras son homogeneizadas en agar y las placas leídas con aumento 400 X con contraste de fase, preparándose para cada muestra 10 placas de agar y realizándose en cada una 20 lecturas por el método de la intersección de Olson (1950). c) Diámetro de las hifas: se contaron 100 fragmentos de hifas de cada uno de los tratamientos, lo cual permitió calcular el biovolumen en cada caso. La densidad considerada fue de 1,1 g/cm³ y el contenido de materia orgánica seca 21 % (Bakken y Olsen, 1983). Para determinar el contenido de C se usó el 45 % del peso seco. d) Contenido de carbono de la biomasa microbiana: determinado por el método de la fumigación con cloroformo (Jenkinson y Powlson, 1976). El suelo se expone a vapores de cloroformo y luego se reinocula incubándose en presencia de NaOH, midiéndose la cantidad de NaOH remanente por titulación en presencia de anhídrido carbónico a los 10 y 20 días de la fumigación. e) Contenido de propágulos de endomicorizas del suelo: por filtrado húmedo u decantación de acuerdo con el método de Gerdeman y Nicholson (1963), modificado por Daniels y Skipper (1982). f) Cuantificación de micorizas vesículo-arbusculares en raíces de plantas: por clarificación de raíces con KOH y tinción con fucsina ácida (Kormanick et al., 1982), contándose con lupa el porcentaje de raíces colonizadas por el método de la intersección (Giovannetti y Mosse, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

Diámetro de hifas

Los valores promedios encontrados exceden siempre los 2 µm; sólo en el tratamiento Lo S/F se observa un importante porcentaje de diámetros hifales entre 1 y 2 µm, mientras que en los demás tratamientos los valores se hallan más distribuidos (Fig. 1). Autores tales como Schnurer et al., (1985) vieron que en suelos pobres o donde el rastrojo quedaba en superficie, sólo el 33 % de las hifas excedían los 2 µm de diámetro, mientras que aquéllos a los que se les había hecho algún tipo de tratamiento que permitía aumentar su fertilidad, tales como incorporación de rastrojo o aplicación de algún tipo de fertilizante, el 66 % de las hifas excedían los 2 µm de diámetro. También Baath y Soderstrom (1979) determinaron que la media del diámetro hifal en los suelos minerales eran meno-

res, variando su diámetro entre 1,3 y 3 μm . Esto se debe a que las células pequeñas tienen alta relación superficie/volumen, lo que determina una adapta-

ción a la baja cantidad de nutrientes, ya que permite una mayor superficie de interacción hifa/sustrato (Kjelleberg et al., 1982).

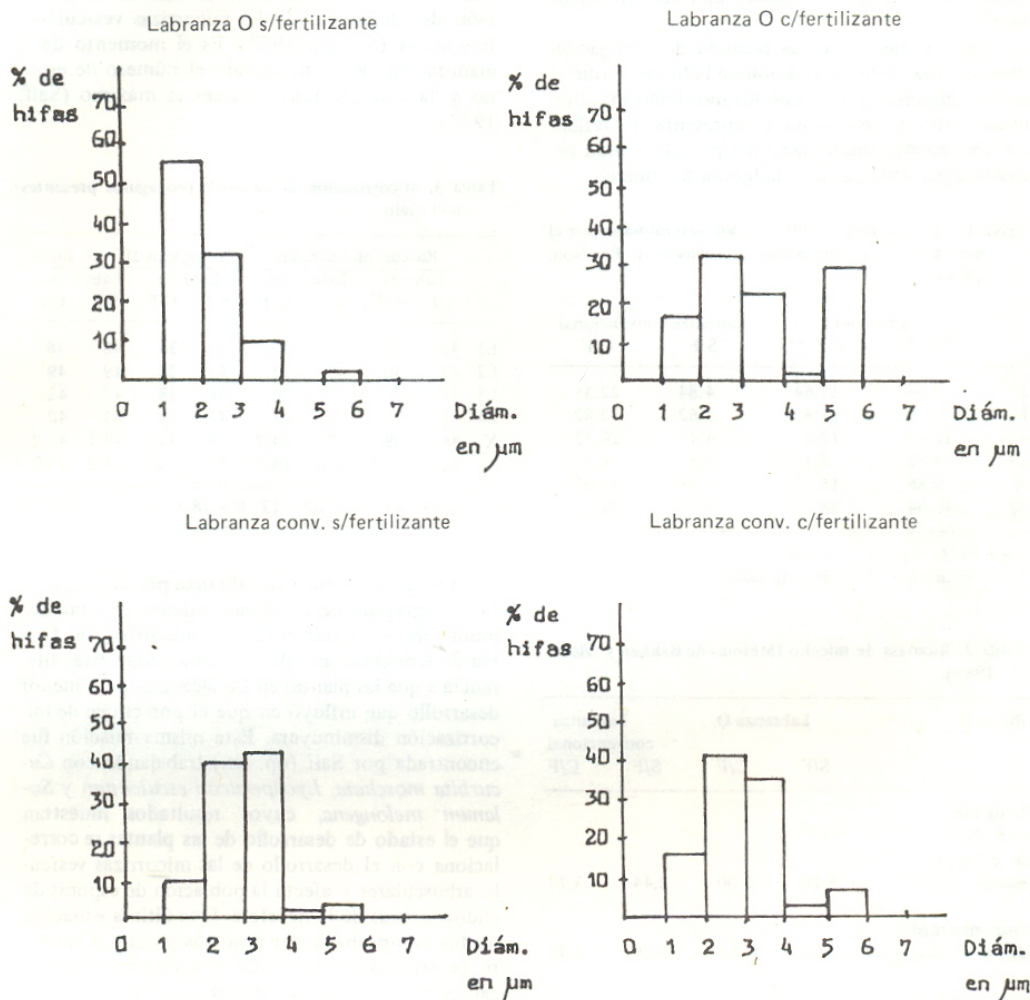


Fig. 1: Distribución de los distintos diámetros de hifas presentes en el suelo bajo diferentes tratamientos. Cada valor es la media de 4 repeticiones.

Biomasa activa/Biomasa total (mg C 100 g⁻¹ suelo)

Los valores de biomasa determinada por los métodos de fumigación y por conteo directo de hifas se muestran en las Tablas 1 y 2, respectivamente. Por ambos métodos se observa una respuesta positiva a agregado de fertilizante. Sin embargo, es

poca la correspondencia que existe entre la biomasa calculada por la técnica de fumigación y la obtenida por conteo directo. El conteo directo da valores más altos (Schnurer et al., op. cit.) debido a que una parte sustancial de la biomasa está inactiva y en muchos casos desprovista de citoplasma y membrana. Las paredes de los hongos son resis-

tes a la descomposición y se reconocen como hifas mucho después que las células están muertas (Wessen y Berg, 1986). Sólo Jenkinson y Powelson (op. cit.) y Paul y Voroney (1980) encontraron buenas relaciones entre ambos métodos en suelos alcalinos.

Se considera que las técnicas de fumigación proveen una mejor indicación de la biomasa que el conteo directo, ya que este último determina biomasa activa y necromasa y representa un reflejo del crecimiento microbiano del pasado, siendo activa una pequeña parte de la biomasa estimada.

Tabla 1. Biomasa ($\text{mg C } 100^{-1}$ suelo) determinada por el método de la fumigación (Jenkinson y Powelson, 1976).

	Labranza O		Labranza convencional	
	S/F *	C/F **	S/F	C/F
L1	7,54	17,64	4,84	22,16
L2	15,14	23,82	5,62	32,82
L3	12,5	12,5	4,4	20,32
L4	4,72	8,1	5,5	8,92
X	9,86	15,51	5,09	21,05
S _X ²	16,64	34,39	0,25	71,85

$$F = 4.6414 \quad u_1 = 3 \quad u_2 = 12$$

* Sin fertilizante ** Con fertilizante

Tabla 2. Biomasa de micelio (Método de Bakken y Olsen, 1983).

Biomasa	Labranza O		Labranza convencional	
	S/F	C/F	S/F	C/F
Longitud micelio (m g^{-1} suelo seco)	5,18	5,00	2,44	3,77
Diámetro medio de hifas (μm)	2,05	3,61	3,16	2,95
Biovolumen ($\text{mm}^3 100 \text{ g}^{-1}$ suelo)	1.665	5.126	2.303	2.575
Peso micelio ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ suelo)	1831,66	5639,08	2533,43	2833,00
Cantidad de C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ suelo seco)	17,3	77,74	23,94	38,25

Cada valor es media de cuatro repeticiones.

Raíces micorrizadas/esporas presentes en el suelo

Las mediciones del porcentaje de raíces micorrizadas y de cantidad de esporas presentes en el suelo han sido realizadas en la fase de estabilización del desarrollo de las micorrizas vesículo-arbusculares (Sutton, 1973). Es el momento de la maduración del fruto cuando el número de esporas y la colonización de raíces es máximo (Saif, 1977).

Tabla 3. Micorrización de raíces y propágulos presentes en el suelo.

	Raíces micorrizadas				Propágulos 100 g^{-1} suelo			
	Labr. O		Labr. Conv.		Labr. O		Labr. Conv.	
	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F
L1	42	32	77	40	36	36	48	38
L2	43	30	69	35	40	28	49	49
L3	51	29	75	37	38	28	47	42
L4	48	27	70	28	42	31	53	40
X	46	29,5	72,7	34,7	39	30,7	49,2	42,2
S _X ²	13,5	3,25	11,2	18,7	5	10,7	5,2	17,2

$$F = 95,58 \quad u_1 = 12 \quad u_2 = 12 \quad F = 18,57 \quad u_1 = 3 \quad u_2 = 12$$

En las dos formas de labranza propuesta (Lc y Lo) el agregado de fertilizantes determinó una disminución en el porcentaje de micorrización (Tabla 3, Krinckelman, 1975), debiéndose esta diferencia a que las plantas en Lo alcanzaron un menor desarrollo que influyó en que el porcentaje de micorrización disminuyera. Esta misma relación fue encontrada por Saif (op. cit.) trabajando con *Cucurbita moschata*, *Lycopersicon esculentum* y *Solanum melongena*, cuyos resultados muestran que el estado de desarrollo de las plantas se correlaciona con el desarrollo de las micorrizas vesículo arbusculares y afecta la población de esporas de endogonáceas de la rizósfera. Esta última situación no fue comprobada por nosotros ya que el número de esporas no varió con el agregado de fertilizantes ni con el tipo de labranza utilizado.

CONCLUSIONES

Se puede inferir de las mediciones realizadas que los distintos tratamientos a que fue sometido el suelo, se traducen en las siguientes diferencias:

a) Aumento de la biomasa activa y total con el agregado de fertilizante.

- b) Respuesta al agregado de fertilizante y al tipo de labranza en el diámetro de las hifas de los hongos presentes en el suelo.
- c) Respuesta negativa al agregado de fertilizante en cuanto al porcentaje de micorrización de raíces. La cantidad de propágulos no responde a la aplicación de fertilizante, ni al tipo de labranza.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. R. García y al INTA-Pergamino por permitir la utilización del campo experimental, y al Dr. Juan Antonio Ocampo, de la Estación Experimental del Zaidín, Granada (España), por la discusión del manuscrito.

REFERENCIAS

- Baath, E. y B. Soderstrom, 1979. Fungal biomass and fungal immobilization of plant nutrients in Swedish coniferous forest soils. *Revue d'Ecologie et Biologie du Sol*. 16: 474-489.
- Bakken, L. R. y A. Olsen, 1983. Bouyant densities and dry matter contents of microorganisms: conversion of a measured biovolume into biomass. *Applied and Environmental Microbiology*, 45: 1188-1195.
- Daniels, B. A. y H. D. Skipper, 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. En: N. C. Schenck (Ed.). *Methods and principles of mycorrhizal research*. The Am. Phytopathol. Soc. Minnesota.
- Domsch, K. H.; T. H. Beck; J. P. E. Anderson; B. Soderstrom; D. Parkinson y G. Trolldenier, 1979. A comparison of methods for soil microbial population and biomass studies. *Zeitschrift Pflanzen Boden*. 142: 520-533.
- Gerdeman, J. W. y T. H. Nicholson, 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Giovanetti, M. y B. Mosse, 1980. An evaluation technique for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytol.* 84: 489-500.
- Jansson, S. L., 1958. Tracer studies on nitrogen transformations in soil with special attention to mineralization-immobilization relationships. *Kingleja Lantbrukshogskolans Annales*. 24: 101-361.
- Jenkinson, D. S. y D. S. Powlson, 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. Method for measuring soil biomass. *Soil Biol. & Biochem.* 8: 209-213.
- Jones, P. C. T. y J. E. Mollison, 1948. A technique for the quantitative estimation of soil microorganisms. *Jour. Gener. Microbio.* 2: 54-69.
- Kjelleberg, S.; B. Humphrey y K. C. Marshall, 1982. The effect of interfaces on small starved marine bacteria. *Applied environmental microbiology*. 43: 1116-1172.
- Kormanick, P. P., W. C. Brian y R. C. Schiltz, 1982. Procedures and equipment for staining large number of plants roots. En: N. C. Schenck (Ed.). *Methods and principles of mycorrhizal research*. The Am. Phytopathol. Soc. Minnesota.
- Krinckelman, H. W., 1975. Effects of fertilizers, soils, soil tillage and plant species on the frequency of *Endogone* chlamydospores and mycorrhizal infection in arable soils. En: F. E. Sanders; B. Mosse y P. B. Tinker (Ed.). *Endomycorrhizas*. Academic Press. Londres.
- Olson, F. C. W., 1950. Quantitative estimates of filamentous algae. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 69: 272-279.
- Parton, W. J., J. Pearson y D. W. Anderson, 1983. Simulation of organic matter changes in Swedish soils. En: W. K. Lauenroth; G. V. Skogerboe y M. Flug (Ed.). *Analysis of ecological systems: state of the art in ecological modelling*. Elsevier. Amsterdam.
- Paul, E. A. y N. G. Juma, 1981. Mineralisation and immobilization of soil nitrogen by microorganisms. En: F. E. Clark y T. Rosswall (Ed.). *Terrestrial nitrogen cycles*. Ecological Bulletines (Stockholm). 33: 179-195.
- Paul, E. A. y R. P. Voroney, 1980. Nutrient and energy flows through soil microbial biomass. En: D. C. Ellwood et al., (Ed.). *Contemporary Microbial Ecology*. Academic Press.
- Saif, S. R., 1977. The influence of stage of host development on vesicular arbuscular mycorrhizae and endogonaceae sporepopulation in field-grown vegetable crops. I. Summer grown crops. *New Phytol.* 79: 341-348.
- Schnurer, J.; M. Clarholm y T. Rosswall, 1985. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biol. & Biochem.* 17: 611-618.
- Sutton, J. C., 1973. Development of vesicular arbuscular micorrhizae in crop plants. *Can. J. Bot.* 51: 2487-2493.
- Voroney, R. P.; J. A. Van Veen y E. A. Paul, 1981. Organic carbon dynamics in grassland soils. II. Model validation and simulation of the long term effects of cultivation on rainfall erosion. *Can. J. Soil Sci.* 61: 211-224.
- Wessen, B. y B. Berg, 1985. Long term decomposition of barley straw: organic-chemical changes and ingrowth of fungal mycelium. *Soil Biol. and Biochem.* 18: 53-60.