

CONTENIDO DE CARBONO ORGANICO Y BIOMASA MICROBIANA EN UN SUELO SOMETIDO A DISTINTAS INTENSIDADES DE CULTIVO

O.J. SANTANATOGLIA¹, R. ALVAREZ¹, R.A. DÍAZ¹, M. BODRERO² y M. DEMMI²

Recibido: 18/10/93

Aceptado: 28/03/94

RESUMEN

Se determinó el nivel de materia orgánica, biomasa microbiana y la intensidad de mineralización del total de carbono edáfico (carbono orgánico humificado + carbono en restos vegetales), en un Argiudol ácuico sometido a varias rotaciones agrícolas durante 10 años. Dichas rotaciones implicaban intensidades de uso de 1 a 2 cultivos por año y cantidades de residuos vegetales incorporados al suelo que variaban entre 3,6 y 6,5 t ha⁻¹ a⁻¹.

No se encontró relación entre el contenido de carbono total y los aportes estimados de residuos realizados por los cultivos. Tampoco el nivel de biomasa microbiana fue afectado por la magnitud de la incorporación de rastrojos y raíces. Esto sugiere que no se producirán cambios futuros en el tenor de materia orgánica por efecto de las rotaciones, ya que la biomasa microbiana es un índice predictivo de las variaciones de éste. El aporte de carbono proveniente de la vegetación espontánea, que se desarrolla durante los períodos en que no se cultiva el suelo, pareció ser el factor que determinó que no hubiesen diferencias entre tratamientos.

La mineralización del carbono total en incubaciones de laboratorio de 5 meses fue semejante para las distintas rotaciones, liberándose un 4-5 % del mismo como CO₂. Esto indica que la calidad de la materia orgánica, considerada como la resistencia al ataque microbiano, fue la misma en todos los casos.

Palabras clave: materia orgánica - biomasa microbiana - rotaciones agrícolas.

ORGANIC CARBON AND MICROBIAL BIOMASS CONTENT OF A SOIL SUBJECTED TO VARIOUS CULTIVATION INTENSITIES

SUMMARY

Organic matter and microbial biomass content and total carbon (organic + plant debris) mineralization intensity were determined in an acuc Argiudoll subjected to different cultural sequences during 10 years. Annual cropping frequency ranged between 1 and 2 and rotations produced variable amounts of plant residues which varied between 3.6 and 6.5 t ha⁻¹ y⁻¹.

No relation was detected between total carbon content and estimated crop debris input to soil, neither the microbial biomass was influenced by plant carbon incorporation. As microbial carbon fluctuations are an early estimation of future changes in organic matter level, this suggested that total carbon will not be affected by the crop sequence. The input of carbon from wild vegetation during the intercrop periods could be the cause of this results.

Mineralization of total carbon in 5 months incubation experiments showed that organic matter has similar resistance to microbial attack in all the treatments generating 4 - 5 % of total carbon as CO₂.

Key words: organic matter - microbial biomass - crop rotations.

¹Laboratorio de Radioisótopos, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417), Bs. Aires.

²EEA-Oliveros-INTA.

INTRODUCCION

El nivel de aporte de residuos vegetales al suelo es el principal regulador de su contenido de materia orgánica, (Olson, 1963); existiendo una relación lineal entre cantidad de carbono incorporada y carbono orgánico edáfico (Paustian *et al.* 1992; Rasmussen *et al.* 1980). En suelos con mediano o bajo tenor de materia orgánica, donde se hace barbecho limpio, la intensidad de uso agrícola está linealmente correlacionada con el contenido de carbono edáfico (Campbell *et al.* 1991. a y b).

La biomasa microbiana fluctúa más marcadamente que el carbono orgánico por efecto del manejo cultural, lo que permite emplear dicho parámetro como índice predictivo de futuros cambios del contenido de carbono orgánico del suelo, (Carter, 1986; Polwson *et al.* 1987; Saffigna *et al.* 1989). Existe también una relación directa entre la biomasa microbiana y la cantidad de carbono que se incorpora al suelo como restos vegetales (Insan *et al.* 1991; Sakamoto y Oba, 1991; Sriwastawa y Singh, 1991). A su vez, a mayor intensidad de uso agrícola se incrementa el carbono microbiano y lo hace en mayor grado que el carbono orgánico (Campbell *et al.* 1991a).

Nuestro objetivo fue determinar los efectos de varias rotaciones agrícolas, que representaban distintas intensidades de uso y generaban diferentes cantidades de residuos, sobre el nivel de carbono orgánico y biomasa microbiana del suelo en una situación donde no se controlaba la vegetación espontánea en las épocas en que el suelo estaba sin cultivo. Se evaluó también la resistencia de la materia orgánica a la degradación biológica.

MATERIALES Y METODOS

En diciembre de 1991 se muestro un ensayo de rotaciones agrícolas ubicado en la EEA Oliveros - INTA. El mismo fue iniciado en 1981 sobre un Argiudol ácuico serie Oliveros cuyas principales propiedades de 0 a 15 cm eran: 23 % de arcilla, 70 % de limo, % Corg 1.90, P asimilable 40 ppm; pH 6 y CIC 15.4 meq.100 g⁻¹ de suelo.

Las parcelas tenían 10 x 50 m, con 3 repeticiones por tratamiento, dispuestas en bloques al azar. Las

rotaciones empleadas y las intensidades de uso se describen en el Cuadro N° 1. Para estimar la cantidad de materia seca de residuos aportada al suelo por cada secuencia cultural, en base a la serie histórica de rendimientos (Bodrero *et al.* 1991 a y b), se aplicó un índice de cosecha (relación rastrojo/grano) de 2 para todos los cultivos (Buyanovsky y Wagner 1986; Deibert y Utter, 1989). El aporte de material de raíces se estimó corrigiendo la relación rastrojo/raíz de 1.3 establecida para la profundidad 0-50 cm (Buyanovsky y Wagner 1986) por 2, en base a datos tomados de ensayos realizados en suelos similares y con materiales genéticos semejantes a los aquí empleados, para la profundidad muestreada de 0-15 cm (Alvarez *et al.* 1993). Se consideró al material vegetal compuesto por un 38 % de carbono, concentración representativa de los cultivos de la región (Alvarez *et al.* 1993, Cordone *et al.* 1994). Los aportes de carbono así estimados (Cuadro N° 1) tuvieron correspondencia con los obtenidos en otros ensayos (Alvarez *et al.* 1993) y en lotes de productores (Cordone *et al.* 1993).

Las labores y el manejo de los cultivos fueron semejantes a los empleados en condiciones de producción. No se controló la vegetación natural durante los períodos inter-cultivo, exceptuando la realización de barbechos cortos (30 d) previos a la siembra. En el momento de muestreo en todos los tratamientos la especie en pie era trigo en estado de madurez.

Se tomaron 6 piques por parcela de 0 a 15 cm (profundidad de labranza) con las que se elaboró una muestra compuesta. El suelo fresco se homogeneizó a mano determinándose la biomasa microbiana por fumigación-incubación (Jenkinson y Powelson, 1976) aplicándose un factor k de 0.45 (Oades y Jenkinson, 1979). Se incubó 100 g de suelo fresco en frascos de 400 ml de capacidad y el CO₂ generado se recogió en 4 ml de NaOH 1 N que se tituló con HCl usando fenolftaleína

Cuadro N° 1. Rotaciones empleadas, intensidad de uso y aporte anual estimado de C al suelo hasta los 15 cm de profundidad

Rotación	Cultivos por año	Aporte de C kg ha ⁻¹ a ⁻¹
Trigo	1,0	3.600
Trigo/soja-soja-girasol	1,3	4.000
Trigo/soja-girasol	1,5	4.600
Trigo/soja-girasol-maíz	1,3	5.000
Trigo/soja-maíz	1,5	6.200
Trigo/soja	2,0	6.500

como indicador. La humedad se ajustó al 50 % de la CRH y la temperatura fue de 25 °C. Los controles no fumigados se mantuvieron en incubación 160 d haciéndose mensualmente la determinación de la cantidad de CO_2 producido. En base al total de CO_2 emitido por el suelo en ese lapso se calculó la fracción del carbono edáfico mineralizada. Este parámetro se utilizó para evaluar la calidad de la materia orgánica.

El carbono orgánico se analizó por combustión húmeda (Nelson y Sommers, 1982) en muestras tamizadas por malla de 500 μm . El material vegetal se separó del suelo por tamizado (500 μm) y flotación (Böhn, 1979). El carbono en el material vegetal se determinó por digestión (Amato, 1983).

Todos los análisis se realizaron por duplicado, ajustándose los datos por regresión y correlación lineal y comparándose las medias de los tratamientos por ANVA.

RESULTADOS Y DISCUSION

No hubo diferencias en la cantidad de material vegetal entre las rotaciones. Del total de carbono del suelo el carbono vegetal representaba entre 5 y 7%. La magnitud del aporte de carbono producido en los distintos tratamientos no afectó al carbono vegetal y al carbono orgánico, no existiendo relación significativa entre el carbono total y dichos aportes (Fig.1). El rango de variación de nivel de carbono edáfico entre repeticiones fue muy bajo ya que se trabajó con muestras compuesta (CV promedio(%)= 4,7). Como los aportes fueron muy diferentes entre secuencias culturales, llegando casi a duplicarse las estimaciones en algunos casos, la ausencia de algún efecto de los mismos sobre el nivel de materia orgánica del suelo indica que el carbono que aporta la vegetación silvestre, desarrollada en los periodos en que el suelo no se cultiva compensa esas diferencias. A medida que la intensidad de uso aumenta, se incrementa también el carbono que incorporan los cultivos, pero disminuyen los lapsos durante los cuales se desarrollan las especies naturales y consecuentemente la cantidad de carbono que éstas incorporan al sistema.

La biomasa microbiana no difirió entre tratamientos ni estuvo correlacionado su nivel a la cantidad de residuos vegetales que se incorporó al suelo (Fig. 1), siendo su variabilidad baja entre parcelas de un mismo tratamiento (CV promedio(%)= 10,9). Esto sugiere que no variará en los

próximos años el nivel de carbono edáfico ya que tras 10 años de implementar las rotaciones la fracción más dinámica de la materia orgánica no fue modificada por la secuencia de cultivos y es justamente en las fases iniciales de implementación de un dado manejo cultural cuando se producen los mayores cambios de su nivel de carbono edáfico (Paustian *et al.* 1992; Voroney *et al.* 1981).

La intensidad de la mineralización del total de carbono fue semejante en todos los suelos (Fig. 1) liberándose en 5 meses un 4-5 % del mismo como CO_2 (CV promedio (%)= 10,2). La secuencia cultural puede afectar la resistencia de la materia orgánica al ataque microbiano (Janzen, 1987), siendo ésta más lábil donde es mayor la intensidad de cultivo (Campbell *et al.* 1991a) o donde se incorporan materiales carbonados al suelo (Schnürer *et al.* 1985). En este caso el desarrollo de la vegetación natural en los lapsos entre cultivos parece haber anulado dichos efectos.

De los resultados obtenidos se desprende que en situaciones como la descrita, donde no se elimina la vegetación silvestre en los periodos sin cultivo, podría esperarse no encontrar efectos de la secuencia cultural sobre el nivel y la calidad del carbono edáfico. La evaluación del aporte de residuos al suelo que realiza dicha vegetación resulta imprescindible para comprender la dinámica de la materia orgánica en estos agrosistemas.

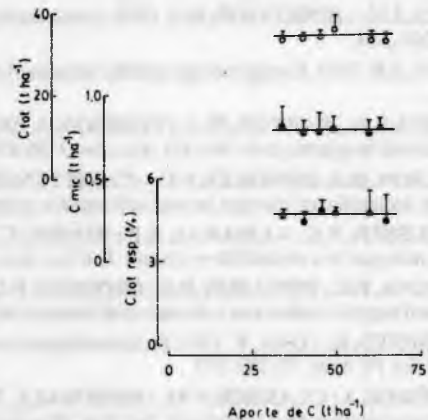


Figura 1: Contenido de carbono orgánico total (Ctot), biomasa microbiana (Cmic) y porcentaje de mineralización del carbono edáfico (Ctot resp.) en varias rotaciones con distinto nivel de aporte de carbono al suelo, durante 10 años. Las barras representan los desvíos estándar de las mediciones.

BIBLIOGRAFIA

- AMATO, M. 1983. Determination of carbon ^{12}C and ^{14}C in plant and soil. *Soil Biol. Biochem.* 15:611-612.
- ALVAREZ, R.; SANTANATOGLIA, O.J. y GARCÍA, R. 1993. Soil respiration, microbial biomass and organic matter contribution of crops in wheat-soybean rotation. *Soil Sci. Pl. Nutr.* (enviado).
- BODRERO, M.; MACOR, L.; DEMMI, M. y VERNIZI, A. 1991 a. Rotaciones agrícolas: II. Influencia sobre el rendimiento del maíz, girasol, y soja y algunas propiedades físicas y químicas del suelo. XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, actas pag. 85.
- BODRERO, M.; MACOR, L.; DEMMI, M.; VERNIZI, A. y GONZALES, C. 1991 b. Rotaciones agrícolas: I. Influencia sobre el rendimiento del trigo y algunas propiedades físicas y químicas del suelo. XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. actas pag. 84.
- BÖHN, W. 1979. Methods of studying roots systems. *Ecological Studies* 33, Springer - Verlag, Berlin, pag. 115-124.
- BUYANOVSKY, G.A. y WAGNER, G.H. 1986. Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil* 93:57-65.
- CAMPBELL, C.A.; BIEDERBECK, V.O.; ZENTNER, R.P. y LAFOND, S. 1991a Effect of crop rotation and cultural practices on soil organic matter, microbial biomass and respiration in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71: 363 - 376.
- CAMPBELL, C.A.; BOUNTEN, K.E.; SCHNITZER, M.; ZENTNER, R.P. y TOWNLEY - SMITH L. 1991b. Effect of crop rotation and fertilization on soil organic matter and some biochemical properties of a thin black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.* 71:377-387.
- CARTER, M.R. 1986. Microbial biomass as an index for tillage- induced changes in soil biological properties. *Soil Till. Res.* 7:29-40.
- CORDONE, G.E.; FERRARI, M.C.; OSTOJIC, J.J. y PLANAS, G. 1993. Caracterización de los residuos de cosecha de los principales cultivos del norte de la Provincia de Buenos Aires. XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, actas pag. 191 -192.
- DEIBERT, E.J. y UTTER, R.A. 1989. Sunflower growth and nutrient uptake: response to tillage system, hybrid maturity and weed control method. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:133-138.
- INSAM, H.; MITCHELL, C.C. y DORMAAR, J.F. 1991. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three Ultisols. *Soil Biol. Biochem.* 23:459-464.
- JANZEN, H.H. 1987. Soil organic matter characteristic after longterm cropping to various springs wheat rotations. *Can. J. Soil Sci.* 67:845-856.
- JENKINSON, D.S. y POWLSON, D.S. 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V- A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.* 8:209-213.
- NELSON, D.N. y SOMMERS, L. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter methods of soil analysis, part 2. *Am Soc. Agron. USA Agronomy* 9 pag. 539-579.
- OADES, J.M. y JENKINSON, D.S. 1979. Adenosine triphosphate content of the soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.* 11:201-204.
- OLSON, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological studies. *Ecology* 44:322-331.
- PAUSTIAN, K.; PARTON, W.J. y PERSSON, J. 1992. Modelling soil organic matter in organic-amended and nitrogen-fertilized longterm plots. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56:476-488.
- POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C. y CHRISTENSEN, B.T. 1987. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.* 19:159-164.
- RASMUSSEN, P.E.; ALMARAS, R.P.; ROHDE, C.R. y ROAGER, N.C. 1980. Crop residue influence on soil carbon and nitrogen in a wheat/fallow system. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:596-600.
- SAFFIGNA, P.G.; POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C. y THOMAS, G.A. 1989. Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an australian Vertisol. *Soil Biol. Biochem.* 21:759-785.
- SAKAMOTO, K. y OBA, Y. 1991. Relationship between the amount of organic material applied and soil biomass content. *Soil Sci. Pl. Nutr.* 37:387-397.
- SCHNÜRER, J.; CLARHOLM M. y ROSSWALL, T. 1985. Microbial biomass and activity in an agricultural soil with different organic matter contents. *Soil Biol. Biochem.* 17:611-618.
- SRIWASTAWA, S.C. y SINGH J.S. 1991. Microbial C, N, and P in dry tropical forest soils: effects of alternates land-uses and nutrient flux. *Soil Biol. Biochem.* 23:117-124.
- VORONEY, R.P.; VAN VEEN, J.A. and PAUL, E.A. 1981. Organic C dynamics in grassland soils. 2. Model validation and simulation of the long-term effects of cultivation and rainfall erosion. *Can. J. Soil Sci.* 61: 211-224