

ACCION DE LAS LABRANZAS SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES QUIMICAS Y BIOLOGICAS EDAFICAS BAJO MONOCULTIVO DE MAIZ

C.I. CHAGAS⁽¹⁾, O.J.SANTANATOGLIA⁽¹⁾ y H.J.MARELLI⁽²⁾

Recibido: 02/07/93

Aceptado: 07/10/93

RESUMEN

En un ensayo de 15 años de duración con maíz continuo sobre un suelo de la serie Marcos Juárez (Argiudol Típico) de Argentina sometido a siembra directa, labranza vertical y convencional, se analizaron algunas propiedades químicas y biológicas del horizonte superficial con el fin de evaluar el impacto de las labranzas sobre el suelo.

El pH y el fósforo disponible no mostraron relación con las mencionadas labranzas. Las propiedades biológicas presentaron una distribución diferencial dentro de los 15 cm superiores del suelo, que estuvo relacionada con las características de remoción edáfica y las formas propias de distribución de residuos en cada labranza.

Se obtuvieron valores mas elevados de respiración y biomasa edáficas bajo siembra directa y en menor grado bajo labranza vertical, respecto del tratamiento con labranza convencional en los primeros 5 cm del suelo.

Estos valores concordaron con condiciones adecuadas de estabilidad estructural y contenido hídrico presentes en dichos tratamientos.

Palabras claves:suelo,labranzas, maíz, biomasa, respiración.

TILLAGE EFFECTS ON SOME CHEMICAL AND BIOLOGICAL SOIL PROPERTIES UNDER CONTINUOUS MAIZE.

SUMMARY

In a fifteen years long trial with continuous maize on a Marcos Juárez series soil (Typic Argiudoll) under direct drilling, chissell plow and conventional tillage, physical and biological properties corresponding to 0-15 cm top soil were analyzed in order to evaluate tillage effects on the soil.

Differences in tillage systems did not affect available phosphorous and pH. Biological properties showed distribution differences within the 0-15 cm topsoil, that were related to soil disturbance and residue management, promoted by each tillage system.

Larger respiration and biomass values in direct drilling and to a lesser extent in chissell plow comparing with conventional tillage in the 0-5 cm topsoil, were in agreement with the satisfactory aggregate stability and water content that were measured in both treatments.

Key words:soil,tillage, maize, biomass, respiration.

⁽¹⁾ Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Fac. de Agronomía, UBA Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires; Argentina.

⁽²⁾ EEA INTA Marcos Juárez Córdoba, Argentina.

INTRODUCCION

Las labranzas provocan cambios en el horizonte superior del suelo y en la distribución de residuos de cosecha. Ello tiene incidencia sobre la dinámica hídrica, la aireación y el intercambio calórico y afecta los procesos biológicos, entre ellos la descomposición de residuos vegetales (Douglas *et al.* 1980; Santanatoglia *et al.* 1988 a).

La bibliografía internacional señala que en general, la labranza cero o siembra directa se diferencia en sus efectos sobre el suelo respecto de la labranza convencional. Ello es debido a la falta de remoción edáfica y la presencia de rastros en superficie que caracterizan a esta clase de labranza. Una consecuencia de este hecho sería la estratificación de algunas propiedades químicas y biológicas dentro del horizonte labrado; otro aspecto consistiría en la acumulación de sustancias carbonadas en la superficie edáfica. Ambos aspectos no han sido suficientemente evaluados para suelos Argiudoles de Argentina. Por otra parte, algunos autores midieron aumentos de la acidez del suelo bajo siembra directa en relación a otras labranzas (Dick, 1983) posiblemente asociados al empleo de fertilizantes nitrogenados.

Respecto de los efectos de la labranza vertical sobre el suelo, la bibliografía es menos coincidente que para siembra directa, aunque algunos trabajos señalan un comportamiento intermedio entre esta última y labranza convencional.

El objetivo de este trabajo consistió en estudiar los efectos que produjo sobre algunas propiedades químicas y biológicas edáficas, la implementación durante 15 años de labranzas diferenciales (convencional, vertical y siembra directa) bajo cultivo continuo de maíz.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del ensayo

El ensayo se halla ubicado en la EEA INTA Marcos Juárez, provincia de Córdoba. El suelo corresponde a la serie Marcos Juárez (Argiudol Típico) (INTA, 1978), con horizonte superficial franco limoso (25% arcilla, 9% arena, 66% limo). El clima de la región es templado subhúmedo, con 16,9 °C de temperatura media anual y

900 mm de precipitación media anual con inviernos relativamente secos.

Diseño experimental

Consistió en un diseño en bloques completos al azar con tres tratamientos: labranza convencional; vertical y siembra directa; para un cultivo de maíz continuo, y 4 repeticiones. El ensayo comenzó en 1975.

Tamaño de las parcelas

Las mismas tenían 8 m de ancho y 15 m de largo y cada una de ellas poseía 10 surcos de maíz.

Tratamientos

La descripción de los tratamientos figura en el cuadro N° 1.

Propiedades medidas

pH del suelo (Black, 1965)

Fósforo asimilable: Método de Bray y Kurtz (Black 1965)

Respiración microbiana: Método de Stotzky (Black 1965)

Biomasa microbiana: Método de Jenkinson y Powlson (1976)

Forma de realizar el muestreo y presentación de los resultados.

El muestreo se realizó en el período de post-emergencia del maíz, durante 1989 y 1990, obteniéndose una muestra compuesta por 10 submuestras de cada parcela para las profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm y 10-15 cm. Los resultados obtenidos se expresaron en relación a dichos intervalos de profundidad. En el caso de respiración y biomasa microbianas se consignó además el promedio de concentración correspondiente a la totalidad del horizonte Ap. No se ponderó ese promedio a través de valores de densidad aparente presentes a lo largo del horizonte Ap, ya que la variación en profundidad del mencionado parámetro en cada tratamiento, no superó el 5%, lo cual coincidió con datos de Andriulo y Rosell (1985).

Análisis estadístico

Se llevaron a cabo mediante análisis de variancia. Se probó previamente la validez del modelo lineal

Cuadro N° 1. Descripción de los tratamientos

Convenc.	Vertical	S. Directa	Epoca
Rastra de discos	idem	idem	Barbecho
Control mecánico de malezas	idem	herbicidas(1)	
Reja y vertedera (15 cm)	Cinzel (15-20 cm)	-	
1-2 discos + diente	idem	-	
atrazina	atrazina	herbicidas(1)	
Sembradora convencional	idem	Sembradora especial	Siembra set./octubre
escardillos 1 ó 2	idem	idem	Escardillada oct./noviembre

(1) Herbicidas: Glifosato, Atrazina, 2,4 D, Piclorán.

aditivo para proceder luego a su ajuste. Las diferencias entre tratamientos fueron determinadas a través del Test de Tuckey.

RESULTADOS

Acidez del suelo

De acuerdo con lo observado en el cuadro N° 2, no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos respecto del pH del suelo, para cada una de las propiedades consideradas.

Fósforo asimilable

En el cuadro N° 3 figuran los valores de fósforo asimilable correspondientes a los primeros 5 cm del suelo, resultando las restantes profundidades muy similares entre sí. No se hallaron diferencias significativas entre tratamientos.

Respiración 0-10 días

Al considerar cada una de las tres profundidades analizadas se comprobó que la siembra directa y la labor vertical presentaron valores significativos mayores (P: 0,05) que la labor convencional en los primeros 5 cm, representando incrementos de 80%

y 63% respectivamente. La diferencia entre ambos (siembra directa y labranza vertical) solo alcanzó el 10% en favor de la primera.

Las tres labranzas declinaron sus valores de respiración en profundidad aunque no lo hicieron de igual modo. La siembra directa mostró una importante reducción mientras que la convencional lo hizo en menor medida, resultando intermedia la labranza vertical. Ello se reflejó en el análisis estadístico ya que entre 10 y 15 cm la labranza convencional presentó un valor mayor (P: 0,10) que la siembra directa. La diferencia entre ambas labranzas fue de 155% a esa profundidad.

Respiración 10-20 días

En el intervalo superior del suelo (0-5 cm) la siembra directa y la labranza vertical alcanzaron valores 85% y 77% superiores respectivamente, a la labranza convencional (P: 0,10), mientras que en el intervalo más profundo (10-15 cm), la labranza convencional mostró valores 265% y 168% mayores a la labranza vertical y siembra directa respectivamente. Estas últimas diferencias resultaron estadísticamente significativas (P:0,05). La reducción de los valores obtenidos en relación con el aumento de profundidad, resultó más pronunciada en el caso de la labranza vertical y de menor magnitud en los restantes tratamientos, si se compara con la respiración 0-10 días.

Biomasa edáfica

La comparación entre labranzas para cada profundidad permitió apreciar que en superficie la siembra directa presentó un valor 68 % mayor (P: 0,10) a la labor convencional, resultando el cincel con un valor intermedio. Al mismo tiempo las tres labranzas analizadas mostraron reducciones en la biomasa en profundidad que resultaron en general de menor magnitud que las observadas en los parámetros de respiración 0-10 y 10-20 días.

DISCUSION

Acidez edáfica

A pesar de haberse manejado al suelo y los residuos de cosecha en forma diferencial durante 15 años, la acidez edáfica (pH) no varió significativamente entre tratamientos (cuadro N° 2), lo cual coincidió con lo citado por Haynes y Knight (1989).

Este resultado se contrapone con el de otros trabajos en los que se midió mayor acidez en un suelo bajo siembra directa que bajo otras labranzas (Dick, 1983). Sin embargo dicho efecto podría atribuirse a la acción de fertilizantes nitrogenados acumulados en los primeros centímetros del suelo, práctica que no fue empleada en el presente ensayo.

Respecto de la labranza vertical, se obtuvieron bajo este tratamiento valores de pH ligeramente superiores al resto (sin significancia) lo cual coincide con informes de otros suelos de Argentina (Senigaglia, 1987).

Cuadro N° 2. Valores de pH correspondientes a diferentes sistemas de labranza para tres profundidades

Prof. (cm)	Convenc.	Vertical	S.Dir.	5%	10%
0-5	5,4	5,58	5,55	0,38	0,25
5-10	5,35	5,5	5,38	0,23	0,16
10-15	5,35	5,47	5,35	0,49	0,33

Fósforo asimilable

Los suelos de la serie Marcos Juárez se encuentran bien provistos de fósforo asimilable debido a las características de su material original (INTA, 1978). Es por ello que se obtuvieron valores muy superiores a 35 mg.kg⁻¹, cifra utilizada habitualmente en Argentina como extremo de la curva patrón en el método de obtención de fósforo asimilable (cuadro N° 2). La estrecha dependencia del contenido de fósforo asimilable respecto de la acidez edáfica se vió reflejada en la falta de diferencias entre tratamientos respecto de ambas propiedades (cuadros N° 2 y 3).

Parámetros biológicos

La distribución de los parámetros biológicos en profundidad, puede afirmarse que constituyó el elemento diferencial más importante entre labranzas. Ello coincide con lo que hallaron Haynes y Knight (1989).

Los mayores valores de biomasa edáfica y respiración que se midieron en superficie bajo siembra directa en relación a la labranza convencional, están asociados según Carter y Kunelius (1986) a la ausencia de mezclado del suelo, la acumulación superficial de residuos de cosecha y/o al mejor régimen hídrico edáfico presente en la primera labranza. En ensayos llevados a cabo en la Serie Pergamino, (Argiudol Típico) no se hallaron diferencias entre labranzas respecto de biomasa, aunque sí respecto de respiración en los primeros centímetros de suelo (Alvarez, R. comunicación personal). Este hecho resaltaría la conveniencia de estudiar el efecto de las labranzas en cada suelo individual, debido a las respuestas diferenciales que pueden presentarse.

Cuadro N° 3. Fósforo asimilable correspondiente a distintos sistemas de labranza para la profundidad de 0-5 cm (mg kg⁻¹)

Prof. (cm)	Convenc.	Vertical	S.Dir.	5%	10%
0-5	74,2	75,9	80,6	15,9	10,71

Cuadro N° 4. Respiración edáfica correspondiente a distintos sistemas de labranza para tres profundidades. Incubación: 0-10 días $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ de suelo seco)

Prof. (cm)	Convenc.	Vertical	S.Dir.	5%	10%
0-5	200,5	326,5	360	100,3	67,5
5-10	140	131	99	92,1	62
10-15	111,5	79,5	45,3	92,5	67,5
Promedio	150,7	179	168,1		

Por su parte, el suelo bajo la labranza convencional mostró valores elevados de respiración en profundidad (10-15 cm). Carter (1986) obtuvo resultados semejantes al comparar labranza convencional versus siembra directa. Carter y Kunelius (1986), por su parte, señalaron que la labranza convencional estimulaba el aumento de biomasa en profundidad debido a la incorporación de los residuos de cosecha a ese nivel. Sin embargo, no se observaron aumentos en la biomasa bajo labranza convencional a ese nivel en el presente ensayo, debido posiblemente a la variabilidad registrada en los valores de dicha propiedad.

Según Carter (1986) el contenido de biomasa microbiana edáfica resultaría una medida adecuada para evaluar comparativamente la condición biológica de un suelo sometido a diferentes manejos. Al mismo tiempo esta propiedad sería útil para predecir la evolución futura del carbono orgánico en el suelo bajo un determinado tratamiento. Tomando como base de comparación entre labranzas al contenido de biomasa microbiana, se advirtió que tanto la siembra directa como la labranza vertical, presentaron concentraciones ligeramente más elevadas de dicha propiedad en el suelo que la labranza convencional al analizar la totalidad del horizonte superficial (0-15 cm). A su vez esos valores guardaron relación, como era de esperar, con las diferencias medidas en los primeros 5 centímetros del suelo entre dichas labranzas. Por su parte la estabilidad estructural y el régimen hídrico mencionados en otro trabajo

Cuadro N° 5. Respiración edáfica correspondiente a distintos sistemas de labranza para tres profundidades. Incubación: 10-20 días $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ de suelo seco)

Prof. (cm)	Convenc.	Vertical	S.Dir.	5%	10%
0-5	106,3	188	196,8	105,4	70,9
5-10	90,8	114,3	73	82,4	55,4
10-15	101,3	27,7	37,8	34,3	22,3
Promedio	99,5	110	102,5		

(Chagas *et al.* 1991) resultaron favorables bajo siembra directa y labranza vertical, en comparación con el tratamiento convencional.

Estos elementos permitieron visualizar por un lado, la estrecha relación existente entre las mencionadas propiedades físicas y biológicas edáficas; por otro lado, se advirtió que la reducción de la remoción mecánica y/o el aumento de la cobertura edáfica con residuos vegetales provenientes del cultivo de maíz provocaron a largo plazo, aumentos relativos en la actividad biológica del suelo bajo estudio. Particularmente, el tratamiento sometido a siembra directa evidenció una mayor actividad biológica respecto de la labranza convencional aún a pesar de presentar importantes fenómenos de compactación edáfica dentro de los 15 cm superficiales (Chagas *et al.* 1991). Santanatoglia *et al.*

Cuadro N° 6. Biomasa edáfica correspondiente a distintos sistemas de labranza para tres profundidades $\mu\text{g Cg}^{-1}$ de suelo seco)

Prof. (cm)	Convenc.	Vertical	S.Dir.	5%	10%
0-5	240	313,5	404	224,1	150,9
5-10	260	242,8	199,8	143,6	96,7
10-15	166,8	180	147,3	177,7	119,6
Promedio	222,3	245,4	250,4		

(1988 b) arribaron a conclusiones similares al analizar otro suelo de Argentina, bajo situaciones con elevada densidad aparente edáfica.

CONCLUSIONES

- Las propiedades químicas pH y fósforo asimilable, no mostraron relación con las labranzas implementadas en ninguna de las profundidades analizadas.

- La distribución de las propiedades biológicas en profundidad resultó un importante elemento diferenciador entre labranzas. En tal sentido, el

grado de estratificación creciente de las mencionadas propiedades dentro del horizonte superficial (0-15 cm) resultó el siguiente: labranza convencional, vertical y siembra directa.

- Se determinaron valores mas elevados de biomasa y respiración edáfica en los 5 cm superficiales bajo las denominadas "labranzas conservacionistas", particularmente siembra directa en comparación con labranza convencional.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Roberto Alvarez.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRIULO, A. y ROSELL, R.A. 1985. Efecto de dos sistemas de labranza del doble cultivo trigo-soja sobre algunas propiedades edáficas. Jornadas de actualización técnica sobre "La agricultura y los sistemas de labranza" A.A.C.S. 31/10 al 1/11/1985. Buenos Aires.
- BLACK, C.A., 1965. Methods of soil analysis: Part 1 and Part 2. Am. Soc. Agr. 9 in *Agronomy Series*.
- CARTER, M.R. y KUNELIUS, H.T., 1986. Comparison of tillage and direct drilling for Italian ryegrass on the properties of a fine sandy loam soil. *Can. J. Soil Sci.* 66:197-207.
- CARTER, M.R., 1986. Microbial biomass as an index for tillage induced changes in soil biological properties. *Soil Tillage Res.* 7:29-41.
- CHAGAS, C.I.; MARELLI, H.I. y SANTANATOGLIA, O.I., 1991. Propiedades físicas y contenido hídrico de un suelo Argiudol Típico (serie Marcos Juárez) bajo 3 sistemas de labranza. *Actas del XIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bariloche, Argentina. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo* (enviado para su publicación a la Revista de dicha Asociación)
- DICK, W.A., 1983. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47:102-107.
- DOUGLAS, C.L.; RASMUSSEN, P.E.; RAMIG, R.E. and ROAGER, N.C., 1980. Wheat straw composition and placement effects on decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:833-837.
- HAYNES, R. E. and KNIGHT, T.L., 1989. Comparison of soil chemical properties, enzyme activities, levels of biomass N and aggregate stability in the soil profile under conventional and no tillage in Canterbury, New Zealand. *Soil Tillage Res.* 14:197-208.
- INTA, 1978. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3363-17, Marcos Juárez.
- 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.
- SANTANATOGLIA, O.J.; ALVAREZ, R.; BRAZZOLA, G.M.; DANIEL, P.E. y GARCÍA, R., 1988 a) Velocidad inicial de descomposición de rastrojo en trigo bajo dos sistemas de labranza. *Actas del XII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes, Argentina. Asoc. Arg. de la Ciencia del Suelo.*
- SANTANATOGLIA, O.J.; BRAZZOLA, G.M. y ALVAREZ, R., 1988 b) Actividad biológica y descomposición de residuos de trigo, marcados con C14, en un suelo con dos densidades aparentes distintas. *Actas del XII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes, Argentina. Asoc. Arg. de la Ciencia del Suelo.*
- SENIGAGLIESIO, (compilador), 1987. Labranza conservacionista. Proyecto de Agricultura Conservacionista. INTA, Publicación Técnica N° 3.