NOTA CIENTÍFICA

CAMBIOS PRODUCIDOS EN UN SUELO BAJO LABRANZA CONSERVACIONISTA Y SIEMBRA DIRECTA DE ALGODÓN EN EL CHACO, ARGENTINA[1]

Changes produced in a soil under conservation tillage and direct drilling of cotton in Chaco, Argentina

Juan Prause[2] y Jorge Soler[3]

ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) farming represents 49% of the surface of annual crops of Chaco Province, Argentina. During the last 7 years, direct drilling has spread in some areas of the southwest of the province, in opposition to the traditional tillage systems. With the objective of evaluating the effects of the conservation tillage (LC) and the direct drilling (SD) on Argiustol Udico soil on cotton, the following were determined: soil water content, bulk density, pH, organic matter, assimilable phosphorus and exchangeable calcium, magnesium, sodium and potassium. The results indicate that SD caused an increase in bulk density and pH values at a depth of 0 – 15 cm. There were no differences between SD and LC for organic matter, P, Ca, Mg y Na. A better response to conservation of soil moisture was found with LC during a long drought.

Keys words: alternative systems, soil properties, cotton.

RESUMEN

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) representa el 49% de la superficie de cultivos anuales en la Provincia del Chaco, Argentina. En los últimos 7 años, en algunas zonas del sudoeste chaqueño se ha difundido el sistema de siembra directa en algodón, en oposición a los sistemas de labranzas tradicionales. Con el objeto de evaluar los efectos que sobre un suelo Argiustol údico tienen la labranza conservacionista (LC) y la siembra directa (SD) en algodón, se determinaron humedad presente, densidad aparente, pH, materia orgánica, fósforo asimilable, calcio, magnesio, sodio y potasio intercambiables. Los resultados obtenidos indican que SD provocó un incremento en la densidad aparente y en valores de pH en la profundidad de 0 – 15 cm. No se apreciaron diferencias entre la SD y LC para materia orgánica, P, Ca, Mg y Na. Durante una prolongada sequía se encontró mejor respuesta a la conservación de la humedad del suelo en LC que en SD.

Palabras clave: sistemas alternativos, propiedades del suelo, algodón.

[1]Recepción de originales: 26 de septiembre de 2000 (reenviado).
[2]Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Sargento Cabral 2131, (3400), Corrientes, Argentina. E-mail: prause@agr.unne.edu.ar
[3]Gancedo, Provincia del Chaco, (3.734), Argentina. E-mail: soler@agr.unne.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La evolución de la economía de la Provincia del Chaco, Argentina, está condicionada fuertemente por el sector agropecuario, particularmente por el comportamiento del cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.), que representa el 49% de la superficie de cultivos anuales (SAG y P/CFA, 1995). Desde hace más de 30 años se estudia el problema de los suelos de las chacras o predios algodoneros, observándose estancamiento de la producción, y agotamiento y erosión de los suelos, como consecuencia del monocultivo, de la quema de los rastrojos y del exceso de labores culturales (Quant Bermúdez *et al.,* 1967). El arado y la quema de los rastrojos han sido, históricamente, los procesos más degradantes de la civilización humana. La labranza del suelo y la quema de los rastrojos de las cosechas podrían ser hoy un problema superado si se lograra comprender mejor el efecto negativo de estas formas ancestrales de trabajo (Crovetto, 1997). Está ampliamente documentado que las labranzas modifican las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

En los últimos cinco años se ha venido implementando el uso del sistema de siembra directa en algunos establecimientos (predios) del sudoeste chaqueño, que trabajaban con un sistema de labranza conservacionista. Los fundamentos que frecuentemente se exponen a los productores para cambiar al sistema de siembra directa son: 1) optimizar el uso del agua; 2) controlar los procesos erosivos; 3) incrementar la fertilidad natural; y 4) racionalizar el uso de la maquinaria agrícola. Esencialmente se le recomienda por el mantenimiento de una cobertura vegetal sobre la superficie del suelo y la no remoción de la capa arable, que contribuye a dar estabilidad a los sistemas de producción y a la conservación y mejoramiento de los suelos del área (Ferrero, 1997). En la zona algodonera se observan con frecuencia rastrojos en pie hasta los meses de junio-julio, los que son destruidos por sucesivas pasadas de rastras de discos (INTA, 1991). Esta forma de trabajo dificulta el picado de los residuos de cosecha y trae aparejado dos problemas fundamentales: 1) desde el punto de vista fitosanitario, los rastrojos son el refugio de las principales plagas del algodonero, y 2) desde el punto de vista del suelo, la eliminación de los rastrojos lo desprotege, y el exceso de labranzas con implementos de disco afecta profundamente su estructura, facilitando la formación de costras.

La mayoría de los trabajos referidos a siembra directa en Argentina se han realizado en la región pampeana, en relación a aptitud de suelos para siembra directa, materia orgánica y actividad microbiana en siembra directa, procesos biológicos del suelo, cultivo de trigo en siembra directa, pérdida de suelos, transformaciones del nitrógeno (Pidello *et al.,* 1995; Marelli, 1996; Sainz Rozas *et al.,* 1997). No se encuentran trabajos publicados sobre la implementación del sistema de siembra directa en el cultivo del algodonero en la Provincia del Chaco.

Como consecuencia de la reciente introducción de la siembra directa como sistema de producción agrícola en la Provincia del Chaco, se plantea como objetivo determinar los cambios producidos en un suelo de la Serie Capdevila, sometido a labranza conservacionista y siembra directa, cuyo cultivo principal es algodón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en un suelo clasificado como Argiustol údico de la Serie Capdevila (Ledesma y Zurita, 1995) en la localidad de Gancedo, Provincia del Chaco, Argentina (27°29' lat. Sur, 61°40' long. Oeste, 101,5 m.s.n.m.) (Cuadro 1).

En noviembre de 1996 se marcaron dos lotes apareados de 10 m de ancho cada uno, sujetos a un sistema conservacionista de producción: 1) Siembra Directa (SD) continua desde hace más de cinco años con rotación trigo-algodón, actualmente con cultivo de trigo. Los implementos (herramientas) utilizados fueron picadoras de rastrojos y sembradoras de siembra directa, que

Cuadro 1. Datos analíticos de un perfil de suelo representativo de la serie Capdevilla (Argiustol údico). Chaco, Argentina

Table 1. Analytic data of a representative soil profile of the Capdevila Series (Argiustol udico). Chaco, Argentina

Horizontes	A_1	A_2	B_{2t}	BC	CB	C_k
Profundidad, cm	0 - 12	12 – 27	27 – 55	55 - 90	90 - 130	130 - 150
Arcilla, %	17,8	23,2	35.0	32,4	22,0	14,0
Limo, %	73,2	69,5	58,3	62,3	64,0	62,7
Arena, %	9,0	7,3	6,7	5,3	14,0	23,3
C, %	1,65	1,28	0,80	0,43	0,17	0,14
P, ppm	36,8	68,3	19,5	63,4	15,7	16,6
pH (H_2O)	6,4	6,8	7,2	6,8	7,0	7,7
pH (KCl)	5,3	5,7	5,7	5,8	6,2	7,2

dejaban en superficie los rastrojos de los cultivos anteriores; 2) Labranza Conservacionista (LC) en algodón, con labores de rastra de doble acción los dos primeros años, los tres años restantes se utilizó cincel y cultivador de campo dejando semiincorporados los rastrojos en el horizonte A_1. En el momento del muestreo el lote estaba con un rastrojo de maíz. En cada uno de los lotes se ubicaron 15 parcelas de 10 x 10 m cada una, tomándose muestras de suelos a 5 cm de profundidad por el método del cilindro para las determinaciones de densidad aparente (Da), y a las profundidades de 0-15 cm y 15-30 cm para los análisis de pH en agua y KCl (0,1 M) por metodología potenciométrica; materia orgánica (MO) por Walkley-Black (Jackson, 1970); fósforo asimilable (P) Bray-Kurtz I; calcio (Ca) y magnesio (Mg) intercambiables por complejometría con EDTA; potasio (K) y sodio (Na) intercambiables por fotometría de llama (Page *et al.*, 1982).

Se determinó humedad presente (Hp) a tres profundidades 0-15, 15-30 y 50 cm durante una sequía prolongada ocurrida en el transcurso del mes de enero de 1997.

Para la determinación de las diferencias entre tratamientos se empleó el test *t* de Student para comparar los dos promedios de diferencias de medias (SAS Institute, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los valores obtenidos en cada uno de los tratamientos para densidad aparente, humedad presente y pH. La diferencia entre los valores de densidad aparente para ambos tratamientos es escasa, pero estadísticamente la densidad aparente en SD fue significativamente mayor ($P < 0,05$) que en LC, en coincidencia con lo encontrado por otros autores (Chagas *et al.*, 1994). Se observó un aumento de la densidad aparente en la superficie del suelo y en los primeros años de la utilización de SD, que fue atribuido en algunos casos, al paso de maquinarias agrícolas cuando el suelo estaba demasiado húmedo, y en otros, a la reducción de la intensidad de las labranzas y de la duración del ciclo agrícola (Robinson *et al.*, 1996).

Los valores de humedad presente fueron significativamente mayores ($P < 0,05$) en LC para las tres profundidades muestreadas, arrojando promedios a la profundidad de 0-15 cm en LC = 14,92% y en SD = 13,77%; para 15-30 cm en LC = 16,83% y en SD = 15,53% y para la profundidad de 50 cm para LC = 18,32% y para SD = 16,55%. La diferencia de humedad a favor de LC se vio reflejada por la mayor altura de las plantas que presentaba el cultivo del algodón en ese lote, comparado con SD, y podría ser

Cuadro 2. Valores medidos de humedad presente, densidad aparente y pH del suelo bajo siembra directa (SD) y labranza conservacionista (LC) en algodón

Table 2. Measured values of soil water content, bulk density and soil pH under direct drilling (SD) and conservation tillage (LC) in cotton

Profundidad (cm)	Humedad presente (%)			Densidad aparente (g cm^{-3})	pH H_2O		pH KCl (0,1 M)	
	0-15	15-30	30-45	5	0-15	15-30	0-15	15-30
SD	13,77 a	15,53 a	16,55 a	1,02 a	6,56 a	6,41 a	5,94 a	5,85 a
LC	14,92 b	16,83 b	18,32 b	0,98 b	6,33 b	6,33 a	5,79 a	5,70 a

Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.

atribuído al efecto combinado de la clase de cobertura y la remoción de la capa superficial del suelo cuando se efectuaron las tareas de escarda, coincidiendo con Doorenbos y Pruitt (1990), quienes informaron que la evaporación de la superficie seca del suelo podría ser inferior a la de un suelo sin arar.

Además, hay que considerar que LC poseía un rastrojo diferente a SD y el efecto del recubrimiento del suelo con materiales vegetales protege la superficie del suelo dando lugar a una mayor infiltración, que produce una mayor retención del agua de lluvia en el suelo (Doorenbos y Pruitt, 1990). Los valores de pH en H_2O analizados muestran diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos únicamente a la profundidad de 0-15 cm para SD. No se encontraron diferencias entre tratamientos para los valores analizados de pH en KCl (0,1 M). De acuerdo con lo reportado por Díaz-Zorita (1999), la acidez del suelo es frecuentemente modificada por las prácticas de labranza, pero en este estudio, la reducción de los valores de pH no se manifestó (Cuadro 2).

Los valores de MO obtenidos (Cuadro 3) no presentaron diferencias entre los tratamientos en ninguna de las dos profundidades, en coincidencia con lo encontrado por Alvarez *et al.* (1995). Estos autores encontraron que la constante de mineralización de las formas lábiles de MO, no muestra un claro patrón de comportamiento en relación con el manejo, como tampoco con la profundidad. También Chagas *et al.* (1994) encontraron que los valores de MO correspondientes a los 5 cm superiores en las tres labranzas comparadas (convencional, vertical y siembra directa), no variaron significativamente. No obstante, SD presenta valores con mayor dispersión, indicando porcentajes de MO más heterogéneos, atribuyéndose a que en LC los rastrojos son distribuidos de manera más homogénea sobre la superficie y en profundidad en el suelo, como consecuencia de la utilización del arado de cincel.

Al no haber datos para el área bajo estudio del valor que toma la constante de descomposición del rastrojo del algodón, se estimó que la acumulación de los residuos de cosecha se realiza principalmente en los primeros centímetros del suelo tanto para SD como para LC, y el valor encontrado de MO en el suelo debería estar asociado con la intensidad de su mineralización y ésta sería función de la temperatura. Ello puede bastar para explicar por qué no se encuentran diferencias en los porcentajes de MO entre los tratamientos considerados. En general, los contenidos de MO y la densidad aparente en las capas cercanas a la superficie de los suelos son mayores en siembra directa que en labranzas de remoción (Kladivko *et al.*, 1986).

Cuadro 3. Caracterización química del suelo bajo siembra directa (SD) y labranza conservacionista (LC)
Table 3. Chemical characterization of the soil under direct drilling (SD) and conservation tillage (LC)

Profundidad (cm)	MO %		P mg kg^{-1}		Ca		Mg		K		Na	
					cmol (+) kg^{-1}							
	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30	0-15	15-30
SD	3,61a	2,71a	101,54a	72,79a	20,97a	23,00a	7,89a	8,53a	4,01a	3,25a	0,35a	0,39a
LC	3,66a	3,71a	103,28a	69,06a	20,83a	22,07a	7,73a	8,09a	3,40b	2,97a	0,37a	0,39a

Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos.
MO: materia orgánica.

Con respecto a los valores de P, Ca, Mg y Na, no se encontraron diferencias entre tratamientos para las dos profundidades del suelo muestreadas, en coincidencia con lo reportado por Dick *et al.* (1991), quienes encontraron que el P y K son redistribuidos, concentrándose en la capa superficial de los suelos bajo siembra directa y también con labranzas con remoción, sin observarse efectos negativos de este fenómeno sobre la productividad de los cultivos. Sólo los contenidos de K del suelo mostraron una alta significancia a la profundidad de 0-15 cm para el tratamiento de SD, pero no se registraron diferencias entre ambos tratamientos en la profundidad de 15-30 cm. Los valores encontrados para el tratamiento SD son debidos a fertilizaciones anteriores con KCl y que no fueron informados en su momento por el productor.

CONCLUSIONES

En comparación con la labranza conservacionista, el sistema de siembra directa provocó un aumento en la compactación del suelo, expresado en el incremento de la densidad aparente, sin llegar a valores que comprometan la penetración de raíces, y un aumento en los valores de pH a nivel superficial.

No se encontraron diferencias entre SD y LC en los contenidos de materia orgánica, fósforo, calcio, magnesio y sodio. Las diferencias encontradas para los valores de potasio son atribuidas a las fertilizaciones anteriores, efectuadas en el lote destinado a SD. Se encontró mejor respuesta a la conservación de la humedad del suelo en LC que en SD, durante una prolongada sequía.

AGRADECIMIENTOS

A Irene de Manoilof, Licenciada en Estadística, de la Dirección Regional Chaco-Formosa del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por el análisis estadístico realizado.

LITERATURA CITADA

Alvarez, R., R. Díaz, N. Barbero, O.J. Santanatoglia, and L. Blota. 1995. Soil organic carbon biomass and CO_2-C production from three tillage systems. Soil Tillage Res. 33:17–28.

Crovetto, C. 1997. La cero labranza y la nutrición del suelo. p. 73-78. *In* 5° Congreso Nacional de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), Mar del Plata, Argentina.

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 (Argentina) 12:11–16.

Díaz-Zorita, M. 1999. Efecto de seis años de labranzas en un Hapludol del nordeste de Buenos Aires, Argentina. Ciencia del Suelo (Argentina) 17:31–36.

Dick, W. A., E.L. McCoy, W.M. Edwards, and R. Lal. 1991. Continuous application of no-tillage to Ohio soils. Agron. J. 83:65-73.

Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1990. Las necesidades de agua de los cultivos. 194 p. Estudio FAO. Riego y Drenaje 24. FAO, Roma, Italia.

Ferrero, A. 1997. Producción agrícola en siembra directa. Corrientes, Argentina. Producción y Negocios 2(12):19-21.

INTA. 1991. Manual de prácticas para el cultivo del algodón. 137 p. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria, Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.

Jackson, M.L. 1970. Análisis Químico de Suelos. 662 p. Omega, Barcelona, España.

Kladivko, E.J., D.R. Griffith, and J.V. Mannering. 1986. Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soybeans in Indiana. Soil Tillage Res. 8:277-287.

Ledesma, L.L., y J.J. Zurita. 1995. Los suelos de la Provincia del Chaco. 164 p. Convenio Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/Gobierno de la Provincia del Chaco. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Resistencia, Chaco, Argentina.

Marelli, H. 1996. La siembra directa como práctica conservacionista. 115 p. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur (PROCISUR). Curso de Siembra Directa para Profesionales Asesores. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Marcos Juárez, Córdoba, Argentina.

Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney (eds.). 1982. Methods of soil analysis. Part. 2 Chemical and Microbiological Properties. 1159 p. 2nd ed. Madison, Wisconsin, USA.

Pidello, A., E.B.R. Perotti, G.F. Chapo, y L.T. Menéndez. 1995. Materia orgánica, actividad microbiana y potencial redox en dos Argiudoles típicos bajo labranza convencional y siembra directa. Ciencia del Suelo (Argentina) 13:6-10.

Quant Bermúdez, J., P. Fuentes Godo, A. Aguirre, y J.J. Ramírez. 1967. Rotación de leguminosas y el monocultivo en las chacras algodoneras de la región chaqueña y sus resultados prácticos en explotaciones comerciales. 18 p. 1 Serie Agro. Universidad Nacional del Nordeste, Departamento de Extensión Universitaria y Ampliación de Estudios, Resistencia, Chaco, Argentina.

Robinson, C.A., R.M. Cruse, and M. Ghaffarzadeh. 1996. Cropping system and nitrogen effects on Mollisol organic carbon. Soil. Sci. Soc. Am. J. 60:264-269.

SAG y P/CFA. 1995. El deterioro de las tierras en la República Argentina. p. 82-88. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación/ Consejo Federal Agropecuario, Buenos Aires, Argentina.

Sainz Rozas, H., H.E. Echeverría, G.A. Studdert, y F.H. Andrade. 1997. Efecto de la ureasa (nBTPT) y del momento de fertilización sobre las transformaciones del nitrógeno en el suelo bajo siembra directa de maíz. Ciencia del Suelo (Argentina) 14:6-11.

SAS Institute. 1990. SAS/STAT user's guide. Vol. 2. 6th ed. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.