



PRODUCCIÓN DE SOJA Y DESCOMPACTACIÓN DEL SUELO EN EL SUR DE CÓRDOBA

Cerliani, C.^{*1}; Malatini, F²; Balboa, G.¹; Balboa R.¹; Cholaky, C.³; Espósito, G.¹

¹Depto. de Producción Vegetal-UNRC; ² Tesista de grado- UNRC; ³ Depto de Ecología Agraria -UNRC

* ccerliani@ayv.unrc.edu.ar; Ruta Nacional 36 km 601 (5800) Río Cuarto (CBA); 0358-4676504

INTRODUCCIÓN

Los suelos del sur de la provincia de Córdoba se caracterizan por presentar una alta susceptibilidad a sufrir densificaciones subsuperficiales, por su contenido de limo y arenas muy finas. Estos procesos se ven agravados ante la intensificación agrícola ocurrida en los últimos años (Álvarez *et al.*, 2009), la cual condujo a incrementos en la compactación como consecuencia del aumento del tránsito de maquinarias sobre los suelos (Alakukku *et al.*, 2003).

La compactación disminuye la velocidad de elongación de las raíces, provoca alteraciones en su morfología, modifica el sistema de conducción de agua y nutrientes hacia la parte aérea, repercutiendo en la misma. Estas alteraciones conllevan a la disminución de los rendimientos de los cultivos agrícolas, mayores requerimientos energéticos en labranzas y labores culturales, necesidades de resiembras, mayores dosis de agroquímicos y número de pasadas de los equipos, necesidades crecientes de fertilizantes e ineficiencia en el uso de la maquinaria (Botta, 2002).

La descompactación, por medio de distintos implementos, puede ser una importante práctica para contribuir a solucionar los problemas mencionados (Jarvis *et al.*, 1986). Su utilización se ha difundido mucho en situaciones de compactación subsuperficial con el fin de favorecer la infiltración del agua y el crecimiento radical (Bateman & Chanasyk, 2001). Sadras *et al.* (2005) describen un efecto positivo sobre el crecimiento del cultivo remanente de por lo menos dos ciclos posteriores a la labor de descompactación.

Busscher *et al.* (2001) encontraron que tanto el cultivo de trigo como el de soja incrementaron sus rendimientos al disminuir la resistencia mecánica del suelo. Estudios realizados por Álvarez *et al.* 2009, en la región pampeana demostraron un efecto positivo de la descompactación sobre el rendimiento de maíz, sin embargo el efecto residual de la descompactación no provocó diferencias en el rendimiento de cultivos subsiguientes de trigo y soja. Por su parte Gerster *et al.* (2010) no encontraron diferencias en el rendimiento de soja al realizar una labor de descompactación. En el sur de Córdoba, Cerliani *et al.* (2012) reportaron efectos de la descompactación sobre el rendimiento de maíz.

Debido al creciente interés por parte de los productores en la compactación del suelo en el sur de Córdoba y en consideración de que hasta el momento no se han reportado efectos de esta labor sobre el rendimiento de soja en el ambiente edafoclimático de esta región, se propone evaluar el efecto de la descompactación sobre el rendimiento de soja y la conveniencia económica de esta labor, en la Región Sur de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en distintas localidades de la región sur de Córdoba durante las campañas agrícolas 2010/11 (General Deheza), 2011/12 (La Aguada) y 2012/13 (Chaján). Se evaluó la descompactación en dos niveles (con y sin), el diseño estadístico fue en bloques completamente

aleatorizados con 4 repeticiones. Los tratamientos de descompactación se realizaron previos a la siembra, mediante el uso de descompactador alado, con una profundidad de trabajo de 25-30 cm. (profundidad en la cual se identificó la densificación del suelo).

En cada campaña el cultivo se fertilizó a la siembra con fosforo y se mantuvo libre de malezas, plagas y enfermedades.

Durante los ciclos de los cultivos se registraron las precipitaciones mediante la estación agrometeorológica ubicada en el sitio experimental.

A cosecha se determinó el rendimiento y sus componentes en forma manual, tomando 4 muestras de 1 m lineal por tratamiento y repetición.

Se midió la resistencia mecánica del suelo mediante penetrómetro de impacto, en los tratamientos descompactados y sin descompactar, en todos los sitios experimentales.

Además se analizó la conveniencia económica de realizar esta labor, mediante el método de presupuesto parcial. Los precios utilizados de soja y de la descompactación fueron de 0,26 \$ kg⁻¹, y de 62,86 \$ ha⁻¹, respectivamente, en moneda constante Enero 2002- Enero 2012, ajustado por el Índice de Precios Internos al por Mayor (IPIM) nivel general (AACREA, 2012). El costo de la labor se estimó en 2.5 UTA.

Los datos fueron analizados utilizando ANAVA y test de comparación de medias a través del test LSD Fisher ($\alpha < 0,05$). Además, se analizaron las relaciones entre variables. Para ello se utilizó el programa estadístico INFOSTAT versión 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones meteorológicas durante las diferentes campañas

Las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo variaron entre los años evaluados, registrándose en la campaña 2012/13 un total de 641 mm, siendo esta la más húmeda. En el año 2011/12 se registraron 571 mm y en 2010/11 515.5 mm. En la Figura 1 se observan los datos de precipitación durante el ciclo del cultivo, agrupados de manera decádica, para cada uno de los ensayos evaluados.

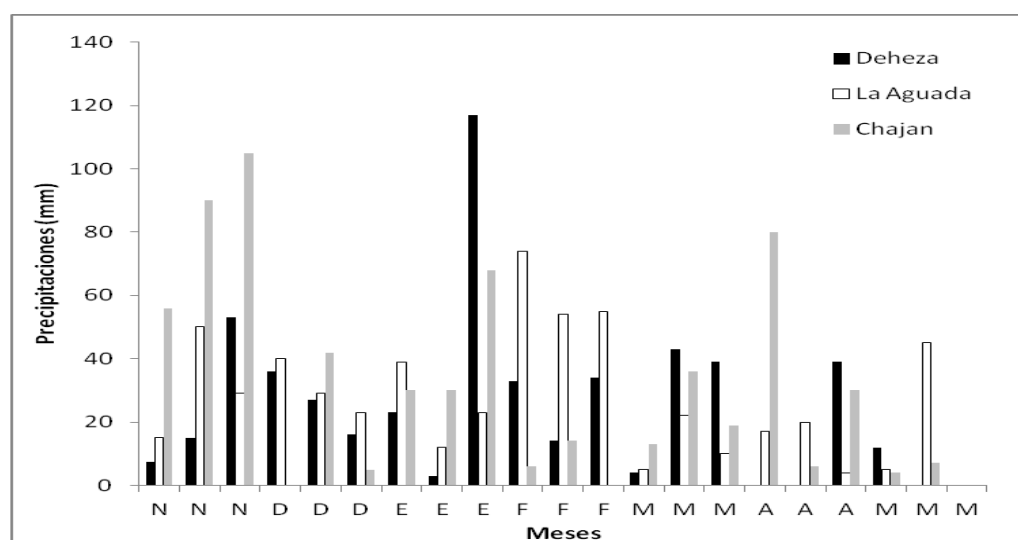


Figura 1: Precipitaciones decádicas en la campaña 2010/11 (Deheza), 2011/12 (La Aguada) y 2012/13 (Chajan).

Resistencia mecánica del suelo

En la Figura 2, se presenta la resistencia mecánica del suelo para los tratamientos descompactados y sin descompactar, y la humedad del suelo al momento de la medición se presenta en la Tabla 1.

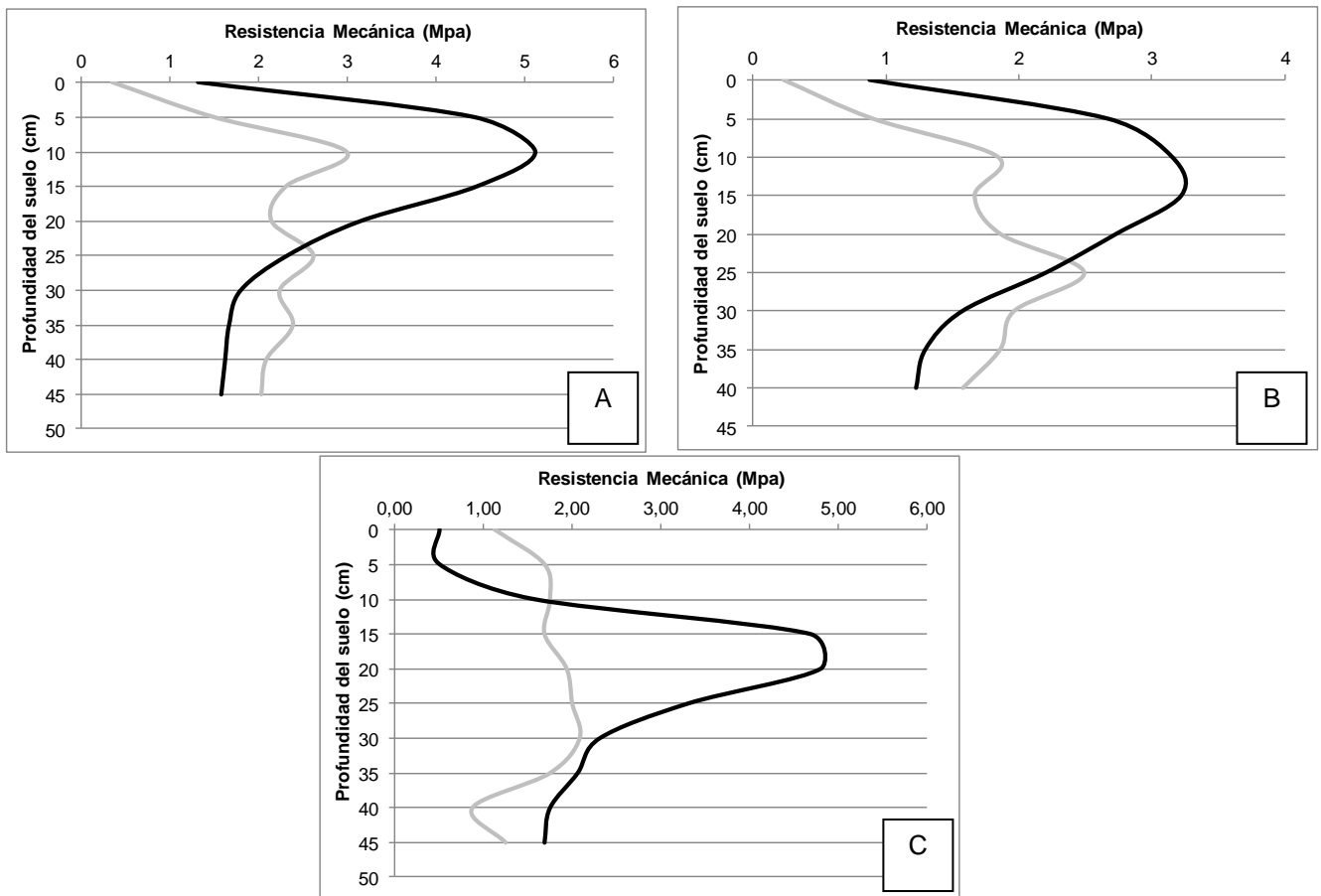


Figura 2: Resistencia mecánica del suelo (MPa) en los tratamiento descompactado (línea gris) y sin descompactar (línea negra), para la campaña 2010/11 (A); 2011/12 (B); y 2012/13 (C).

Tabla 1: Porcentaje de humedad gravimétrica ($g\ g^{-1}$), para distintas profundidades de suelo (0-10; 10-20; 20-30 cm), en los tratamientos descompactado y sin descompactar, para las tres campañas evaluados, en el momento de la medición de resistencia mecánica.

	2010/11		2011/12		2012/13	
	D	SD	D	SD	D	SD
0-10	10,02	9,57	4,90	5,12	7,90	8,8
10-20	10,02	9,57	5,25	4,99	7,71	9,2
20-30	14,32	13,91	5,83	6,00	9,28	10,7

D, descompactado; SD, sin descompactar.

Se observa que en todos los sitios y ambientes los tratamientos sin descompactar presentan valores de resistencia mecánica por encima del considerado crítico para el crecimiento de las raíces (2 MPa) según Gupta y Allmaras (1987) entre los 5 y 30 cm. Debido a que la humedad del suelo al momento de determinar la resistencia mecánica en los distintos ensayos, no difirió entre el tratamiento descompactado y sin descompactar (Tabla 1), puede sugerirse que la labor de descompactación revirtió la densificación subsuperficial observada en los tratamientos sin descompactar.

Rendimiento

Los datos de rendimiento y sus componentes directos (número de granos m^{-2} y peso de 1000 granos) para cada ciclo bajo estudio se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Rendimiento (kg ha^{-1}), número de granos (granos m^{-2}) y peso de grano (g), en cada una de las Campañas, para los tratamientos descompactados y sin descompactar.

		Peso de 1000 granos (g)	N° de granos (granos m^{-2})	Rendimiento (kg ha^{-1})
Campaña	2010/11	173.00 b	2098.88 b	3648 a
	2011/12	245.05 a	1021.75 c	2489 c
	2012/13	142.88 c	2343.88 a	3339 b
DMS		23.74	108.62	232
Descompactación	Con	194.48	1876 a	3325.08 a
	Sin	179.48	1767 b	2992.08 b
DMS		19.38	88.69	189.51
Descompactación (D)		NS	†	††
Campaña (C)		†††	†††	†††
D*C		NS	NS	NS
C.V.		12.09	5.68	7.00

††† $p < 0,001$; †† $p < 0,01$; † $p < 0,05$; NS no significativo (LSD Fisher). Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$). D*C, interacción descompactación por campaña.

Las condiciones climáticas ocurridas durante cada ciclo agrícola, en combinación con las distintas localidades bajo estudio y sus características diferenciales, generaron distintos ambientes productivos. Esta diversidad de ambientes, afectó estadísticamente las variables bajo estudio. Así, los mayores valores de rendimiento se obtuvieron en Gral. Deheza durante la campaña 2010/11, mientras los valores más bajos se registraron en La Aguada en 2011/12 (Tabla 2). Esto puede explicarse por el mayor potencial productivo del ambiente en Gral. Deheza.

Por otro lado los componentes del rendimiento también fueron afectados por el ambiente, se observa el efecto compensatorio que posee el cultivo de soja entre el número y peso de los granos, así en los ambientes con mayor número de granos el peso de los mismos fue menor.

La descompactación, independientemente de la campaña bajo estudio, generó en el rendimiento un efecto positivo, estadísticamente significativo, del orden de los 333 kg ha^{-1} con respecto al tratamiento sin descompactar. Este mismo efecto se observó en el número de granos, principal componente del rendimiento, mientras que el peso de los mismos no fue influenciado estadísticamente por la descompactación.

Conveniencia Económica

Como se observa en la Tabla 3, realizar una labor de descompactación generó para este caso un retorno económico de 23,72 \$ ha^{-1} . En relación a estos resultados, resultaría interesante considerar la residualidad del efecto de la labor en campañas siguientes, en las que perdurara el efecto sobre el rendimiento de los cultivos, el retorno se incrementaría, estimulando la adopción de esta alternativa tecnológica en los sistemas productivos regionales. En relación a ello, Cacciavillani (2009) plantea que las condiciones de baja resistencia a la penetración producidas por una labor de descompactación en un Hapludol típico del sur de Córdoba, perduraron posterior a la cosecha de un cultivo de soja, especialmente en los sitios no transitados por la cosechadora.

Tabla 3: Producción (kg ha^{-1}), valor de la soja ($\text{\$ kg}^{-1}$), valor de la descompactación ($\text{\$ ha}^{-1}$), retorno económico ($\text{\$}$), para los tratamientos sin descompactar y descompactado.

	Producción (kg ha^{-1})	Valor Soja ($\text{\$ kg}$)	Valor descompactación ($\text{\$ ha}^{-1}$)	Retorno Económico ($\text{\$}$)
Sin Descompactar	2992	0,26	0	777,92
Descompactado	3325	0,26	62,86	801,64
Conveniencia				23,72

CONCLUSIÓN

Los resultados experimentales permiten concluir que la labor de descompactación revierte situaciones de compactación de suelo, generando aumentos en el rendimiento de la soja, siendo una técnica económicamente conveniente para el productor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Río Cuarto por el sostenimiento del Programa de Investigación "Desarrollo de alternativas tecnológicas sustentables para el oeste de Río Cuarto", mediante el financiamiento de la SECYT, el cual se realiza desde hace 20 años.

BIBLIOGRAFÍA

- AACREA. 2012. Series de precios agropecuarios. Área de Economía de AACREA. Capital Federal, Argentina.
- Alakukku, L.; P. Weisskopf; WCT Chamen; FGJ Tjink; JP Van Der Linden; S Pires; C Sommer & G. Spoor. 2003. "Prevention on strategies for field traffic-induced subsoil compaction: A review Part. 1. Machine/soil interactions". *Soil and tillage research*. 73: 145-160.
- Álvarez, CR;M Torres Dugga; ER Chamorro & MA Taboada. 2009. Descompactación de suelos franco limosos en siembra directa: efectos sobre las propiedades edáficas y los cultivos. *Ciencia del suelo*. 27(2): 159-169.
- Bateman, JC & DS Chanasyk. 2001. Effects of deep ripping and organic matter amendments on Ap horizons of soil reconstructed after coal strip-mining. *Can. J. Soil Sci.* 8: 113-120.
- Botta, G; D Jorajuria & L Draghi. 2002. Influence of the axle load, tire size and configuration, on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*, 39: 47-54.
- Busscher, W.J.; JR Frederick & PJ Bauer. 2001. Effect of penetration resistance and timing of rain on grain yield of narrow-row corn in a coastal plain loamy sand. *Soil & Tillage Research* 63: 15-24.
- Caccavillani MM.2009. Evolución del comportamiento físico de un suelo Haplustol típico de Córdoba bajo dos sistemas de laboreo. Trabajo final de grado, FAV- UNRC, Río Cuarto, Argentina.
- Di Rienzo JA; F Casanoves;MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Gerster G; S Bacigaluppo; M Bodrero & F Salvagiotti. 2010. Secuencia de cultivos, descompactación mecánica y rendimiento de soja en un suelo degradado de la Región Pampeana. XXII Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Rosario, Argentina.
- Gupta SC & RR Allmaras. 1987. Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. *Adv. Soil Sci.*6: 65-100.
- Jarvis, RJ; AP Hamblin & ND Delroy. 1986. Continuous cereal cropping with alternative tillage systems in . Western Australia. Agriculture, Western Australia, Technical Bulletin No. 71, pp. 37.
- Sadras, V; GJ O'leary & DK Roget. 2005. Crop responses to compacted soil. Capture and efficiency in the use of water and radiation. *Field Crop Research*. 91: 131-148.