



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

POROSIDAD DE SUELOS BAJO SIEMBRA DIRECTA EN EL SUDOESTE BONAERENSE

FERNANDO M. LÓPEZ ^{1,2,*}; MATÍAS E. DUVAL ²; JUAN M. MARTÍNEZ²; JUAN A. GALANTINI ^{2,3}

¹ Cátedra Física de suelos, Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

² CERZOS-CONICET - Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

³ Comisión de investigaciones científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC).

* fmlopez@cerzos-conicet.gob.ar

Palabras Clave: Física de suelos; Macroporos; Labranza.

Resumen

En la producción agropecuaria es indispensable la buena calidad física de los suelos para lograr un buen rendimiento de los cultivos con el menor efecto sobre el ambiente. La compactación en producciones agrícolas es una forma importante de degradación física del suelo a nivel mundial. A partir de la expansión de la siembra directa (SD) en el sudoeste bonaerense, es necesario un conocimiento más detallado del estado físico de los suelos bajo este sistema de producción. En el presente estudio se determinó la distribución por tamaño de poro en Ustoles del sudoeste bonaerense bajo SD (AG) y en ambientes quasi prístinos (AN), con el objetivo de analizar la calidad física actual. Además, se evaluó la influencia de las fracciones granulométricas sobre las diferentes propiedades físicas. Los suelos evaluados presentaron una tendencia a una escasa porosidad de aireación en subsuperficie, demostrada por la baja macroporosidad de los AN (16,6%). En los suelos agrícolas dichas limitaciones aumentaron debido a una menor macroporosidad (11,8%). El 88,2 % de AG presentó características físicas en subsuperficie que limitarían el desarrollo de los cultivos de trigo y cebada, aún luego de 12 años bajo SD. La principal limitante se asoció a una baja macroporosidad (poros > 30 μm) que afectaría la aireación del suelo y el crecimiento de raíces. Estas limitaciones se presentaron en suelos de las diferentes texturas analizadas. Si bien no es posible atribuir la pérdida de macroporosidad a la SD, la forma en que se ha implementado la misma en la región no ha sido capaz de revertir los problemas de calidad física. Es necesario el desarrollo de prácticas de manejo del suelo que contribuyan a la regeneración biótica de la estructura para asegurar una adecuada fertilidad física en subsuperficie en Ustoles bajo SD del sudoeste bonaerense.

Introducción

El Sudoeste de la provincia de Buenos Aires comprende parte de las regiones semiárida y subhúmeda seca de la Argentina, con características climáticas y edáficas que lo



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

diferencian del resto de la pampa húmeda. Esta región se caracteriza por la gran variabilidad climática y la escasez de precipitaciones (Glave, 2006), factores que determinan la diferencia de potencial de producción respecto a la región pampeana central. Al igual que en toda la zona agrícola central de la Argentina, en el sudoeste bonaerense ha ocurrido una gran expansión de la siembra directa (SD) en los últimos 20 años (AAPRESID, 2012). Son necesarios estudios sobre el impacto a largo plazo de este método de siembra sobre diferentes propiedades edáficas que influyen tanto la productividad como la sustentabilidad de las producciones agrícolas de esta región (Galantini et al., 2006), donde los agroecosistemas poseen mayor fragilidad y menor resiliencia (Schmidt y Amiotti, 2015).

El objetivo de este trabajo fue determinar la porosidad en suelos de ambientes naturales y en suelos con más de 12 años bajo SD en el sudoeste bonaerense, para evaluar el estado actual de propiedades físicas en suelos bajo este sistema de producción.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina, en los partidos de Coronel Dorrego, Coronel Pringles y Tornquist. El clima zonal es subhúmedo seco, con una temperatura media anual aproximada de 14,5°C, con una marcada estacionalidad de las precipitaciones en otoño y primavera. El muestreo se realizó durante los años 2012 y 2013, en 17 lotes con más de 12 años bajo SD. Además de los lotes seleccionados se muestrearon 10 situaciones no disturbadas (“ambiente natural”, AN).

En cada situación se tomaron muestras de suelo sin disturbar mediante cilindros a 0-5, 5-10, 10-15 y 15-20 cm de profundidad. Se realizó el análisis de textura por el método de la pipeta (Gee & Bauder, 1986). Además se determinó la densidad aparente por el método del cilindro (Blake & Hartge, 1986) y se estimó el diámetro efectivo de poros capaces de retener agua a una determinada presión a partir de la curva de retención hídrica (Hassink et al., 1993). La distribución del espacio poroso se evaluó según la clasificación propuesta por Kay & VandenBygaart (2002).

Se procedió a evaluar las propiedades físicas en dos capas: 0-10 cm (incluyendo las muestras 0-5 y 5-10 cm) y 10-20 cm (incluyendo las muestras 10-15 y 15-20 cm). Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó análisis de la varianza (ANAVA), evaluando la interacción tratamiento*profundidad dentro de cada capa. Se realizaron comparaciones de medias con el test DMS de Fisher ($\alpha=0,05$).

Resultados y Discusión

Los suelos evaluados se agruparon en 6 clases texturales (Figura 1), predominando los suelos de textura franca a franca arenosa. Estos suelos se caracterizan por una gran cantidad de limo y arena. En la fracción limo predominaron los limos finos, factor que provocaría susceptibilidad a la degradación de la estructura (Pecorari et al., 1990).

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

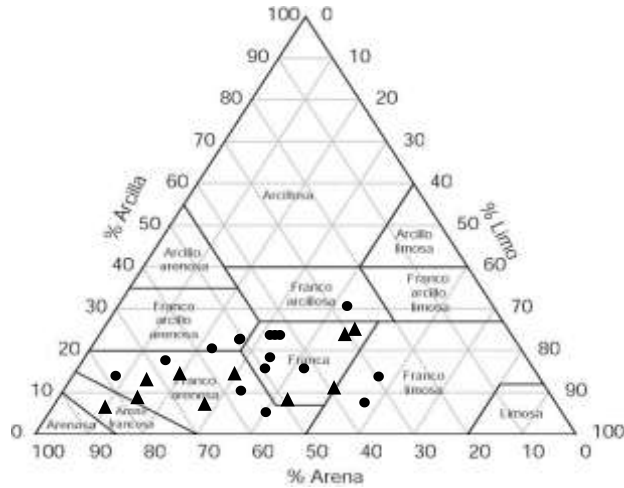


Figura 1. Clases texturales (USDA) de los sitios evaluados: suelos bajo cultivo (círculos) y ambientes naturales (triángulos).

En la Tabla 1 se presentan los resultados del ANAVA entre lotes agrícolas (AG) y ambientes naturales (AN) para densidad aparente (DA), porosidad total (PT) y distribución por tamaño de poro. Independientemente del sitio y textura del suelo, se observa como la agricultura, con labranza convencional anteriormente y actualmente bajo SD, ha modificado las propiedades físicas en el horizonte superficial.

Tabla 1. Densidad aparente (DA), porosidad total (PT) y distribución por tamaño de poro para las situaciones evaluadas (ambiente natural: AN y lotes agrícolas: AG), según profundidad.

	0-10 cm		10-20 cm	
	AN	AG	AN	AG
DA (Mg m^{-3})	1,06	1,28	1,38 a	1,43 b
PT ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,565	0,529	0,488 a	0,486 a
MP ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,245 b	0,199 a	0,166 b	0,118 a
MPg ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,190 b	0,144 a	0,128	0,079
MPp ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,055 a	0,056 a	0,038 a	0,039 a
mP ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$)	0,213 b	0,200 a	0,182 a	0,199 a

Para cada profundidad letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Ausencia de letra para alguna propiedad significa interacción tratamiento*profundidad.

MP: macroporos ($>30 \mu\text{m}$); MPg: macroporos grandes ($>60 \mu\text{m}$); MPp: macroporos pequeños ($60-30 \mu\text{m}$); mP: mP: mesoporos grandes ($30-9 \mu\text{m}$).

La DA y PT en 0-10 cm y los MPg en 10-20 cm presentaron interacción tratamiento*profundidad por lo que se evaluó cada propiedad cada 5 cm. Los resultados

XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

de DA y PT en los primeros 10 cm del perfil se presentan en la Tabla 2 para las profundidades 0-5 y 5-10 cm por separado. La profundidad 0-5 cm es la única donde se observan cambios en la PT, mientras que la distribución por tamaño de poro presentó importantes diferencias en la mayoría de las profundidades evaluadas.

Tabla 2. Densidad aparente (DA) y porosidad total (PT) para ambiente natural (AN) y lotes agrícolas (AG).

	0-5 cm		5-10 cm	
	AN	AG	AN	AG
DA (Mg m ⁻³)	0,88 a	1,19 b	1,24 a	1,37 b
PT (m ³ m ⁻³)	0,615 b	0,552 a	0,514 a	0,506 a

Para cada profundidad letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

En promedio, la DA fue más afectada en 0-5 cm que en las otras profundidades evaluadas. En esta profundidad, en relación con AN, la DA aumentó 35,2% mientras que en 5-10 cm aumentó 10,5% y sólo 3,6% en 10-20 cm. Para suelos agrícolas se citan DA óptimas menores a 1,2 Mg m⁻³ (Venanzi et al., 2002; Reynolds et al., 2008). Por lo tanto, en AN no existirían problemas físicos debidos a valores elevados de DA en 0-5 cm, mientras que el 58,8% de los lotes agrícolas estudiados presentaron DA superiores al óptimo establecido por la bibliografía. En la profundidad 10-20 cm, tanto los tratamientos naturales como los cultivados presentaron valores promedios por encima de los citados como críticos. Debido a que en los AN también se observaron valores elevados de DA en 10-20 cm, la alta DA en esta profundidad se debería a factores genéticos de los suelos más que al efecto antrópico. Esta característica podría deberse al material original caracterizado por un alto contenido de limo y arena. De esta manera, las limitaciones al desarrollo radical de los cereales de invierno en subsuperficie estarían determinadas por cuestiones genéticas del suelo que se agravan cuando los suelos son destinados a la producción agrícola. Schmidt y Amiotti (2015) consideran que los altos valores de DA en subsuperficie se deben a la persistencia de pisos de arado bajo SD, a pesar del tiempo transcurrido desde su implementación. Esta condición daría lugar a una secuencia perjudicial ya que un reducido crecimiento vegetal causa menores aportes de materia orgánica al suelo, lo que reduce el ciclado de nutrientes y la actividad de microorganismos (Hamza y Anderson, 2005), factores importantes para el mantenimiento de una adecuada estructura del suelo.

Si bien la PT sólo presentó diferencias significativas entre tratamientos para la profundidad 0-5 cm ($p < 0,05$), se observaron importantes diferencias en la distribución por tamaños de poros para todas las profundidades (Tabla 1). Los mayores cambios se observaron en los MPg donde en las situaciones bajo cultivo se observó un descenso del 48,5% respecto a los AN. Esto concuerda con varios estudios que señalan que en



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

suelos compactados se produce una disminución de macroporos sin observarse grandes diferencias en la porosidad total (Kay & VandenBygaart, 2002; Amiotti et al. 2012; Schmidt & Amiotti, 2015). Este gran descenso de MPg observado en la profundidad 10-20 cm probablemente tenga un efecto restrictivo para el crecimiento de las raíces (Kay, 1990), causando un efecto negativo en la cantidad de agua y nutrientes disponibles para los cultivos (Gupta and Allmaras, 1987).

Además de la disminución de la cantidad de MPg en las situaciones bajo SD, es muy importante la disminución de mPg para todas las profundidades evaluadas. Estos poros son los responsables de retener agua a bajas tensiones, fácilmente disponible para los cultivos (Pilatti et al., 2012), por lo que es de esperar que su disminución tenga un impacto negativo en la disponibilidad de agua para los cultivos. El aumento de poros de menor tamaño en detrimento de la macroporosidad tendría efectos negativos en la aireación del suelo y respiración y crecimiento de las raíces.

Pilatti et al. (2012), establecieron que la porosidad de aireación (macroporos) del suelo debería ser mayor de $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para la mayoría de los cultivos. Para la profundidad 0-10 cm sólo 2 lotes agrícolas (11,8%) presentaron valores por debajo del límite crítico de aireación. Sin embargo, en la profundidad 10-20 cm el 88,2% de los lotes y el 40% de AN no llegaba a esa cantidad de porosidad de aireación. Si bien los suelos de esta región tendieron a una baja porosidad de aireación debido al alto contenido de limo, la producción agropecuaria ha promovido un descenso mayor de la macroporosidad. Esta disminución de los poros de mayor tamaño, aun en suelos con más de diez años bajo SD, estaría limitando el adecuado crecimiento radical de los cultivos.

Conclusiones

Una gran proporción de suelos bajo SD en el sudoeste bonaerense presentan características físicas que pueden estar limitando el rendimiento de los cultivos de trigo y cebada, aún después de un gran período sin labranzas. En el ambiente estudiado dichas limitaciones serían independientes de la textura del suelo y tendrían mayor gravedad en subsuperficie (10-20 cm). Si bien no es posible atribuirle dichas limitaciones al manejo bajo SD, es importante reconocer que la SD por sí sola no fue capaz de regenerar buena calidad física en esta profundidad luego de más de diez años de su implementación. Las mayores limitaciones se deben a una baja macroporosidad (poros $> 30 \mu\text{m}$) que limitaría la aireación del suelo y el crecimiento de raíces. Es necesario el desarrollo de prácticas agrícolas que contribuyan a mejorar estas características físicas del subsuelo bajo SD, para el desarrollo de agroecosistemas sustentables en el sudoeste bonaerense.

Bibliografía

AAPRESID. 2012. <http://www.aapresid.org.ar/>



XXV CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo”

Río Cuarto, 27 de Junio - 01 de Julio de 2016

Amiotti, NM; MB Villamil & RG Darmody. 2012. Agronomic and Taxonomic Consequences of Agricultural Use of Marginal Soils in Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76 (2). 558-568.

Galantini, J.A., Iglesias, J.O., Maneiro, C., Santiago, L., Kleine, C.. Sistemas de labranza en el sudoeste bonaerense. efectos de largo plazo sobre las fracciones orgánicas y el espacio poroso del suelo. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* (en línea). Fecha de consulta: 21 de julio de 2015.

Glave, A. 2006. Influencia climática en el sudoeste bonaerense y sudeste de la pampa. http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/29_clima_sudoeste_bonaerense.pdf

Hamza, M.A., and W.K. Anderson. 2005. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage Res.*82:121–145.

Kay, B.D., 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. *Adv. Soil Sci.* 12, 1-52.

Pecorari C, Guerif J, Stengel P. 1990. Fitolitos en los suelos pampeanos argentinos: influencia sobre las propiedades físicas determinantes de los mecanismos elementales de la evolución de la estructura. *Ciencia del Suelo* 8: 135-141.

Reynolds, WD; CF Drury; XM Yang & CS Tan. 2008. Optimal soil physical quality inferred through structural regression and parameter interactions *Geoderma* 146, 466–474.

Schmidt, ES & NM Amiotti. 2015. Propiedades edáficas superficiales en sistemas de agricultura de conservación en la región pampeana semiárida sur. *Ciencia del Suelo* 33 (1), 79-88.

Venanzi S., Vallati A., Kruger H. 2002. Crecimiento temprano en trigo en función de la densidad aparente del suelo. En: <http://www.agrositio.com/vertext/vertext.asp?id=75010&se=19> (último ingreso 16-7-2015)