

PROPIEDADES HIDRAULICAS DE UN HAPLUDOL TIPICO CON TRES SISTEMAS DE USO

Diez Alejandro¹, Estela Bricchi¹, Gabriel Espósito¹ y Antonio Aoki²

¹Fac. de Agronomía y Veterinaria. UNRío Cuarto.

Ruta Nac. 36 - Km. 601. 5800 Río Cuarto. Tel. 0358 4676404. Río Cuarto.

²Fac. de Ciencias Agropecuarias UNCba Av Valparaiso s/n Cdad Universitaria 5000 Córdoba

ebricchi@ayv.unrc.edu.ar

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue caracterizar las modificaciones de la conductividad hidráulica y la porosidad por efecto del uso del suelo, mediante la técnica del permeámetro de disco, en un Hapludol típico franco arenoso muy fino, en tres historias de uso: *Mínima alteración* (MA). *Agrícola* (A). *Ganadero-Agrícola* (GA). Se realizaron mediciones con permeámetro de disco a tres tensiones: 0, 2 y 5 cm, con 4 repeticiones. Se determinaron la conductividad hidráulica saturada (Ks) e insaturada del suelo (K_2 : 2 cm, K_5 : 5 cm). Se analizó la relación entre conductividad hidráulica y tamaño de poros utilizando la ecuación de capilaridad, que permite calcular el radio de poro (r) correspondiente a la tensión de aplicación de agua. Para cada tamaño de poros se calculó el aporte proporcional al flujo total (Flujo). la Ks presentó diferencias significativas a favor de MA que superó en un 135% y 108% a GA y A. En K_2 , se registró un comportamiento similar al planteado en Ks con diferencias del 127% y 235%, a favor de la situación MA. La K_5 no mostró diferencias significativas entre situaciones y se debería a que en MA la disminución de conductividad es del 94% cuando se excluyen los poros mayores a 300 μ de r, y por ende estaría mas condicionada por la textura que por la estructura del suelo, lo que explicaría las diferencias no significativas, ya que la textura es similar en las tres situaciones de uso. El número de poros de ambas magnitudes en MA es mayor y diferente. El Flujo en los poros $>750\mu$ en A es mayor y diferente a GA y explica en el primer caso el 80% y en el segundo el 70% del flujo total, mientras que en poros entre 750-300 μ MA es mayor que A, y explica solo el 24% y el 7% del flujo total. Sistemas de uso agrícola y agrícola-ganadero, en suelos Hapludol típico de la región central de la provincia de Córdoba, provocan una significativa reducción en el número de poros de radio superior a 350 μ . Esto afecta también en forma significativa, la capacidad de conducir agua en la parte superior del suelo.

PROPIEDADES HIDRAULICAS DE UN HAPLUDOL TIPICO CON TRES SISTEMAS DE USO

Diez Alejandro¹, Estela Bricchi¹, Gabriel Espósito¹ y Antonio Aoki²

¹Fac. de Agronomía y Veterinaria. UNRío Cuarto.

Ruta Nac. 36 - Km. 601. 5800 Río Cuarto. Tel. 0358 4676404. Río Cuarto.

²Fac. de Ciencias Agropecuarias UNCba Av Valparaiso s/n Cdad Universitaria 5000 Córdoba
ebricchi@ayv.unrc.edu.ar

Introducción

Uno de los problemas que enfrenta la agricultura actual es la degradación paulatina del recurso suelo, panorama que se ha visto notablemente alterado en los últimos años, ya que los cultivos de diversas regiones manifiestan disminuciones en sus rendimientos por el deterioro de este recurso (Buschiazzo *et al.*, 1996). En la provincia de Córdoba, gran parte de la integridad física, química y biológica de los suelos, se ve condicionada por la composición edafogénica frágil, acentuada por el impacto de un uso y manejo del suelo inapropiado que repercute sobre las propiedades hidráulicas (Mendoza Reinoso y Porcel de Peralta, 1997).

Las propiedades hidráulicas en general, y la infiltración en particular tienen un peso relativo elevado como indicadores físicos de calidad según la mayoría de las aproximaciones y modelos mencionados en la literatura (Doran y Parkin, 1994; Cisneros *et al.*, 1997). En este sentido, los permeámetros de disco están siendo utilizados en forma creciente para mediciones *in situ* de las propiedades hidráulicas del suelo saturado e insaturado (Perroux y White, 1988; Ankeny *et al.*, 1991).

El objetivo del trabajo fue caracterizar las modificaciones de la conductividad hidráulica y la porosidad por efecto del uso del suelo, mediante la técnica del permeámetro de disco, en un suelo Hapludol típico de la Región Central de la provincia de Córdoba.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en el campo de docencia y experimentación de la UNRC, (33° 06' 30" Lat S y 64° 18' 05" Long W). El suelo es un Hapludol típico de textura franco arenoso muy fina, en el que se tomaron tres situaciones (ubicadas en la loma de la unidad de paisaje simple) con tres historias de uso: 1) *Mínima alteración* (MA): en los últimos 30 años no se lo destinó a uso agrícola ni ganadero. 2) *Agrícola* (A): La secuencia de cultivos fue triticale-soja-soja-triticale en siembra directa (triticales para semilla). 3) *Ganadero-Agrícola* (GA): Pastura base alfalfa de tres años de implantación, usada exclusivamente para corte, con antecesor agrícola durante cuatro ciclos.

En el invierno de 2005 se realizaron mediciones con permeámetro de disco (Perroux y White, 1988) a tres tensiones: 0, 2 y 5 cm, con 4 repeticiones. Se determinaron la conductividad hidráulica saturada (K_s) e insaturada del suelo por el método de Ankeny *et al.* (1991) (K_2 : 2 cm, K_5 : 5 cm).

Para analizar la relación entre conductividad hidráulica y tamaño de poros se utilizó la ecuación de capilaridad, que permite calcular el radio de poro (r) correspondiente a la tensión de aplicación de agua:

$$r = -\frac{2 \sigma \cos \alpha}{\rho g h} \cong -\frac{0,15}{h} \quad (1)$$

σ es la tensión de agua en la superficie [MT-2]; α es el ángulo de contacto entre el agua y la pared del poro; ρ es la densidad del agua [ML-3]; g es la aceleración debido a la gravedad [LT⁻²], y h es la presión (L de agua) en el permeámetro de disco.

De esta manera para la tensión de aplicación de agua 0 cm todos los poros conducen agua, para la tensión de 2 cm se excluyen del proceso de transporte de agua a los poros $>750\mu$ de r y para la tensión de 5 cm se excluyen los poros $>300\mu$ de r . Se asumió que los poros son del mínimo r dentro de los rangos de poros calculados, y por lo tanto representan el valor máximo dentro de ese rango.

Si se considera la ecuación (1) conjuntamente con la ecuación de Poiseuille (Hillel, 1998), se obtiene, la ecuación del número de poros (N) de radio r por m^2 de suelo superficial, asumiendo valores estándar de gravedad y viscosidad del agua a 20°C:

$$N = \frac{7,22 \cdot 10^{-2} \Delta K \psi}{R^4} \quad (2)$$

Donde $\Delta K \psi$ = diferencial de cambio en la conductividad hidráulica del suelo, debido a cambios en la tensión de aplicación de agua desde el permeámetro.

Para analizar en cuánto contribuyen al flujo total los diferentes tamaños de poros (Flujo) se calculó la diferencia de conductividad hidráulica entre dos tensiones (dos límites de poros) dividido por la K_s . Todos los datos fueron analizados estadísticamente por InfoStat (2002).

Resultados y discusión

Como puede apreciarse en la Tabla 1, la K_s presentó diferencias significativas entre las situaciones evaluadas. En este sentido, se observó una mayor conductividad en MA respecto a las restantes, siendo estas diferencias del orden del 135% y del 108% con relación a las situaciones GA y A respectivamente. Diferencias de magnitudes similares fueron

encontradas por Aoki *et al.* (2003) cuando analizaron el comportamiento de la K_s en situación de bosque natural y sobre monocultivo de soja en un suelo Haplustol típico franco limoso y por Cisneros *et al.* (1997) también en un Haplustol típico pero con textura franco arenosa muy fina.

A nivel de la K_2 , se registró un comportamiento similar al planteado en K_s . Los valores hallados muestran diferencias del 127% y 235%, a favor de la situación de MA respecto de GA y A, respectivamente (Tabla 1). Los suelos Haplustoles bajo uso agrícola, son altamente susceptibles a la formación de costras, tanto estructurales como deposicionales. Este tipo de estructura provoca un reordenamiento de las partículas del suelo y modificación de la porosidad superficial, lo que se manifiesta en una disminución significativa en los valores de conductividad hidráulica en comparación con los ambientes de MA (Aoki *et al.* 2003, Bricchi 1996).

La K_5 presentó un comportamiento diferente dado que no evidenció diferencias significativas entre situaciones. Esto podría relacionarse a que en MA la disminución de conductividad es del 94% cuando se excluyen los poros mayores a 300 μ , como pueden observarse en la Tabla 2. La K a 5 cm de tensión de aplicación de agua estaría más condicionada por la textura que por la estructura del suelo, lo que explicaría las diferencias no significativas, ya que la textura es similar en las tres situaciones de uso.

Tabla 1: Conductividad hidráulica a 0, 2 y 5 cm de columna de agua (K_s , K_2 y K_5)

	K_s (cm h ⁻¹)	K_2 (cm h ⁻¹)	K_5 (cm h ⁻¹)
Mínima alteración (MA)	7.31 a	2.18 a	0.42 a
Ganadero agrícola (GA)	3.11 b	0.96 b	0.50 a
Agrícola (A)	3.51 b	0.65 b	0.40 a
DMS (0.05)	2.99	1.17	0.12
C.V. (%)	18.37	24.30	7.13

C.V (%) Coeficiente de variación en porcentaje. En vertical, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según ANAVA. Los valores originales debieron ser transformados por $x^{0.5}$ para su análisis, dado que los mismos no se correspondieron a la distribución Normal según test de Shapiro-Wilks. En tabla se presentan los valores originales.

En referencia al porcentaje del flujo total conducido por los poros $>750\mu$ en A es mayor y diferente a GA (Tabla 2) explicando en el primer caso el 80% y en el segundo el

70% del flujo producido. En el caso de poros entre 750-300 μ existen diferencias significativas entre MA y A, este rango de poros solo explica el 24% y el 7% del flujo total, respectivamente. Es evidente que en este nivel de comparación el componente estructural juega un rol determinante en el arreglo espacial y distribución de los poros, lo que determinaría en forma directa la mayor conductividad hidráulica a bajas succiones. En el mismo sentido, Lin *et al.* (1996) afirmaron que el movimiento del agua en suelos estructurados naturalmente, debido a que poseen macroporos y poros biológicos, es diferente al de aquellos suelos homogeneizados artificialmente. Por otro lado el uso agropecuario del suelo al incrementar su densidad, disminuye la macroporosidad y por consiguiente su capacidad para conducir agua (Bricchi 1996).

Tabla 2: Número de poros por m^2 (N) y porcentaje del flujo total de agua (Flujo) para cada rango de radio de poros (r).

	r > a 750 μ		r entre 300 a 750 μ	
	N	Flujo (%)	N	Flujo (%)
Mínima alteración (MA)	11.70 a	70.14 ab	157.00 a	24.10 a
Ganadero agrícola (GA)	4.91 b	69.13 b	41.00 b	14.79 ab
Agrícola (A)	6.52 b	81.54 a	21.94 b	7.02 b
DMS (0.05)	4.75	10.61	98.63	10.43
C.V. (%)	18.78	4.53	37.79	25.90

r: radio de los poros. C.V. (%) Coeficiente de variación en porcentaje. En vertical, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según ANAVA. Los valores originales debieron ser transformados por $x^{0.5}$ para su análisis, dado que los mismos no se correspondieron a la distribución Normal según test de Shapiro-Wilks. En tabla se presentan los valores originales.

Conclusiones

Sistemas de uso agrícola y agrícola-ganadero, en suelos Hapludol típico de la región central de la provincia de Córdoba, provocan una significativa reducción en el número de poros de radio superior a 350 μ . Esto afecta también en forma significativa, la capacidad de conducir agua en la parte superior del suelo.

Bibliografía

Aoki, A. M. y R. Sereno. 2003. Modificaciones de la conductividad hidráulica y porosidad del suelo, estimadas mediante infiltrómetro de disco a tensión. Taller de Física de Suelos:

- Metodologías físicas para investigación de propiedades del suelo; unificación de procedimientos. AACCS y UNLP-FCAF. La Plata, Argentina.
- Ankeny, M.D., T.C. Kaspar, and R. Horton. 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:467-470.
- Buschiazzo, D. E., J. L. Panigatti y F. J. Babinec. 1996. Labranzas en la región semiárida argentina. Extra, Santa Rosa (LP). Pp. 363-375.
- Bricchi, E. 1996. Relaciones entre la compactación, morfología y propiedades físicas de un Hapludol típico de Río IV. Tesis para obtención del título Magíster Scientiae – Area Ciencias del Suelo. UBA
- Cisneros, J. M., C. Cholaky, E. Bricchi, O. Giayetto, J. J. Cantero. 1997. Efectos del uso agrícola sobre las propiedades físicas de un Haplustol típico del centro de Córdoba. *Rev., UNRC*, 17 (1): 13-22.
- Doran, J. W. y T. B. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. Pp. 3-21. En: Doran, J. W., D. C. Coleman y D. F. Bezdiek (Eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*. Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisc. USA.
- Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. 771 p. Ed. Academic Press, New York, USA.
- InfoStat versión 1.1. 2002. Grupo Infostat. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Primera Ed. Ed. Brujas. Argentina. Pp. 266.
- Lin, H. S., K. J. McInnes, L. P. Wilding y C. T. Hallmark. 1996. Effective porosity and flow rate with infiltration at low tensions into a well-structured subsoil. *Trans. ASAE*, 39 (1): 131-133.
- Mendoza Reinoso, R. I. y R. F. Porcel De Peralta. 1997. Caracterización de los suelos. En: *Manual de control de la erosión hídrica*. FCA – SeCyT-UNCba., Córdoba. Capítulo 2.
- Perroux, K. M. y I. White. 1988. Design for disc permeameters. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52: 1205-1215.