

**UNIVERSIDAD:** Universidad Nacional de La Plata.

**COMITÉ ACADÉMICO:** Aguas.

**TÍTULO DEL TRABAJO:** RELACION ENTRE DENSIDAD APARENTE SECA Y LA INFILTRACION DEL AGUA EN EL SUELO.

**AUTOR /ES:** Soracco C. Germán; Palancar, Telmo C.; Fajardo, Sebastián.

**E-MAIL DE LOS AUTORES:** [gsoracco@agro.unlp.edu.ar](mailto:gsoracco@agro.unlp.edu.ar), [telmo@ceres.agro.unlp.edu.ar](mailto:telmo@ceres.agro.unlp.edu.ar), [sebastianfajardo@hotmail.com](mailto:sebastianfajardo@hotmail.com)

**PALABRAS CLAVES:** Infiltración, Densidad Aparente.

**PALAVRAS-CHAVES:** Infiltração, Densidade Aparente.

## RESUMEN

Para determinar la infiltración del agua en el suelo pueden utilizarse permeámetros de disco a tensión teniendo como ventajas su bajo costo, fácil transporte y la posibilidad de realizar la medición a campo, sin disturbar la estructura porosa del suelo. Se midió la conductividad hidráulica saturada y densidad aparente del horizonte superficial de un suelo franco-arcilloso con problemas de alcalinidad en tres situaciones diferentes de manejo: a) suelo labrado para cultivo, b) pastura de gramíneas y c) senda de animales. Con los valores de densidad aparente y densidad de partícula se determinaron las variables derivadas porosidad total e índice de poros. La mayor densidad aparente y menor porosidad se encontraron en la senda de animales y la menor densidad aparente y mayor porosidad en el suelo labrado. Valores intermedios se registraron en la pastura de gramíneas. La senda de animales presentó la menor conductividad y no se hallaron diferencias significativas entre las conductividades del suelo labrado y la pastura. La disminución de la conductividad hidráulica saturada debe ser atribuida a la disminución del volumen y continuidad de los poros. Existe una correlación negativa entre la densidad aparente y la conductividad hidráulica saturada. El manejo del suelo afecta las propiedades hidráulicas del mismo. El permeámetro de disco resulta adecuado para determinar la conductividad hidráulica saturada.

## INTRODUCCIÓN

La caracterización de las propiedades hidráulicas de los suelos tiene una importancia capital en las ciencias agrarias, ya que, en gran medida, son las que rigen el crecimiento y desarrollo de los cultivos. La infiltración del agua del suelo, tanto en su estado transitorio como en el estacionario, es un buen reflejo de la estructura del sistema poroso, resultante de la yuxtaposición de las partículas de suelo y de los agregados (Elrick, D.E. y W. D. Corey. 1992). Algunas de las propiedades hidráulicas que permiten cuantificar el tamaño, la distribución y la continuidad del sistema poroso son; la conductividad hidráulica saturada y la sortividad del suelo, siendo posible medir estas propiedades mediante el uso de permeámetros de disco.

Los permeámetros de disco a tensión, descritos por Perroux y White (1988), son usados para determinar propiedades hidráulicas *in situ* de suelos saturados o cercanos a la saturación (Clothier y White, 1981, Wilson y Luxmoore, 1988, Smettem *et al.*, 1995). Algunas ventajas de este instrumento como su bajo costo, su fácil transporte y, fundamentalmente, la posibilidad de realizar mediciones *in-situ*, sin modificar el sistema poroso natural, ayudaron a la rápida difusión del aparato. Por último, es interesante también la alternativa que ofrece el instrumento de excluir algún tamaño de poro del flujo, siendo esta última una particularidad destacable.

Con respecto a esto último es necesario señalar que la posibilidad de excluir poros del flujo está limitada por el diseño del instrumento, siendo lo más común poder entregar agua desde el permeámetro con potenciales que van desde 0 a -200 mm de columna de agua. En este sentido, los permeámetros de disco a tensión proveen un mecanismo útil para diferenciar el

movimiento del agua a través de fisuras y poros biológicos del movimiento de agua a través de la matriz del suelo (Clothier y White, 1981, Perroux y White, 1988, Ankeny *et al.*, 1988). Los objetivos del presente trabajo fueron estudiar el comportamiento de la conductividad hidráulica saturada y la porosidad en un suelo en tres situaciones de manejo, y establecer el grado de asociación o interdependencia de estas variables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en un lote de unas 4 ha, sobre un suelo Franco-Arcilloso con problemas marcados de alcalinidad. El predio pertenece a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, ubicado en el Partido de Berisso, Provincia de Buenos Aires. El trabajo se realizó como contribución a un proyecto cuya finalidad última es dar recomendaciones de manejo a las personas que utilizan el lote como huerta comunitaria destinada a trabajadores desocupados.

Se fijaron tres sitios de medición, los cuáles se encontraban en una zona de muy baja pendiente. Se buscó en estos sitios situaciones contrastantes de manejo, sobre todo en aspectos que, supuestamente, poseían diferentes propiedades hidráulicas del suelo.

Los tres sitios fueron; en primer lugar un lote destinado al cultivo de especies hortícolas, que fuera recientemente removido (Sitio I), el segundo fue un sitio con pastura de gramíneas (*Agropyro*, *Distichlis* y *Cynodon* sp.) con 8 años de antigüedad (Sitio II), la que se encontraba con muy buena cobertura y en activo crecimiento y, por último, el tercer sitio era una zona que había sufrido pisoteo de animales con una intensidad importante y que en el momento de la medición se encontraba con una buena cobertura de gramíneas (*Cynodon* sp.) (Sitio III).

En cada uno de los sitios se determinaron una serie de variables de tipo Químico y Físico, entre las que se encontraban pH, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), Densidad Aparente (Dap), Textura, Conductividad Hidráulica Saturada (Ksat). En todos los casos se extrajeron muestras del horizonte superficial.

Para Dap se utilizó el método del cilindro (Blake and Hartge, 1986) para lo cual se extrajeron seis muestras de cada sitio y los resultados se utilizaron para la obtención de las variables derivadas porosidad total (Ptot) e índice de poros (Ipor) (Ecuaciones 1 y 2).

$$P = (1 - Dap / Dr) \quad (1)$$

$$Ipor = V_{por} / V_{sol} \quad (2)$$

Donde Dr es la densidad del material sólido,  $V_{por}$  y  $V_{sol}$  son los volúmenes de poros y del material sólido del suelo, respectivamente.

Se analizaron dos muestras de cada sitio para la determinación de la distribución de tamaño de partículas del suelo. La determinación se realizó según el método del hidrómetro (Gee and Bauder, 1986).

La Ksat se determinó con el permeámetro de disco (Perroux, K.M. y I. White, 1988) en la superficie del suelo (Ver Fig. 1). El instrumento utilizado posee un disco de 120 mm de diámetro. En todos los casos se necesitaron alrededor de dos horas para alcanzar el estado estacionario. Para la determinación de Ksat se realizaron tres mediciones por cada sitio. En

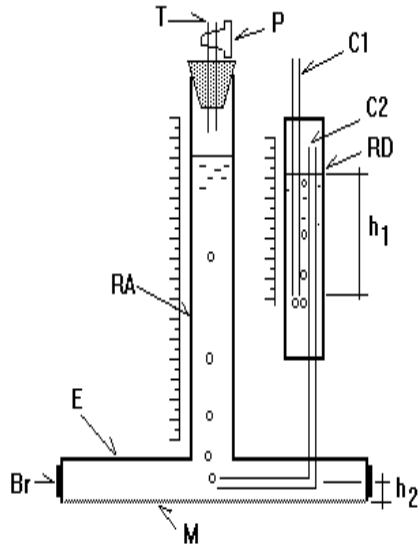


Figura 1. Esquema del permeámetro de disco

RA: depósito de alimentación

RD: recipiente de burbujeo

M: malla de poliéster de poro micrométrico

C1: tubo móvil para ajustar potencial

C2: capilar de aireación

T: tubo de llenado

P: tapón o robinete

Br: banda para sujetar malla

todos los casos se utilizó el permeámetro sin usar la posibilidad de potencial negativo (succión), de forma que la totalidad de los poros participara del flujo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se pueden ver los resultados obtenidos de los análisis químicos de caracterización del suelo. Problemas de alcalinidad se evidencian en los datos transcriptos.

Tabla 1. Caracterización química de los sitios de estudio

Sitios de ensayo	Sitio I	Sitio II	Sitio III
CIC	27,1a	30,6b	24,2a
PSI	19,2a	19,9ab	29,7b
PH	7,3a	7,9b	8,1b

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $P=0,05$ , LSD)

En la Tabla 2 se puede observar los resultados de las mediciones de los parámetros físicos. Se obtuvieron, consecuentemente con la historia de uso de los potreros, densidades aparentes muy contrastantes, entre  $0,77 \text{ Mg/m}^3$  y  $1,43 \text{ Mg/m}^3$ , siendo la más alta la correspondiente al Sitio III, de una zona que era transitada por vacunos en su camino a un corral de encierro de un tambo, ahora en desuso. La más baja fue la correspondiente al Sitio I (suelo recién removido). A partir de estos valores se pudo determinar la porosidad total de suelo, tomando constante la densidad real del mismo, de forma que los valores de porosidad eran, también, muy contrastantes entre los diferentes sitios.

Tabla 2: Caracterización física de los sitios de estudio (valores fueron calculados a partir de la densidad aparente y la densidad real)

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (P=0,05, LSD)

Sitios de ensayo	Sitio I	Sitio II	Sitio III
Dap (Mg/m <sup>3</sup> )	0,77 a	1,15b	1,43c
Ptot (%)*	70,2a	55,8b	45,0c
Ksat (mm/h)	90,7a	78,5a	44,9b
lpor (%)*	237,1a	127,0b	82,2c

La densidad aparente presenta diferencias estadísticas significativas en los diferentes sitios. Esto no sucede con la conductividad hidráulica saturada que, entre la pastura y el suelo recientemente removido, no presenta diferencias estadísticas significativas (ver Figuras 2 y 3).

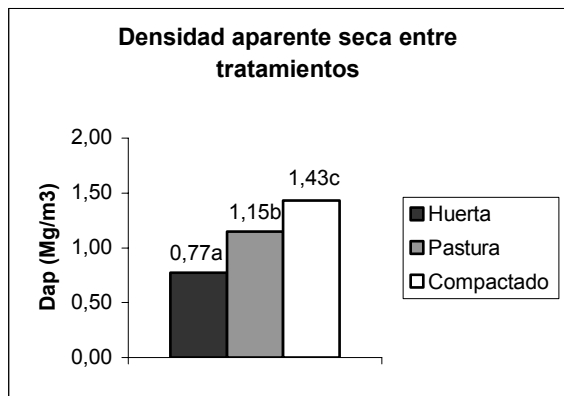


Figura 2: Densidad Aparente en los diferentes sitios. Valores seguidos de letras distintas difieren significativamente (P=0,05)

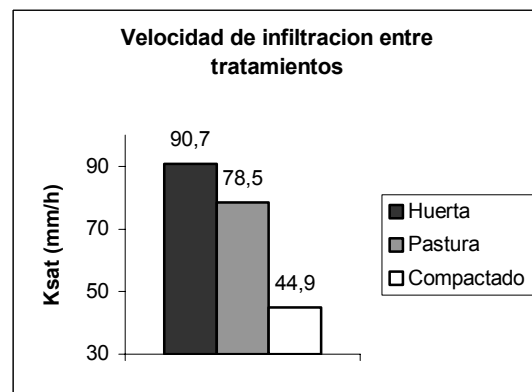


Figura 3: Medias de Ksat en los diferentes sitios. Valores seguidos de letras distintas difieren significativamente (P=0,05)

Se evidencia que los diferentes usos del suelo pueden modificar las propiedades hidráulicas del mismo, siendo el permeámetro de disco un instrumento adecuado para cuantificar estos cambios. En la figura 4 se puede ver cómo el comportamiento de la Ksat presenta una buena asociación con los valores de Dap seca (R = 0,80). Esto indicaría que el comportamiento de la Ksat es muy dependiente del volumen de poros tanto como para explicar la conducción del agua hacia el interior del perfil. El proceso de infiltración es complejo e incluye otras variables como la distribución del tamaño de poros, estabilidad del sistema poroso y, fundamentalmente, continuidad del mismo. Teniendo en cuenta los errores experimentales, puede inferirse que la destrucción de la continuidad del sistema poroso se ha visto afectada y fue la responsable de la disminución de Ksat. Dentro del marco de este razonamiento, la porosidad textural sería la responsable, fundamentalmente, de la conducción del agua en el sitio III, que fuera sometida a una compactación severa producto del pisoteo de los vacunos. Los otros sitios evidenciarían una contribución creciente de la porosidad estructural, siendo el sitio I (con 25% más de porosidad que el sitio III), con suelo recientemente removido, el máximo, mientras que el sitio II estaría en una situación intermedia, con un 11 % de esta porosidad.

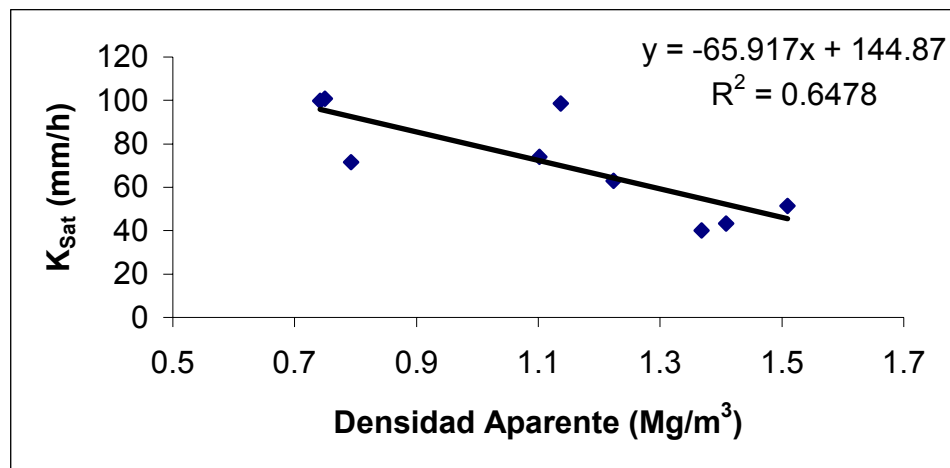


Figura 4: Variación de la conductividad hidráulica saturada con la Densidad aparente del suelo

## CONCLUSIONES

Los distintos tipos de manejo del suelo afectaron los valores de la K<sub>sat</sub>, evidenciando que el movimiento del agua en el suelo es altamente dependiente, para un mismo suelo, de las diferentes situaciones de manejo.

Se encontró una asociación negativa entre los valores de la Dap y la K<sub>sat</sub>.

El permeámetro de disco es un buen instrumento para realizar mediciones de la K<sub>sat</sub> de los suelos si se tienen en cuenta algunos puntos críticos, como realizar un número adecuado de repeticiones debido a la gran variabilidad espacial de la medida y, fundamentalmente, realizar mediciones prolongadas en el tiempo, de forma de alcanzar el estado estacionario. De lo contrario, se realizarán estimaciones erróneas, por exceso, de la K<sub>sat</sub>.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ankeny, M.D., T.C. Kaspar and Horton R. 1988. Design for an automated tension infiltrometer. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 893-896.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge 1986. Bulk density. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph no 9. Second Edition* . Pp. 363-376.
- Clothier, B.E. and I. White I. 1981. Measurement of sorptivity and soil diffusivity in the field. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 117, 311-314.
- Gee, G.W. and W. Bauder 1986. Particle Size Analysis. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph no 9. Second Edition*. Pp. 383-411.
- Elrick, D.E. and W. D. Corey. 1992. Infiltration From Constant-Head Well Permeameters and Infiltrometers. *Advances in Measurements Properties: Bringing Theory Into Practice*. SSSA Special Publication no. 30, 69-103
- Perroux, K.M. and I. White 1988. Designs for disc permeameters. *Soil Sci. Am. J.*, 52, 1205-1215.
- Smetten K. R. J. and Clothier B. E. 1989. Measuring unsaturated sorptivity and hydraulic conductivity using multiple disc permeameters. *J. Soil Sci.* 40, 563-568.

Wilson, G.V. and Luxmoore R.J. 1988. Infiltration, macroporosity and mesoporosity distributions on two forested watersheds. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 329-335.