

Funciones de transferencia edafológica adaptadas a suelos de La Plata, Argentina

Pedotransfer functions adapted for soils from La Plata, Argentina

Carlos Germán Soracco ^{1,2}

Luis A. Lozano ^{1,3}

Roberto R. Filgueira ^{1,4}

Lidia L. Fournier ¹

Guillermo O. Sarli ¹

Originales: Recepción: 15/05/2009 - Aceptación: 20/04/2010

RESUMEN

La información fácilmente obtenible para los suelos agrícolas son textura, contenido de materia orgánica y densidad aparente. Otras variables como la conductividad hidráulica saturada y la cantidad de agua almacenada en relación con el potencial agua del suelo son, en muchas ocasiones, difíciles de medir en el campo. Las funciones de transferencia edafológica (FTE) transforman datos asequibles en aquellos que necesitamos. Los objetivos de este trabajo fueron evaluar la aplicabilidad de FTE disponibles en la literatura a suelos de la zona de La Plata (Argentina) y desarrollar nuevas FTE para estos suelos. Se utilizaron datos obtenidos experimentalmente de retención hídrica, textura y materia orgánica. Las FTE seleccionadas para evaluar su eficacia estimativa en estos suelos fueron dos: una paramétrica (FTE de Saxton *et al.*, 1986) y la otra de estimación puntual (FTE de Rawls *et al.*, 1982). Para la FTE de Saxton *et al.* (7), en dos de las cuatro tensiones analizadas se encontraron diferencias significativas entre los valores medidos y los estimados. La FTE de Rawls *et al.* (6) para todas las tensiones estimó valores significativamente diferentes a los medidos. Se generó una FTE a partir de

SUMMARY

Available data for agricultural soils are texture, organic matter content and bulk density. Determining other variables such as saturated hydraulic conductivity and the relationship between water content and soil-water potential can be expensive and time consuming. Pedotransfer functions (PTF) translates available data into results we need. The objectives of this work were to evaluate the applicability of PTF available in the literature to soils of the area of La Plata (Argentina) and generate new PTF for these soils. Results obtained experimentally from the water characteristic function of soils of La Plata surroundings were used. The PTF selected to evaluate were two: a parametric PTF (PTF of Saxton *et al.*, 1986), and a point estimation PTF (PTF of Rawls *et al.*, 1982). For the PTF of Saxton *et al.* (7), there were significant differences between measured and estimated values for two water potentials. The PTF of Rawls *et al.* (6) estimated values significantly different from those measured for all water potentials tested. A point estimation PTF was generated for La Plata soils which was effective for 33, 100 and 1500 kPa.

1 Centro de Investigaciones de Suelos para la Sustentabilidad Agropecuaria y Forestal (CISSAF). Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Calles 60 y 119. (1900) La Plata, Argentina. fisica@agro.unlp.edu.ar

2 Becario del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

3 Becario de la Universidad Nacional de La Plata.

4 Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

los datos generados de estimación puntual de retención hídrica a las tensiones estudiadas. La misma fue efectiva para las tensiones de 33, 100 y 1500 kPa.

Palabras clave

retención hídrica • textura • materia orgánica • funciones de pedotransferencia

Keywords

water retention • texture • organic matter • pedotransfer functions

INTRODUCCIÓN

Una función de transferencia edafológica (FTE) es una relación matemática entre dos o más variables de suelo relativamente fáciles de obtener y propiedades del mismo cuya obtención experimental es más complicada, ya sea por su costo o por el tiempo que insume (1). Los datos generalmente disponibles para los suelos agrícolas son textura, contenido de materia orgánica y densidad aparente. Otras propiedades, como las hidráulicas, son más difíciles de conseguir y su determinación en el campo demanda más tiempo (5). Debido a esto se han desarrollado diversas FTE para estimar propiedades hidráulicas de los suelos. La conductividad hidráulica y el contenido hídrico del suelo en función de la succión han sido estimadas, principalmente, a partir de textura, agregando, en algunos casos, datos de contenido de materia orgánica y densidad aparente (5, 10). A pesar de esto, la curva de retención hídrica de un suelo y su conductividad hidráulica no dependen sólo de estos datos, sino que también lo hacen de otras características del mismo, tales como estructura, tipo de arcilla, histéresis, entre otras (2). Esta complejidad intrínseca del sistema suelo hace que las FTE no puedan ser extrapoladas sin previa validación.

En la presente nota se presentarán resultados preliminares de evaluación de FTE disponibles en la literatura que estiman la retención de agua a distintos potenciales mátricos en suelos Molisoles de La Plata, y se calcularán nuevos coeficientes para la estimación de retención de agua a distintos potenciales a partir de la base de datos generada localmente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron datos experimentales de curvas de retención hídrica, textura y contenido de materia orgánica de suelos de la Estación Experimental Julio Hirschhorn, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (34°55' S, 57°57' O), Argentina. La base de datos contó con un total de dieciséis juegos de datos (retención hídrica a cuatro potenciales, distribución de tamaño de partículas y contenido porcentual de materia orgánica), pertenecientes a dieciséis muestras que fueron extraídas en ocho sitios a dos profundidades (0-20 cm y 20-40 cm). En siete de los ocho sitios muestreados el suelo se clasificó como Argiudol Típico, mientras que en el restante se clasificó como Argialbol Típico (9). La textura de las ocho muestras

superficiales fue franco limosa (con un contenido porcentual de arcilla entre 21 y 25), y la textura de las muestras subsuperficiales fue arcillo limosa en cuatro casos (con un contenido porcentual de arcilla entre 42 y 54) y franco arcillo limosa en los cuatro restantes (con un contenido porcentual de arcilla entre 32 y 33). El contenido medio de materia orgánica fue de 3,7% en las muestras superficiales y de 0,5% en las subsuperficiales. Para la medición de la curva de retención hídrica, en todos los casos, se utilizó la olla de Richards (3). La determinación se realizó sobre muestras disturbadas (diez repeticiones por situación evaluada). Los cuatro potenciales hídricos (Ψ) o tensiones a las cuales se les midió la retención hídrica fueron, en kPa: 10, 33, 100 y 1500. El criterio utilizado en la selección de las FTE ya existentes para evaluar su eficacia en la predicción de retención hídrica a diferentes potenciales en estos suelos fue considerar aquellas que fueran ampliamente citadas y que usaran como datos de entrada los disponibles para estos suelos. Las FTE seleccionadas, sobre la base del criterio descrito antes, para evaluar su eficacia estimativa en estos suelos fueron dos: una paramétrica (FTE de Saxton *et al.*, -7-), y la otra de estimación puntual (FTE de Rawls *et al.*, -6-). Para analizar estadísticamente el ajuste de las funciones evaluadas y para ajustar nuevas funciones se utilizó el software R. Para la comparación de los valores experimentales con los arrojados por las FTE se utilizó un test de t apareado (8). La bondad de la predicción de dichas funciones a los datos experimentales se evaluó también por medio del cálculo del coeficiente de eficiencia (CE) de Nash-Sutcliffe (4):

$$CE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (E_i - M_i)^2}{\sum_{i=1}^N (M_i - M)^2}$$

donde:

E_i y M_i son los valores estimados y medidos respectivamente para cada una de las N determinaciones
 M es el promedio de los valores medidos.

Para desarrollar una nueva FTE se utilizó análisis de regresión múltiple a cada una de las tensiones analizadas, siendo el contenido de agua la variable dependiente, y el contenido porcentual de materia orgánica, arena y arcilla las variables independientes (8).

RESULTADOS

La FTE de Saxton *et al.* (7) sobrestimó, para todas las tensiones, respecto de los valores determinados experimentalmente (figura, pág. 114).

En dos de las cuatro tensiones analizadas se encontraron diferencias significativas entre los valores medidos y los estimados por el modelo de Saxton *et al.* (7). Los valores de contenido hídrico fueron significativamente diferentes ($P = 0,05$) para las tensiones de 10 y 33 kPa. No hubo evidencia estadística para afirmar que los valores de retención hídrica medidos experimentalmente a 100 y 1500 kPa fueran distintos a los arrojados por el modelo. El CE de Nash-Sutcliffe fue 0,75 para esta FTE.

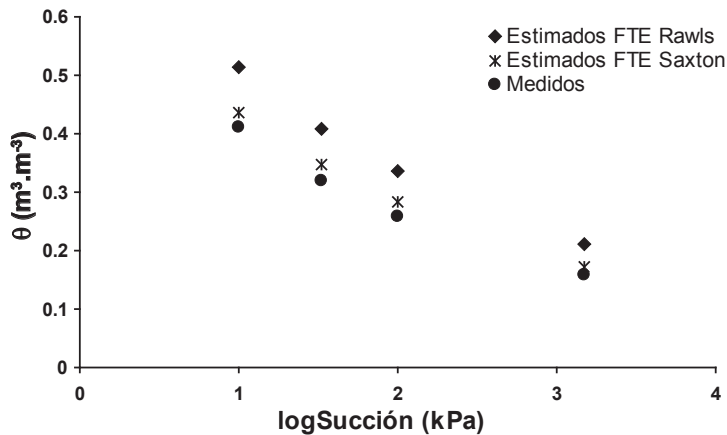


Figura. Valores medios de contenido de humedad medidos y predichos por las FTE de Saxton *et al.* (7) y la FTE Rawls *et al.* (6), en función del potencial mátrico (en escala logarítmica).

Figure. Mean measured and predicted soil water content values from PTF of Saxton *et al.* (7) and PTF of Rawls *et al.* (6), as a function of matric potential.

La FTE de Rawls *et al.* (6) arrojó valores de retención hídrica mayores a los medidos para todos los potenciales (figura). Los valores estimados por el modelo fueron significativamente diferentes a los medidos para todas las tensiones ($P = 0,05$). Estas diferencias fueron mayores para las menores tensiones. El CE de Nash-Sutcliffe fue 0,17 para esta FTE, indicando un bajo poder predictivo de esta FTE para los suelos estudiados.

La FTE desarrollada a partir de estos datos fue de estimación puntual de retención hídrica a las cuatro tensiones estudiadas (10, 33, 100 y 1500 kPa). Se hizo un ajuste para cada valor de tensión con regresión lineal múltiple, tomando como variable dependiente el contenido de agua y como factores que la modifican la textura y el contenido de materia orgánica. Se obtuvieron cuatro ecuaciones para estimar retención hídrica a las siguientes tensiones: 10, 33, 100 y 1500 kPa. La forma básica de la FTE es la siguiente:

$$\theta(\Psi) = a + b(\%Arena) + c(\%Arcilla) + d(\%M.O.)$$

En la siguiente tabla se muestran los valores de los parámetros de las funciones ajustadas, la bondad de ajuste, representada por el valor de r , y la significancia de la regresión, representada por el valor de p , para cada tensión. De las cuatro regresiones múltiples la mayor bondad de ajuste se encontró para la tensión de 100 kPa. La regresión no fue significativa ($P = 0,05$) a la tensión de 10 kPa. Fue posible generar

FTE que estimen el contenido hídrico a tensiones mayores a 33 kPa para estos suelos a partir de textura y contenido de materia orgánica pero sería conveniente trabajar en el desarrollo de una base de datos más extensa y representativa de la zona, para generar FTE más robustas.

Tabla. Parámetros para la FTE generada.

Table. Parameters for the PTF fitted.

Tensión (kPa)	Intersección (a)	Arena (%) (b)	Arcilla (%) (c)	MO (%) (d)	P	r
10	35,00	-0,32	0,21	1,58	0,22	0,54
33	28,56	-0,70	0,18	2,57	0,02	0,76
100	18,68	-0,52	0,27	2,16	0,01	0,80
1500	9,08	-0,06	0,21	0,48	0,04	0,69

BIBLIOGRAFÍA

1. Bouma, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. *Advances in Soil Science* 9: 177-213.
2. Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. Ed. Academic Press. p. 173-201.
3. Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory Methods. In: *Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph N° 9*. Ed. Klute A. American Society of Agronomy. Madison. p. 635-661.
4. Landini, A. M.; Martínez, D.; Días, H.; Soza, E.; Agnes, D.; Sainato, C. 2007. Modelos de infiltración y funciones de pedotransferencia aplicados a suelos de distinta textura. *Ci. Suelo* 25: 123-131.
5. Pachepsky, Y.; Rawls, W. J. (eds). 2004. *Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology*, Vol. 30 (Developments in Soil Science). Elsevier, Amsterdam, Boston. 512 p.
6. Rawls, W. J.; Brakensiek, D. L.; Saxton, K. E. 1982. Estimation of soil water properties. *Trans. ASAE* 25: 1316-1320.
7. Saxton, K. E.; Rawls, W. J.; Romberger, J. S.; Papendick, R. I. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 50: 1031-1036.
8. Sokal, R. R.; Rohlf, F. J. 1995. *Biometry*. Ed. Freeman. New York. 887 p.
9. United States Department of Agriculture (USDA). 2006. *Keys to soil taxonomy*. 10th ed. 332 p. USA.
10. Wösten, J. H. M.; Pachepsky, Y.; Rawls, W. J. 2001. Pedotransfer functions: Bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. *Journal of Hydrology* 251: 123-150.