

---

## EVALUACIÓN DE FUNCIONES DE PEDOTRANSFERENCIA EN SUELOS DEL VALLE DE UCO, MENDOZA

Mastrantonio, L.<sup>1\*</sup>; Perez Valenzuela, B.R.<sup>1</sup>; Maffei, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Edafología, Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.

\* Autor de contacto: [lmastra@fca.uncu.edu.ar](mailto:lmastra@fca.uncu.edu.ar); Alte. Brown 500. Chacras de Coria. CP M5528AHB; +54 261 4135000 int. 1223.

### RESUMEN

Se busca establecer las relaciones entre variables físicas e hídricas del suelo, y estimar curvas de capacidad hídrica a partir de la aplicación de funciones de pedotransferencia. Se recopiló una base de datos de 114 registros de textura de suelos del Valle de Uco. Se realizaron análisis de regresión simple lineal y no lineal entre valores medidos de granulometría y contenido hídrico a distintas tensiones. Se estimaron curvas de capacidad hídrica aplicando cuatro funciones de pedotransferencia. Se evaluó la relación entre los datos estimados y los medidos mediante análisis de correlación lineal. Se obtuvieron ecuaciones de regresión que explican el contenido hídrico a tensiones de 10, 30 y 1500 kPa, según las fracciones granulométricas, con  $R^2$  entre 0,47 y 0,54. Las funciones de pedotransferencia permitieron obtener curvas continuas de capacidad hídrica, y estimar valores de contenidos hídricos con buen ajuste a los correspondientes medidos ( $0,56 < r < 0,64$ ), aunque no en la misma medida según las clases texturales.

Palabras clave: capacidad hídrica – granulometría - modelos

## INTRODUCCIÓN

La importancia del estudio de la zona no saturada radica en ser el nexo entre el agua superficial y el agua subterránea. Para conocer la dinámica del flujo de agua en esta zona es necesario definir las relaciones entre el agua en el suelo y el potencial mátrico, por una lado, y entre éste y la conductividad hidráulica no saturada, por el otro; es decir las funciones hidráulicas del suelo, las cuales requieren de la determinación de sus propiedades hidráulicas. Además, el conocimiento rápido y a bajo costo de estas propiedades es de vital importancia para el manejo del riego, drenaje, movimiento de solutos, crecimiento de plantas y aplicación de estrés hídrico.

## OBJETIVOS

- a) Establecer relaciones entre variables edáficas físicas e hídricas medidas.
- b) Estimar y comparar los parámetros hídricos del suelo a partir de la aplicación de funciones de pedotransferencia.
- c) Evaluar la estimación de los modelos con los valores medidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Valle de Uco incluye el área regadía de la cuenca del río Tunuyán Superior, ubicada entre los 33° 08' y 34° 04' de latitud Sur y entre los 69° 22' y 68° 58' de longitud Oeste. El suelo del Valle de Uco se origina a partir del holoceno antiguo (cuaternario), sobre limos y arenas finas depositadas antes y después del primer y segundo estadio glacial. Los taxones de la cuenca pertenecen a los Entisoles: Torripsamentos, Ustipsamentos Torrifluventes, Ustifluventes, Torriortentes y Ustortentes (Regairáz, 2000). Las excelentes condiciones agroecológicas para la producción de frutas frescas y vinos de alta calidad han incentivado fuertes inversiones que han ampliado las fronteras agrícolas de la cuenca.

### Base de datos

Se recopiló una base de datos de variables físicas (Vallone et al, 2007) que incluye 114 muestras de suelos, sobre los cuales se realizaron mediciones de volumen de sedimentación (VS) (Nijenshon y Maffei, 1996), granulometría (Bouyoucos, 1951), y contenidos hídricos (W) en equilibrio con tensiones de 10, 30 y 1500 kPa mediante olla y cámara de presión.

### Análisis de datos

Los datos recopilados se describieron estadísticamente. Se calcularon medidas de posición y de variabilidad. Se aplicó análisis de regresión simple lineal y no lineal entre VS y contenido de arcilla ( $< 2 \mu\text{m}$ ), limo (2 a  $50 \mu\text{m}$ ) y arena (50 a  $2000 \mu\text{m}$ ). La densidad aparente (Dap) se estimó según Saxton et al (1986), y se aplicó análisis de correlación simple lineal entre Dap y arcilla, limo y arena. Se establecieron asociaciones entre los valores de

granulometría y los de parámetros hídricos medidos, mediante análisis de regresión simple lineal y no lineal, utilizando el software [InfoStat 1.1 \(2002\)](#).

### Estimación de parámetros hídricos

Se estimaron valores de contenidos hídricos en equilibrio con distintas tensiones, a partir de los parámetros de funciones de pedotransferencia de [Rawls et al \(1982\)](#), [Brooks y Corey \(1964\)](#), [Hutson y Cass \(1987\)](#) y [van Genuchten \(1980\)](#). En los últimos dos métodos se utilizó el software SoilPar 2.0 ([Acutis y Donatelli, 2003](#)).

### Evaluación de modelos

Se aplicó análisis de correlación simple lineal entre los contenidos hídricos medidos y modelados. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson como una medida de la bondad de ajuste de los datos modelados a los medidos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se indican los estadígrafos que describen la base de datos utilizada y por lo tanto los rangos de valores para los cuales son válidos los modelos ajustados. La tabla 2 refiere los valores medios de las variables de entrada de los modelos para cada clase textural.

**Tabla 1: Medidas descriptivas de las variables medidas**

Variable	Unidad	Media	Mínimo	Máximo	Mediana	D.E.	C.V. (%)
VS	ml%g	94	68	132	92	13,6	14
Arcilla	g%g	8,7	2,0	21,0	9,0	4,1	47
Limo	g%g	36,5	12,0	65,0	35,0	13,9	38
Arena	g%g	54,8	19,0	86,0	56,3	17,6	32
W <sub>10kPa</sub>	g%g	24,2	6,0	45,0	24,0	8,7	36
W <sub>30kPa</sub>	g%g	17,8	4,0	41,0	16,0	7,7	43
W <sub>1500Kpa</sub>	g%g	9,3	2,0	26,0	8,0	4,5	48

**Tabla 2: Media de variables físicas de los suelos según clase textural**

Textura	DAP (g/cm <sup>3</sup> )	Arena (g%g)	Limo (g%g)	Arcilla (g%g)
areno francoso	1,68	79	18	3
franco arenoso	1,60	62	31	7
fanco	1,51	46	44	11
franco limoso	1,45	32	55	14

Las ecuaciones de regresión de mejor ajuste que permiten estimar los contenidos de cada una de las fracciones granulométricas mediante los valores de volumen de sedimentación son las siguientes:

$$\text{Arcilla} = -18,04 + 0,29 \times \text{VS} \quad R^2=0,88$$

$$\text{Limo} = -53,3 + 0,96 \times \text{VS} \quad R^2=0,85$$

$$\text{Arena} = 171,4 - 1,24 \times \text{VS} \quad R^2=0,90$$

Se encontraron coeficientes de correlación significativos entre los valores de DAP estimada y arcilla ( $r=-0,98$ ), limo ( $r=-0,94$ ) y arena ( $r=0,97$ ).

Se obtuvieron ecuaciones de regresión de ajuste medio a bueno entre los valores medidos de contenidos hídricos a distintas tensiones y los correspondientes a las fracciones granulométricas, aunque todos los coeficientes resultaron significativos:

$$W_{10kPa} = 7,42 \times \text{arcilla}^{0,54} \quad R^2=0,54$$

$$W_{10kPa} = 7,82 + 0,45 \times \text{limo} \quad R^2=0,51$$

$$W_{10kPa} = 43,72 - 0,36 \times \text{arena} \quad R^2=0,53$$

$$W_{30kPa} = 4,87 \times \text{arcilla}^{0,59} \quad R^2=0,47$$

$$W_{30kPa} = 3,69 + 0,38 \times \text{limo} \quad R^2=0,48$$

$$W_{30kPa} = 34,5 - 0,31 \times \text{arena} \quad R^2=0,49$$

$$W_{1500kPa} = 2,43 \times \text{arcilla}^{0,61} \quad R^2=0,48$$

$$W_{1500kPa} = 3,6 \times e^{0,023 \times \text{limo}} \quad R^2=0,49$$

$$W_{1500kPa} = 285,5 \times \text{arena}^{-0,89} \quad R^2=0,50$$

En las figuras 1 a 4 se muestran las curvas de capacidad hídrica medias según las clases texturales observadas, para cada uno de las funciones de pedotransferencia aplicadas. Los modelos de Rawls y Brooks y Corey estiman valores de W muy similares entre 10 y 1500 kPa. El modelo de Hutson y Cass genera valores de W en equilibrio con 1500 kPa muy diferentes entre las clases texturales, mientras que el de van Genuchten genera curvas que se diferencian principalmente en tensiones entre 10 y 100 kPa.

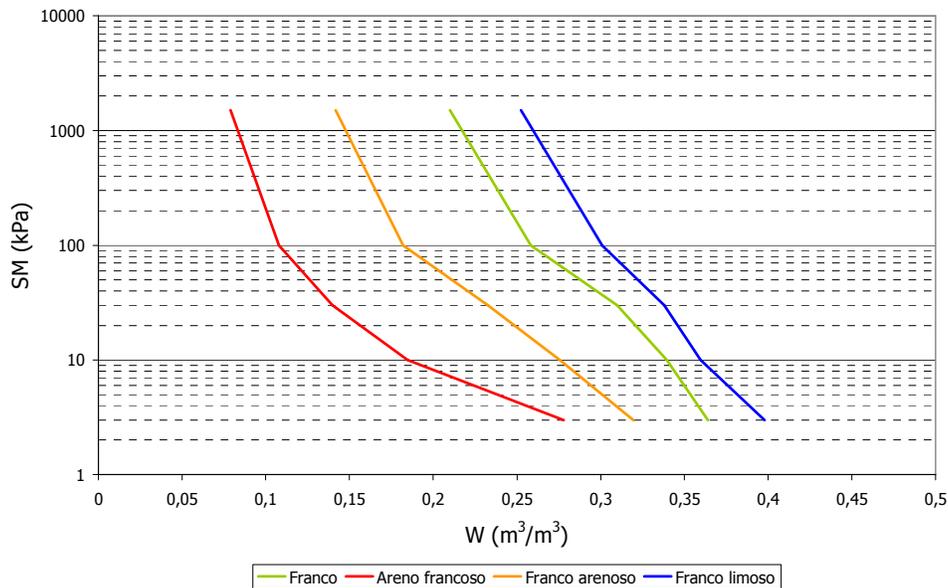
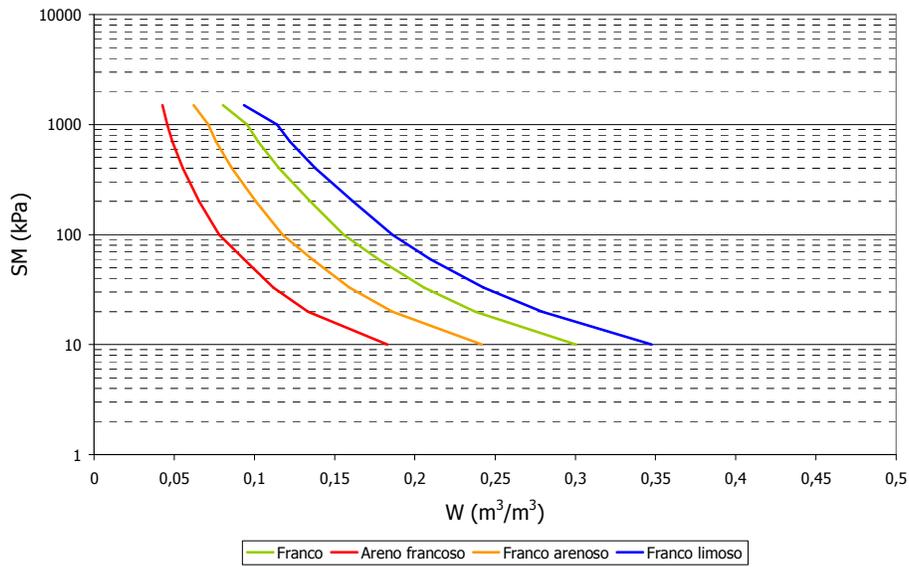
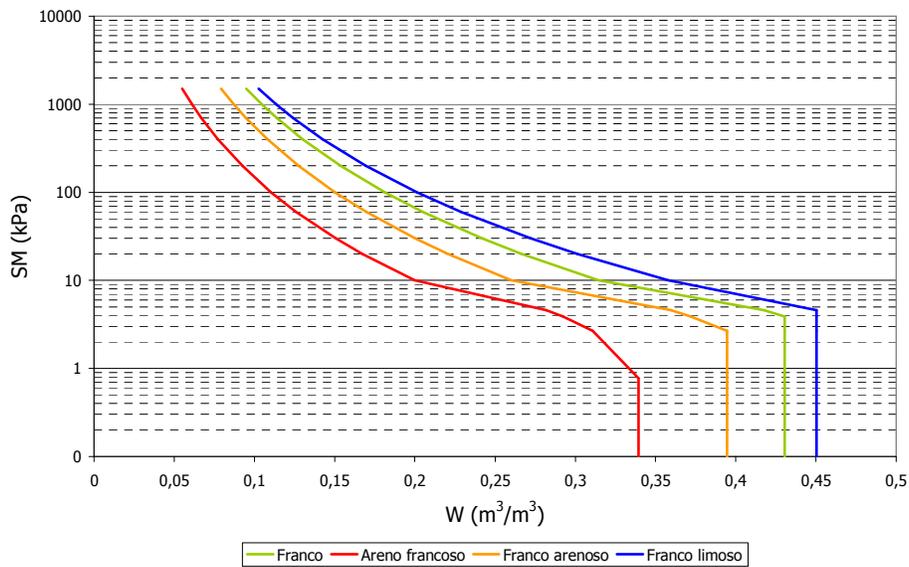


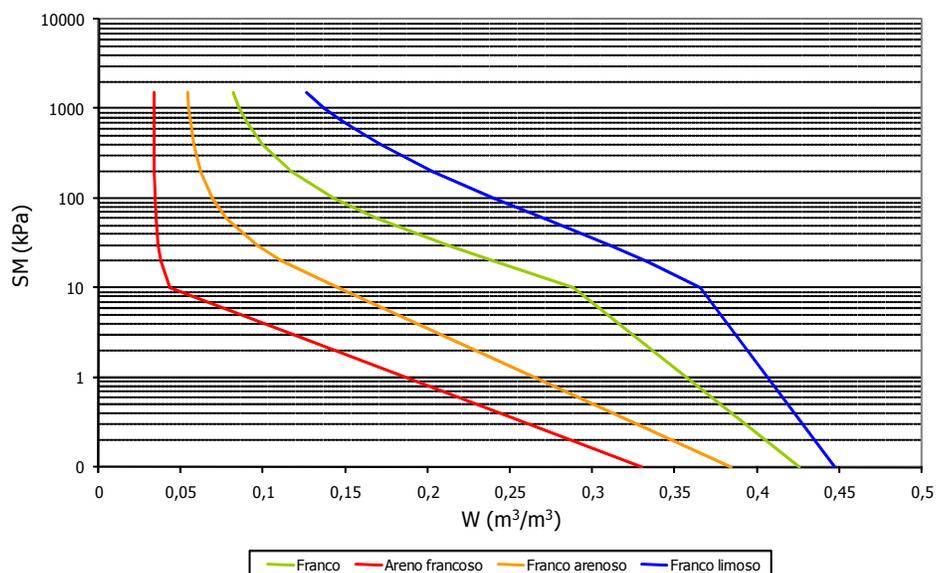
Figura 1: Curvas de capacidad hídrica medias según textura (Hutson y Cass, 1987)



**Figura 2: Curvas de capacidad hídrica medias según textura (Rawls et al, 1982)**



**Figura 3: Curvas de capacidad hídrica medias según textura (Brooks y Corey, 1964)**



**Figura 4: Curvas de capacidad hídrica medias según textura (van Genuchten, 1980)**

La evaluación de los modelos realizada a partir de la correlación entre los contenidos hídricos medidos y los estimados, a 10, 30 y 1500 kPa de tensión arrojó los siguientes resultados (tablas 3 y 4):

**Tabla 3:** Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre contenidos hídricos medidos vs. estimados por los distintos modelos, según tensión matriz (todos los coeficientes son significativos para  $\alpha=0,01$ )

Tensión matriz (kPa)	Hutson y Cass	Rawls	Brooks y Corey	Van Genuchten
10	0,61	0,64	0,64	0,63
30	0,60	0,63	0,63	0,58
1500	0,62	0,59	0,59	0,56

**Tabla 4:** Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre contenidos hídricos medidos vs. estimados por los distintos modelos, según tensión matriz y clase textural (\*\* significativo  $\alpha=0,01$ , \* significativo  $\alpha=0,05$ , "ns" no significativo)

Clase textural	Tensión matriz (kPa)	Hutson y Cass	Rawls	Brooks y Corey	van Genuchten
Arenoso francoso	10	0,28 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,55 *
	30	0,28 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,47 *
	1500	0,10 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
Franco arenoso	10	0,18 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,36 *
	30	0,15 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
	1500	0,26 <sup>ns</sup>	0,33 *	0,34 *	0,33 *
Franco	10	0,01 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
	30	0,13 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>
	1500	0,12 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
Franco limoso	10	0,51 **	0,52 **	0,56 **	0,38 <sup>ns</sup>
	30	0,44 *	0,40 *	0,46 *	0,21 <sup>ns</sup>
	1500	0,33 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>

En la tabla 3 se observa que existe una buena asociación entre los contenidos hídricos medidos y los modelados según las funciones utilizadas, para las tres succiones observadas. Los modelos propuestos por Rawls y Brooks y Corey son los que mejor ajustan a los datos de laboratorio. Al realizar el análisis por clase textural, en la tabla 4 se observa que el modelo de van Genuchten ajusta mejor para suelos de textura gruesa, mientras los otros tres modelos poseen mejor ajuste para texturas finas. Además, los contenidos hídricos estimados para los suelos francos no mostraron asociaciones significativas con los valores medidos.

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron diversas relaciones empíricas entre variables edáficas físicas e hídricas medidas, que permiten realizar estimaciones satisfactorias de estas últimas, pero cuya validez está restringida a los suelos del área de estudio. Además se debe ampliar el rango de texturas e incorporar a los modelos otras variables explicativas, como materia orgánica, densidad aparente, etc. Otro aspecto a tener en cuenta es que las mediciones realizadas en el laboratorio tienen el problema de que no pueden abarcar todo el rango de humedad del suelo. Las funciones de pedotransferencia aplicadas permiten obtener valores en todos los estados del mismo donde no se obtuvieron datos a través de mediciones, además de ofrecer un procedimiento de obtención de información del manejo del agua a muy bajo costo, lo que permite incrementar el número de muestras a analizar.

## AGRADECIMIENTOS

*Este trabajo fue financiado por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.*

## BIBLIOGRAFÍA

- Acutis, M y M Donatelli. 2003. *SOILPAR 2.00: software to estimate soil hydrological parameters and functions*. Europ. J. Agronomy 18 (2003) 373\_ 377
- Bouyoucos, GJ. 1951. *A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil*. Agron. J. 43:434-438.
- Brooks, RH y AT Corey. 1964. *Hydraulic properties of porous media*. Colorado State University, Hydrological paper No. 3, p. 27.
- Hutson, JL y A Cass. 1987. *A retentivity function for use in soil water simulation models*. J. Soil Sci. 38:105-113.
- InfoStat. 2002. *InfoStat versión 1.1*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Nijenshon, L y JA Maffei. 1996. *Estimación de la salinidad y otras características edáficas a través de los volúmenes de sedimentación*. Ciencia del Suelo, 14 (2): 119-121.
- Rawls, WJ; DL Brakensiek y KE Saxton. 1982. *Estimation of soil water properties*. Trans. ASAE 25:1316-1320.
- Regairaz, C. 2000. *Suelos de Mendoza*. En Catalogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la región andina argentina. Abraham, E y F

- Rodríguez Martínez (Eds). Junta de Gobierno de Andalucía y Universidades y Centros de Investigación de la Región Andina Argentina.
- Saxton, KE; WJ Rawls; JS Romberger y RI Papendick. 1986. *Estimating generalized soil-water characteristics from texture*. Soil Sci. Soc. Am. J. 50(4):1031-1036.
- Vallone, R; J Maffei; J Morábito; L Mastrantonio; V Lipinski; F Filippini y F Olmedo. 2007. *Mapa utilitario de suelos y riesgo de contaminación edáfica en los oasis irrigados de la provincia de Mendoza*. Jornadas de Investigación en Recursos Hídricos, Espacio para la Ciencias y Tecnología, Mendoza.
- van Genuchten, MT. 1980. *Predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil*. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898.