

Caracterización hídrica y relaciones entre las propiedades físicas en suelos regados de la Provincia de Santiago. II. Correlación de métodos para determinar constantes hídricas¹

Emilio Ruz J.², Jorge García-Huidobro P. de A.³ y Sergio Alcayaga C.⁴

INTRODUCCION

La estimación de humedad aprovechable de los suelos a partir de los parámetros capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente, permite el cálculo de las cantidades de agua que debe suministrarse al suelo cuando éste presenta un contenido de humedad a porcentaje de marchitez permanente.

Generalmente se ha considerado que el contenido de agua del suelo retenido a capacidad de campo, es equivalente al contenido a una tensión de 0,3 atm. y también, al llamado humedad equivalente (Richards, L. A. y Richards, S. J., 1957). Sin embargo, debido a las modificaciones introducidas al alterar la muestra y a otras características del suelo (Ruz, García-Huidobro y Alcayaga, 1977), no siempre estas determinaciones representan la capacidad de campo ni el contenido de humedad a 15 atm. corresponde exactamente al

porcentaje de marchitez permanente (Pidgeon, 1972).

Los estudios de suelos no siempre cuentan con antecedentes de humedad equivalente 0,3 atm. Encontrar una relación estadística entre estas variables permitirá estimar las constantes hídricas que se utilizan en la determinación de la humedad aprovechable en los suelos de la zona central a partir de otras determinaciones más usuales.

Objetivos: a) Correlacionar capacidad de campo con determinaciones de humedad equivalente y diferentes tensiones de la curva de retención hídrica.

b) Establecer las ecuaciones de regresión necesarias para determinar la humedad aprovechable del suelo.

MATERIALES Y METODOS

De los antecedentes obtenidos por Ruz *et al.* (1977), sobre las características físicas de ocho series de suelos de la provincia de Santiago, se calcularon las correlaciones simples entre los contenidos de humedad a capacidad de campo, humedad equivalente y las tensiones de la curva característica de humedad (0,3; 0,6; 0,8; 1,0; 2,0; 6,0 y 15,0 atm.). Además, se calcularon las ecuaciones de regresión simple que se indican en el Cuadro 1.

¹Contribución del Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile y CORFO. Parte de Tesis de Grado presentada por Emilio Ruz para optar al Título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica de Chile, 1974.

Recepción originales: 8 de julio de 1976.

²Ing. Agr., Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Actualmente Programa de Fertilidad y Agrometeorología, Estación Experimental Kampe-naike, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 616, Punta Arenas, Chile.

³Ing. Agr., M. Phil., Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Actualmente Programa Riego y Agrometeorología, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

⁴Ing. Agr., M. S., Unidad Estudios Básicos, Departamento de Agricultura y Agroindustrias, CORFO, Santiago, Chile.

Cuadro 1 — Regresiones simples entre las variables estudiadas.

Variable dependiente	Variable independiente
Capacidad de campo	0,3 atm.
Capacidad de campo	Humedad equivalente
Capacidad de campo	% de marchitez permanente
0,3 atm.	% de marchitez permanente
Capacidad de campo	% de arcilla
% de marchitez permanente	% de arcilla
1 atm.	Capacidad de campo
1 atm.	0,3 atm.

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Correlaciones entre las constantes hídricas. Los coeficientes de correlación obtenidos entre las constantes hídricas estudiadas se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 2 — Coeficiente de correlación simple entre las variables: capacidad de campo (cc), humedad equivalente (HE) y contenido de humedad a: 0,3; 0,6; 0,8; 1; 2; 6; 15 atm.

	Capacidad de campo	Humedad equivalente	Atmósferas						
			0,3	0,6	0,8	1	2	6	15
Capacidad de campo	—	0,90	0,86	0,87	0,86	0,86	0,88	0,87	0,87
Humedad equivalente		—	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
0,3 atm.			—	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95
0,6 atm.				—	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97
0,8 atm.					—	0,99	0,98	0,97	0,97
1 atm.						—	0,99	0,97	0,96
2 atm.							—	0,97	0,97
6 atm.								—	0,99
15 atm.									—

Todos significativos al 1%, n = 73.

gran utilidad en estudios de riego, se calcularon las ecuaciones de regresión para estos parámetros en función de mediciones más fáciles de realizar en el laboratorio o bien, con antecedentes existentes de estudios previos.

En las Figuras 1a y 1b se presenta la relación entre capacidad de campo y humedad equivalente y 0,3 atm., respectivamente.

Se observa que, a pesar de ser ambas determinaciones, de 0,3 atm. y humedad equivalente, buenas estimadoras de la capacidad de campo, la segunda tendría un error menor en los suelos de la zona central al considerarse como capacidad de campo. Estos resultados

Se observa que los coeficientes de correlación para los contenidos de humedad a distintas tensiones están asociados con un nivel $P = 0,01$. Además, se observa que todas las determinaciones realizadas en la olla y plato de presión tienen coeficientes de correlación entre sí superiores a 0,95*, lo que no ocurre con la capacidad de campo, lo cual se debe a la variabilidad del contenido de agua a este nivel.

Estos resultados indican que podrían determinarse los contenidos de humedad para curvas de desorción, en el rango 0,3 a 15 atm. conociendo los contenidos de humedad para cualquier punto en la curva, o bien estimar la capacidad de campo a partir de cualquiera de estas determinaciones, calculando las ecuaciones de regresión respectivas.

Considerando que tanto la capacidad de campo como el contenido de agua retenido a porcentaje de marchitez son constantes de

son similares a los indicados por Pidgeon (1972), en muestras alteradas en que la pendiente de las curvas de regresión fueron igual a 1,00 y $r = 0,96^*$.

Estas relaciones obtenidas permitirían utilizar en suelos de texturas moderadamente finas y finas de la provincia de Santiago, la humedad equivalente o bien el contenido de humedad retenido a 0,3 atm. para estimar la capacidad de campo.

Otro parámetro de gran utilidad en riego es el porcentaje de marchitez permanente.

* $P = 0,01$.

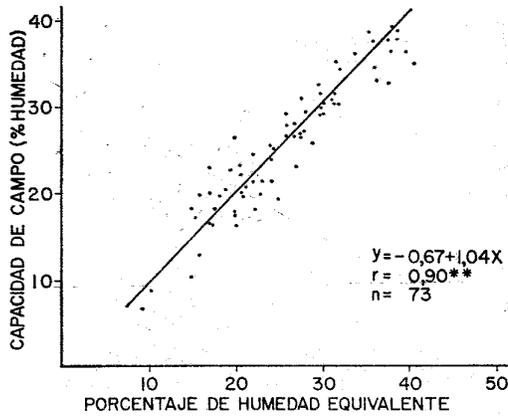


Figura 1a — Relación entre los contenidos de agua retenidos a capacidad de campo y humedad equivalente.

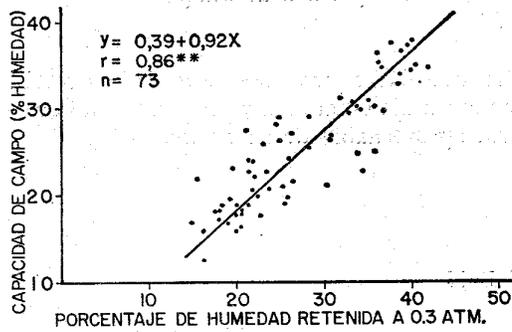


Figura 1b — Relación entre los contenidos de agua retenidos a capacidad de campo y 0,3 atm.

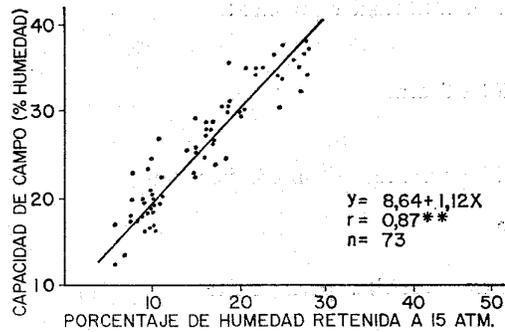


Figura 2a — Relación entre los contenidos de humedad retenidos a capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente.

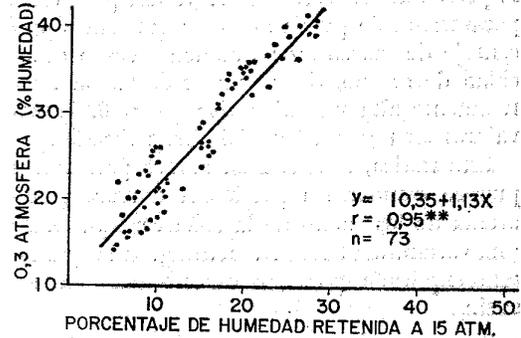


Figura 2b — Relación entre contenido de humedad a 0,3 atm. y porcentaje de marchitez permanente (15 atm.).

En las Figuras 2a y 2b se observa la recta de regresión de porcentaje de marchitez y capacidad de campo y 0,3 atm., respectivamente. Ambas ecuaciones de regresión tienen coeficientes de correlación de 0,87 y 0,95 respectivamente.

Diversos autores han encontrado relaciones entre capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente con algunas propiedades físicas del suelo, Salter y Williams (1965) establecieron que tanto el agua retenida a capacidad de campo como el agua retenida a porcentaje de marchitez permanente, están relacionadas con el porcentaje de arcilla. Resultados similares encontró Kivisari (1971).

Considerando que la textura es una determinación usual en estudios de suelos, se establecieron relaciones entre capacidad de campo y porcentaje de marchitez permanente con porcentaje de arcilla. En las Figuras 3a y 3b

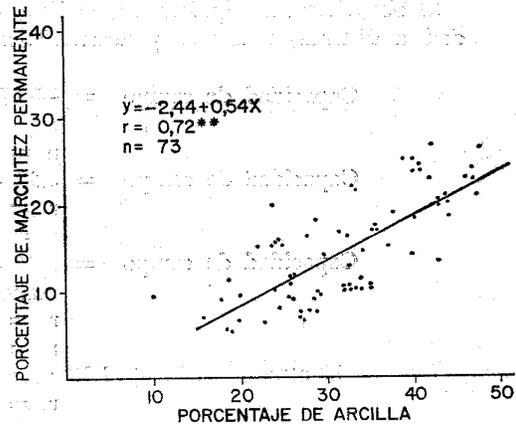


Figura 3a — Relación entre el contenido de humedad retenido y porcentaje de marchitez permanente y % arcilla.

se presentan las rectas de regresión para estos parámetros. Se puede observar que tanto porcentaje de marchitez permanente como capacidad de campo, tienen una correlación relativamente alta y significativa ($P = 0,01$) con valores de $r = 0,72$ y $0,75$ respectivamente.

Esto indica, que, si bien ambos parámetros pueden estimarse a partir del porcentaje de arcilla de los suelos de la zona central, existe una variabilidad relativamente grande que no está explicada por esta característica de los suelos.

Si se considera que en la mayoría de los suelos estudiados, el 50% de la humedad aprovechable corresponde al momento en que deberían darse los riegos (Norero, 1973), y que este contenido corresponde a 1,0 atm. aproximadamente (Ruz, 1974), se calcularon

$$\begin{aligned} \% \text{ humedad retenido a } 1 \text{ atm.} &= -0,19 + 0,79\% \text{ agua retenido a } 0,3 \text{ atm.} \\ r &= 0,97* \\ \% \text{ humedad retenido a } 1 \text{ atm.} &= 4,36 + 0,68 \text{ capacidad de campo} \\ r &= 0,86* \end{aligned}$$

Los resultados indican que podrían estimarse las características hídricas de los suelos de texturas finas y moderadamente finas de un origen similar a partir de determinaciones co-

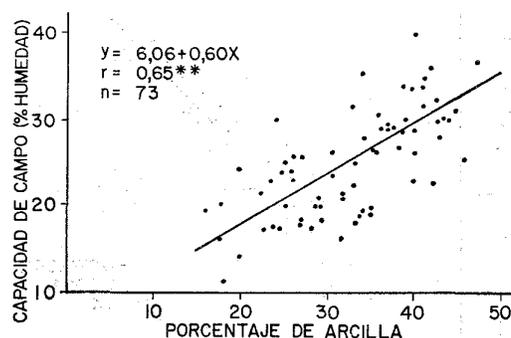


Figura 3b — Relación entre el contenido de agua retenido a capacidad de campo y % arcilla.

las ecuaciones de regresión para obtener el porcentaje de agua retenida a esta tensión en función de 0,3 atm. y capacidad de campo.

mo humedad equivalente, humedad a 0,3 atm. y porcentaje de arcilla, y así estimar la humedad aprovechable de los suelos.

RESUMEN

Se efectuaron correlaciones y regresiones entre algunas características físicas en los suelos de la zona central. Los contenidos de humedad a distintas tensiones están estrechamente asociadas entre sí y presentan coeficientes de correlación superiores a 0,87 significativos a $P = 0,01$.

Se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión para los contenidos de humedad a distintas tensiones y características físicas:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de campo} &= -0,67 + 1,04 \text{ humedad equivalente} \\ r &= 0,90* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de campo} &= 0,39 + 0,92 \text{ } 0,3 \text{ atm.} \\ r &= 0,86* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de campo} &= 8,64 + 1,12 \text{ porcentaje de marchitez permanente} \\ r &= 0,87* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,3 \text{ atm.} &= 10,35 + 1,13 \text{ porcentaje de marchitez permanente} \\ r &= 0,95* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

* $P = 0,01$.

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de campo} &= 6,06 + 0,60\% \text{ de arcilla} \\ r &= 0,65* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Porcentaje de marchitez permanente} &= -2,44 + 0,54\% \text{ de arcilla} \\ r &= 0,72* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm.} &= 4,36 + 0,68 \text{ Capacidad de campo} \\ r &= 0,86* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm.} &= -0,19 + 0,79 (0,3 \text{ atm.}) \\ r &= 0,97* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

Estas ecuaciones permiten estimar los contenidos de humedad de aquellas constantes hídricas de los suelos de utilidad en regadío.

S U M M A R Y

CARACTERIZATION AND RELATIONS OF SOIL PHYSICAL PROPERTIES IN IRRIGATED SOILS IN SANTIAGO PROVINCE. II. CORRELATIONS OF METHODS TO DETERMINE SOIL WATER CONSTANTS

Correlations and regression between some of the measured physical properties of nine soils in Santiago province, were carried out.

Water contents at different tensions were highly associated and showed correlation coefficients higher than 0.87* significant to $P = 0.01$.

The following regression equations were determined for the soil water contents at the different tensions and soil properties.

$$\begin{aligned} \text{Field capacity} &= -0.67 + 1.04 \text{ humidity equivalent} \\ r &= 0.90* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Field capacity} &= 0.39 + 0.92 (0.3 \text{ atm.}) \\ r &= 0.86* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Field capacity} &= 8.64 + 1.12 \text{ permanent wilthing} \\ &\text{percentage} \\ r &= 0.87* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0.3 \text{ atm.} &= 10.35 + 1.13 \text{ permanent wilthing percentage} \\ r &= 0.95* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Field capacity} &= 6.06 + 0.60\% \text{ clay} \\ r &= 0.65* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Permanent wilthing percentage} &= -2.44 + 0.54\% \text{ clay} \\ r &= 0.72* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm.} &= 4.36 + 0.68 \text{ field capacity} \\ r &= 0.86* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm.} &= -0.19 + 0.79 (0.3 \text{ atm.}) \\ r &= 0.97* \\ n &= 73 \end{aligned}$$

This equations allow an estimate of those soil water contents of value in irrigation planning.

* $P = 0,01$.

LITERATURA CITADA

- KIVISARI, S. 1971. Influence of texture on some soil moisture constants. *Agralia Ferrice* 123:217-22.
- NORERO, A. 1973. Concepto dinámico de "humedad disponible". V. Jornadas Venezolanas de Riego. 26 p.
- PIDGEON, J. D. 1972. The measurement and prediction of available water capacity of ferralitic soils in Uganda. *Jour. J. Soil. Sci.* 23:431-441.
- RICHARDS, L. A. y RICHARDS, S. J. 1957. Soil moisture in: *Soil, the 1957 Yearbook of Agriculture*. Government printing office Washington, p. 49-60.
- RUZ, E. 1974. Caracterización hídrica de nueve series de suelo de la Provincia de Santiago. Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. 95 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- , GARCÍA-HUIDOBRO, J. y ALCAYAGA, S. 1977. Caracterización hídrica y relaciones entre las propiedades físicas en suelos regados de la provincia de Santiago. I. Características físicas de los suelos de la provincia de Santiago. *Agricultura Técnica (Chile)*. 37 (1): 1-12.
- SALTER, P. J. y WILLIAMS, J. B. 1965. The influence of Texture on the moisture characteristics. *J. Soil. Sci.* 16:310-317.