

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 Santiago¹

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

INTRODUCCION

Los estudios agrológicos publicados en el país, Díaz (1958), Alcayaga (1966), IREN (1964), han carecido en su mayor parte de determinaciones analíticas, y se han limitado a una descripción morfológica del perfil. Sólo existen algunos trabajos, que incluyen determinaciones útiles en regadío, pero no permiten una proyección a nivel de zona o región (Alcayaga, Carmona y Guzmán, 1971; Bernier y Valenzuela, 1966).

Conocer algunas propiedades físicas permitiría establecer las características hídricas de los suelos de la zona central complementando la información necesaria para la planificación de nuevas prácticas de riego.

El objetivo de este trabajo es caracterizar físicamente los suelos del valle central de la provincia de Santiago.

MATERIALES Y METODOS

Se eligieron ocho series de suelos definidos en el Estudio Agrológico de la provincia de Santiago (Alcayaga, 1966): Maipo, Alto Ja-

huel, Agua del Gato, Melipilla, Polpaico, Batuco, Mapocho y Lo Herrera.

La descripción abreviada de los suelos se presenta en el Cuadro 1 y se usó la terminología del Manual de Reconocimiento de Suelos U.S.D.A. y los sitios de muestreo se indican en la Figura 1.

En un perfil modal de cada suelo se hicieron determinaciones de infiltrometría, en cilindros infiltrómetros (concéntricos); considerando previamente el contenido de humedad del suelo, Departamento de Agricultura Estados Unidos de América, 1964. Una vez que drenó el agua de saturación (alrededor de 48 hrs) se tomaron muestras de cada estrata y se determinó el porcentaje de humedad gravimétricamente obteniéndose así los valores de Capacidad de Campo, Peters (1965). Además, se determinó densidad aparente por el método del cilindro (Blake, 1965a).

Al mismo tiempo se extrajeron muestras de las distintas estratas en las que se hicieron las siguientes determinaciones: Análisis granulométrico por el método del hidrómetro de Bouyoucos (Norero, 1969). Densidad real por el método del picnómetro (Blake, 1965b). Humedad equivalente mediante el método de la centrifuga (Iowa State University, 1965). Curvas de Retención de humedad en olla y platos de presión determinándose los contenidos de humedad retenidos a: 0,3— 0,6— 0,8— 1— 2— 6 y 15 bares (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, 1964).

Por otra parte con el objeto de estudiar posibles variaciones dentro de la serie, se reali-

¹Parte de Tesis de Grado presentada por Emilio Ruz J. para optar al título de Ing. Agr. Universidad Católica de Chile, 1974.

Recepción originales: 24 de mayo de 1976.

²Ing. Agr., Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Actualmente, Programas de Fertilidad de Suelos y Agrometeorología, Estación Experimental Kampenaike (INIA) Casilla 616, Punta Arenas, Chile.

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

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

Cuadro 1 - Descripción de los suelos.

Prof. cm.	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	pH	HCl	Limites
MAIPO								
0-18	10YR3/2,5	Apd	Bl sub ang f y m débil	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,4	xxx	CL
18-34	10YR3/2	Apd	Bl sub ang f y m mod	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,2	xxx	CL
34-50	10YR3/2 7,5YR	Apd	Bl sub ang m fuerte	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,2	xxx	CL
50-67	7,5YR3/3	Apd	Bl sub ang m fuerte	m duro, firme, pl. ad.	xx	7,8	xx	AL
67-90*	7,5YR4/3	AL 50% gravas	masivo	m duro, firme, pl. ad.	x	7,6	xx	AL
* Piedras y material arcilloso.								
ALTO JAHUEL								
0-15	10YR2/2	AL	Bl sub ang f mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,3	xxx	CL
15-28	10YR2,5/2	AL	Bl sub ang m mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,3	xxx	CL
28-50	10YR3/2	Apd	Bl sub ang m mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xx	CL
50-75	7,5YR3,2 (60%) 10YR3/2 (40%)	Apd AL	Bl sub ang m mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,4	-	CL
75-90	7,5YR3/2 (75%) 10YR3/1 (25%)	Apd (AL)	Masiva	m duro, firme, pl. ad.	x	8,4	-	
AGUA DEL GATO								
0-18	10YR2/1	Apd	Bl sub ang f mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,2	xxx	AL
18-35	10YR2/2	Apd	Bl sub ang m mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xxx	CL
35-50	10YR3/1,5	Apd	Bl sub ang m mod.	m duro, friable, lig. pl. lig. ad.	x	8,5	xxx	CL
50-70	10YR5/1-5/2	Apd/Ad	Bl sub ang m mod.	m duro, firme, lig. pl. ad.	-	8,6	xx	AL
70-90	10YR6/1-6/3	Ad	Masiva	m duro, firme, pl. ad.	-	8,6	xx	AL
+90	Tosca pumíctica.							

Cuadro 1. — Continuación

Prof. cm	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	pH	HCl	Limites
MELIPILLA								
0-15	10YR2/2	Apd	Bl sub ang f, débil	duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xxx	CL
15-28	10YR2,5/2-	Apd	Bl sub ang f mod.	duro, friable, lig. pl. ad.	xx	8,2	xx	CL
28-46	10YR3/1,5-	Apd	Bl sub ang m mod.	m. friable, lig. pl. ad.	x	8,2	xx	CL
46-62	10YR3/1,5-	Apd	Bl sub ang m mod.	m. friable, lig. pl. ad.	x	8,1	xx	GL
62-74	7,5YR3/2	casq						
	10YR3/2	casq	Bl sub ang, m fuerte	firme pl. ad.	x	7,7	x	
	mot. AFP 7,5							
	YR 4/2 y 4/4							
1-74	pedras y material arcilloso.							
POLPAICO								
0-23	10YR2,5/2	Apd (AL)	G m, mod.	duro, friable, lig. pl. ad.	xxx	7,1	—	GL
23-47	10YR3/2-	Apd (AL)	Bl sub ang m mod.	duro, friable, lig. pl. ad.	xx	7,1	—	GL
47-74	5YR3/2	Apd (AL)	Bl sub ang m mod.	friable, lig. pl. ad.	x	8,1	—	GL
74-135	10YR3/3	AL	Prisma m mod.	friable, pl. ad.	x 100	8,2	—	
BATUCO								
28-13	10YR2/2 y 3/1	Apd	Bl sub ang m mod.	duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xx	AL
13-0	10YR3/1-3/2	Apd	Bl sub ang m mod, pl. lig. ad.	duro, friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xx	AL
0-16	10YR2/1	Apd	Pm mod Bl sub m mod	duro, friable, pl. ad.	xx	8,2	xxx	CL
16-30	10YR2/1,52/2	Apd	Pm mod Bl sub m mod	friable, pl. ad.	xx	8,2	xxx	CL
30-47	10YR3/2-4/2	Apd/Ad	Pm mod Bl sub CF	friable, pl. ad.	x	8,2	xxx	GL
	10% 6/2							
47-60	10YR3/2-4/2	Apd/Ad	Pm mod.	firme, pl. ad.	—	8,3	xxx	GL
60-120	30% 6/2	Apd/Ad	Masiva	firme, pl. ad.	—	8,5	xxx	
	10YR3,5/2							
	10YR6/2							

Cuadro 1. - Continuación

Prof. cm	Color	Textura	Estructura	Consistencia	Raíces	pH	HCl	Límites
LO HERRERA								
0-16	10YR2.5/2	AL	Bl sub ang f, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	xxx	8,4	xxx	GL
16-30	10YR3.5/2	AL	Bl sub ang f, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,3	xxx	AL
30-35	10YR3/2	FA	Bl sub ang f, débil	friable, lig. pl. lig. ad.	xx	8,2	xxx	CL
35-63	10YR3/1,5	FA	Bl sub ang f, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	x	8,0	xxx	CL
63-110	10YR3/2	FA	Bl sub ang f, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	x	7,8	xx	GL
110-125	10YR-7,5YR3/6	FA	Bl sub ang m, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	x	7,6	-	GL
125-145	7,5YR3/2	FA	Bl sub ang m, mod.	friable, lig. pl. lig. ad.	x	7,6	-	GL
MAPOCHO								
0-16	10YR2/2	Apd	Bl sub ang f, mod.	duro, friable, lig. pl. ad.	xxx	8,0	No	CL
16-34	10YR3/2	Apd	Bl sub ang m, mod.	duro, friable, lig. pl. ad.	xxx	7,6	No	GL
34-55	10YR3/3 7,5YR3/2	Apd	Bl sub ang m, fuerte	firme, pl. ad.	xx	7,6	No	GL
55-70	10YR4/3 7,5YR4/2	Ad	Bl sub ang m, fuerte	firme, pl. ad.	xx	7,6	No	GL
70-91	7,5YR3/2-4/2	Apd	Bl sub ang grueso fuerte	firme, pl. ad.	x	7,6	No	GL
91-140	10YR4/2-4/3	Apd	Masiva	firme, pl. ad.	No	7,7	No	No
TEXTURA								
Apd	= Arcilla poco densa							
Al	= Arcilloso limoso							
FA	= Franco arcilloso							
ESTRUCTURA								
Bl	= Bloques							
f	= finos							
m	= medios							
mod	= moderados							
ang	= angular							
G	= granular							
CONSISTENCIA								
m	= muy							
lig	= ligeramente							
pl	= plástico							
ad	= adhesivo							

Todos los colores se tomaron en húmedo.

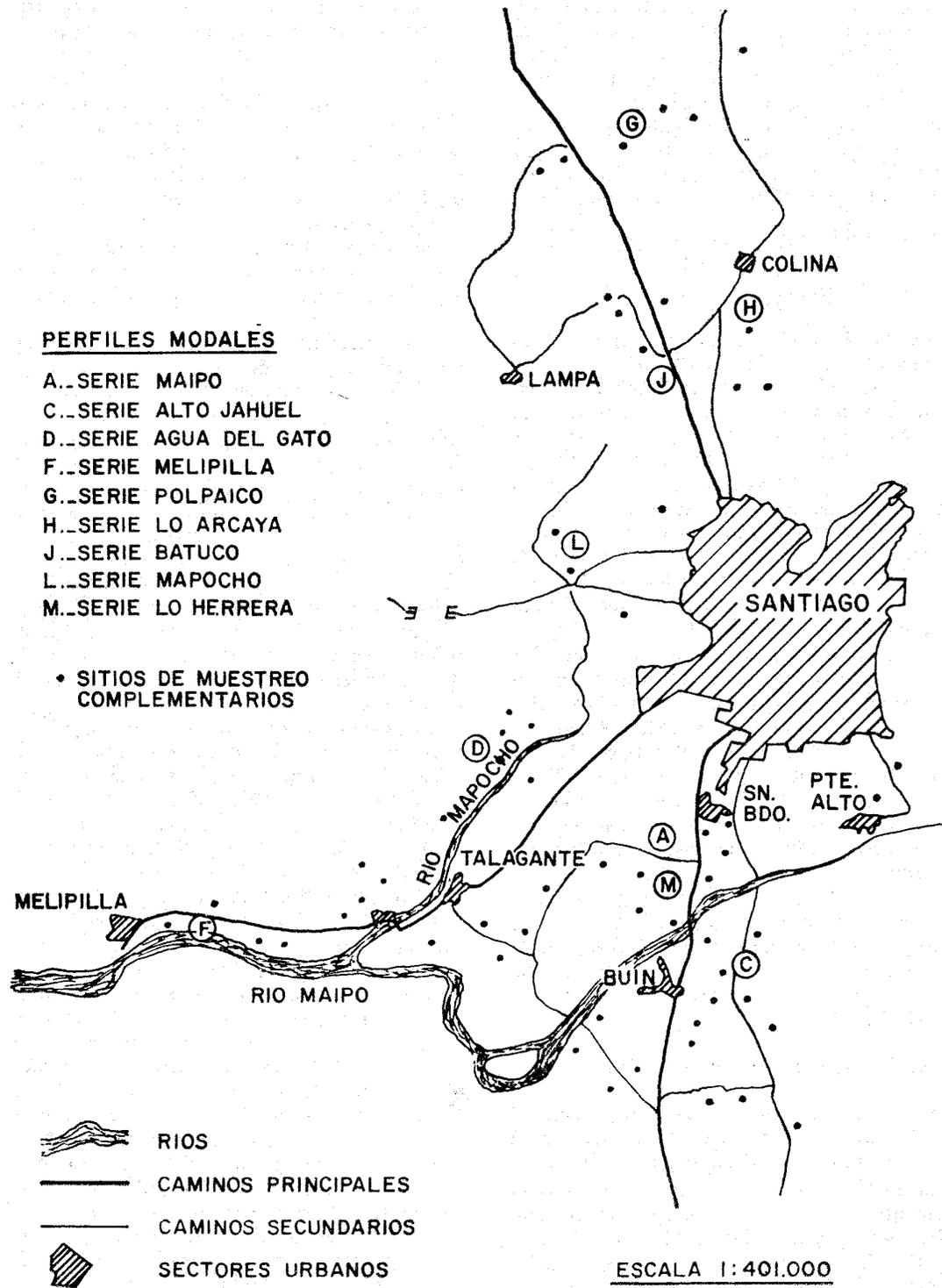


Figura 1 — Ubicación de los perfiles modales de cada serie y sitios de muestreo.

zó un muestreo complementario para determinar textura y capacidad de campo. El número y distribución de estos sitios de muestreo se determinó en base a la extensión y variaciones de las series, establecidas en estudios agrológicos anteriores (Alcayaga, 1966). Este muestreo se hizo con barrenos agrológicos tomándose muestras cada 15 cm dada la homogeneidad de los suelos en profundidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Fracción Arena-Limo-Arcilla

Las determinaciones texturales para cada perfil modal se indican en el Cuadro 2.

Se puede observar que estos suelos, correspondientes al valle central de la provincia de Santiago, se caracterizan en general por tener un alto contenido de arcilla. Así en los primeros 60-70 cm las texturas según la Clasificación Internacional corresponden a arcilla poco densas, y en profundidad a arcilla densa o arcilla poco densa. Sólo el suelo Lo Herrera no corresponde a estas características, siendo las estratas superficiales arcillo limosa; y franco arcillosa en profundidad.

Para la mayoría de los suelos, se observa que los porcentajes de arena son uniformes en profundidad; sin embargo, el suelo Lo Herrera, presenta un considerable aumento a partir de la tercera estrata. Respecto a la fracción limo, la situación es similar, siendo el suelo Lo Herrera, el que presenta variaciones en profundidad. Los porcentajes más altos de limo corresponden a los suelos Batuco y Lo Herrera.

En general, se puede concluir que los suelos de la provincia de Santiago, se caracterizan por tener texturas moderadamente finas a finas. Característica similar se encontraría en la mayoría de los suelos de la zona central de Chile.

Densidad Aparente y Densidad Real

Los valores de densidad aparente, densidad real y porcentaje total de poros para cada serie de suelo se indican en el Cuadro 3.

Se puede observar que en general hay un aumento de la densidad aparente en profundidad en los suelos Maipo, Alto Jahuel y Melipilla, siendo relativamente uniformes en los suelos Agua del Gato y Batuco, y disminuye en los suelos Lo Herrera y Polpaico. Por otra parte, el suelo Mapocho presenta variaciones entre los 30 y 60 cm.

Los valores más altos de densidad aparente en los estratos superficiales se presentan en el suelo Lo Herrera, siendo de 1,5 gr/cc, aproximadamente; y los valores más bajos para las mismas estratas, en los suelos Mapocho y Polpaico, siendo éstos de 1,25 gr/cc. Los suelos Batuco, Agua del Gato, Melipilla, Alto Jahuel y Maipo, presentan valores intermedios de 1,35 gr/cc, aproximadamente.

Estas variaciones en la densidad aparente de los suelos están estrechamente asociados a propiedades físicas como textura y estructura y por otra parte, al porcentaje y distribución de materia orgánica.

Las variaciones extremas, en los valores de densidad aparente obtenidos por el método del cilindro, se podrían explicar debido al contenido de gravas finas o raíces en el interior del núcleo de suelo muestreado (Baver, Gardner, W. H. y Gardner, W. R., 1973). Por otra parte, el contenido de humedad al momento de muestrear en suelos que se contraen y dilatan, conforme se secan o se mojan, sería otra fuente de variación en la determinación (Gavande, 1972), situación que se puede presentar en los suelos Batuco, Agua del Gato y Mapocho. Este problema se trató de uniformizar al extraer las muestras con un contenido de humedad correspondiente a capacidad de campo.

Los valores de densidad real en general no mostraron variaciones entre los suelos, lo que permite estimar los valores de 2,62 gr/cc en las estratas superficiales y 2,65 gr/cc en profundidad, para todos los suelos estudiados. La menor densidad real en la estrata superficial sería atribuible al mayor contenido de materia orgánica (De Vries, 1966).

En el Cuadro 3, se presentan también el porcentaje total de poros, calculados a partir de los valores de densidad aparente y densidad real. Se puede observar que los suelos Mapocho y Polpaico, presentan un mayor porcentaje de espacios porosos, fluctuando éste entre 50 y 56%. Por otra parte, el suelo Melipilla, especialmente, a partir de los 15 cm presenta el porcentaje de espacios porosos más bajo, fluctuando éstos entre 31 y 39%.

En los suelos Polpaico, Batuco, Lo Herrera y Agua del Gato, la porosidad aumenta en profundidad como consecuencia de una disminución gradual de la densidad aparente. Situación contraria ocurre en los suelos Maipo, Alto Jahuel y Melipilla.

En el Cuadro 4, se presentan los contenidos de humedad retenidos a capacidad de campo (c.c.) y porcentaje de marchitez permanente

Cuadro 2 — Contenidos de arena, limo y arcilla en las distintas series de suelo.

Textura	Arena %			Limo %			Arcilla %			
	Prof.	Modal	Prom.	Rango	Modal	Prom.	Rango	Modal	Prom.	Rango
<i>MAIPO (10 observaciones)*</i>										
0-18	32	31	15-49	34	38	20-55	34	31	23-55	
18-34	35	32	19-49	36	39	23-50	29	29	21-35	
34-50	40	33	20-43	35	39	33-48	25	28	14-37	
50-67	42	29	14-42	29	38	29-48	29	23	24-38	
67-90	39	22	14-39	28	43	28-62	33	35	29-39	
<i>ALTO JAHUEL (4*)</i>										
0-15	33	23	17-33	38	49	38-55	29	28	24-30	
15-28	37	26	20-37	36	45	36-55	27	29	25-35	
28-50	36	27	18-36	37	44	37-54	27	29	27-33	
50-75	30	30	24-37	41	41	35-49	29	29	27-33	
75-92	21	30	21-41	45	42	35-47	34	28	24-34	
<i>AGUA DEL GATO (7*)</i>										
0-18	22	21	13-22	42	38	37-50	36	41	30-50	
18-35	19	20	12-27	38	39	37-48	43	41	33-50	
35-50	20	22	13-42	17	35	17-45	63	43	24-63	
50-70	21	27	17-45	16	32	16-48	63	41	28-63	
70-90	14	14	13-14	34	35	29-40	52	51	47-57	
<i>MELIPILLA (3*)</i>										
0-15	33	37	33-57	41	36	17-41	26	27	25-29	
15-28	36	35	30-37	38	39	38-42	26	26	25-28	
28-46	33	38	33-49	32	31	20-34	35	31	24-35	
46-62	36	38	36-41	32	30	26-37	32	32	27-32	
62-74	38	42	37-42	30	29	20-30	32	32	26-32	
<i>POLPAICO (6*)</i>										
0-23	22	23	20-27	35	41	35-53	43	36	23-43	
23-47	20	20	14-27	36	41	35-55	44	39	23-44	
47-74	16	22	16-28	37	41	35-49	47	37	24-47	
74-135	19	22	14-34	38	43	38-60	43	35	26-43	
<i>BATUCO (6*)</i>										
0-15	10	20	10-31	54	43	29-54	36	37	32-49	
15-28	8	13	8-24	57	49	28-67	35	38	24-62	
28-44	6	21	6-32	56	35	24-56	38	44	36-61	
44-60	4	21	4-34	55	36	29-55	41	43	36-62	
60-77	8	25	8-52	30	31	21-45	62	44	35-66	
77-90	8	23	8-52	31	32	21-41	61	45	27-62	
<i>MAPOCHO (5*)</i>										
0-16	23	30	23-36	38	35	31-38	39	35	30-43	
16-34	23	26	21-35	35	33	26-37	42	41	31-42	
34-55	22	27	22-31	26	34	26-39	52	39	33-52	
55-70	22	28	12-37	22	30	22-38	56	42	25-76	
70-91	23	26	17-28	27	35	27-52	60	39	31-50	
91-140	22	22	11-31	30	41	30-60	48	37	29-48	
<i>LO HERRERA (3*)</i>										
0-16	27	24	21-27	50	48	47-50	23	28	23-32	
16-30	21	20	18-21	46	47	46-48	33	33	33-34	
30-38	40	35	30-40	40	42	40-44	20	23	20-26	
38-65	49	46	44-49	33	35	33-37	18	19	18-19	
65-100	45	56	45-66	35	26	17-35	20	18	17-20	

*Número de observaciones de donde se obtuvo el promedio.

Cuadro 3 — Densidad aparente, densidad real y porosidad en los suelos estudiados.

Prof.	Densidad Aparente (gr/cc)	Densidad Real (gr/cc)	Poros %
MAIPO			
0-18	1,39	2,62	46,9
18-34	1,40	2,65	47,2
34-50	1,57	2,65	40,7
ALTO JAHUEL			
0-15	1,38	2,62	47,3
15-28	1,46	2,65	44,9
28-50	1,48	2,65	44,1
50-75	1,48	2,65	44,1
AGUA DEL GATO			
0-30	1,48	2,62	43,5
30-35	1,47	2,65	44,5
35-50	1,45	2,65	45,3
MELIPILLA			
0-15	1,46	2,62	44,3
15-28	1,60	2,65	39,6
28-46	1,70	2,65	35,8
46-62	1,81	2,65	31,7
POLPAICO			
0-23	1,32	2,62	49,6
23-47	1,20	2,65	54,7
47-74	1,16	2,65	56,2
BATUCO			
0-15	1,45	2,62	44,6
15-28	1,41	2,65	46,8
28-44	1,41	2,65	46,4
MAPOCHO			
0-16	1,22	2,62	53,4
16-34	1,16	2,65	56,2
34-55	1,30	2,65	50,9
55-70	1,28	2,65	51,7
70-91	1,22	2,65	54,0
LO HERRERA			
0-16	1,51	2,62	42,4
16-30	1,41	2,65	46,8
30-38	1,39	2,65	47,5
38-65	1,11	2,65	58,1
65-100	1,18	2,65	58,2

(PMP), así como la humedad aprovechable, promedios obtenidos de los antecedentes por estrata (Ruz, 1975).

El porcentaje de humedad retenido a ca-

pacidad de campo es de 20% aproximadamente en los suelos Maipo, Alto Jahuel y Melipilla; y fluctúa entre 26 y 30% en los suelos Polpaico, Agua del Gato y Batuco.

Por otra parte, los suelos Mapocho y Lo Herrera presentan los valores extremos encontrados para la capacidad de campo. Así el primero alcanza valores superiores al 35% mientras que el suelo Lo Herrera menores al 15%.

El porcentaje de marchitez permanente, por lo general, es más alto en aquellos suelos que tienen altos valores en la capacidad de campo y que corresponden a suelos de texturas finas (Salter y Williams, 1965). Así, para los suelos Mapocho y Batuco, el porcentaje de marchitez permanente es mayor al 20%, mientras que en el suelo Lo Herrera es inferior al 7%.

En el Cuadro 4, también se presentan los valores de humedad aprovechable promedio de los perfiles expresados como la diferencia entre el porcentaje de humedad retenido a capacidad de campo y el porcentaje de marchitez permanente. También se expresan en altura de agua por metro de suelo.

Se puede observar que los suelos Melipilla y Agua del Gato presentan los valores más altos de humedad aprovechable siendo éstos de 13% y 12,5%, respectivamente. Por otra parte, los suelos Mapocho, Alto Jahuel y Maipo, muestran valores alrededor de 10% y Batuco un poco inferiores a éstos, 8,2%. Los valores más bajos de humedad aprovechable corresponden a los suelos Lo Herrera y Polpaico 7,3 y 6,7%, respectivamente.

En relación a la humedad aprovechable expresada como altura de agua por metro de suelo, se observa que el suelo Agua del Gato presenta el valor más alto, mientras que los suelos Polpaico y Lo Herrera, se caracterizan por presentar los valores más bajos en volumen de agua aprovechable.

Curvas de Retención de Humedad

En la Figura 2, se presentan las curvas de retención de humedad promedio para cada suelo, obtenido a partir de los contenidos de humedad para distintas tensiones (Ruz, 1975).

Se puede observar que los suelos Polpaico, Mapocho, Batuco y Agua del Gato, tienen un comportamiento similar a las diferentes tensiones siendo además, los suelos que presentan los mayores contenidos de humedad, tanto a 0,3 como a 15 bares.

Por otra parte, los suelos Maipo, Melipilla y Alto Jahuel, presentan también una curva

Cuadro 4 — Constantes hídricas promedio para los suelos estudiados.

Suelos	C. de Campo (% peso seco)	% Marchitez P. (% peso seco)	% Hum. Aprov. (% peso seco)	H (cm/m)
Maipo	19,3	9,8	9,5	12,9
Alto Jahuel	19,9	8,6	10,4	14,9
Agua del Gato	28,1	15,6	12,5	18,3
Melipilla	22,7	9,7	13,0	12,0
Polpaico	26,6	19,9	6,7	9,2
Batuco	30,7	22,5	8,2	12,1
Mapocho	36,0	25,4	10,6	11,7
Lo Herrera	14,0	6,7	7,6	11,0

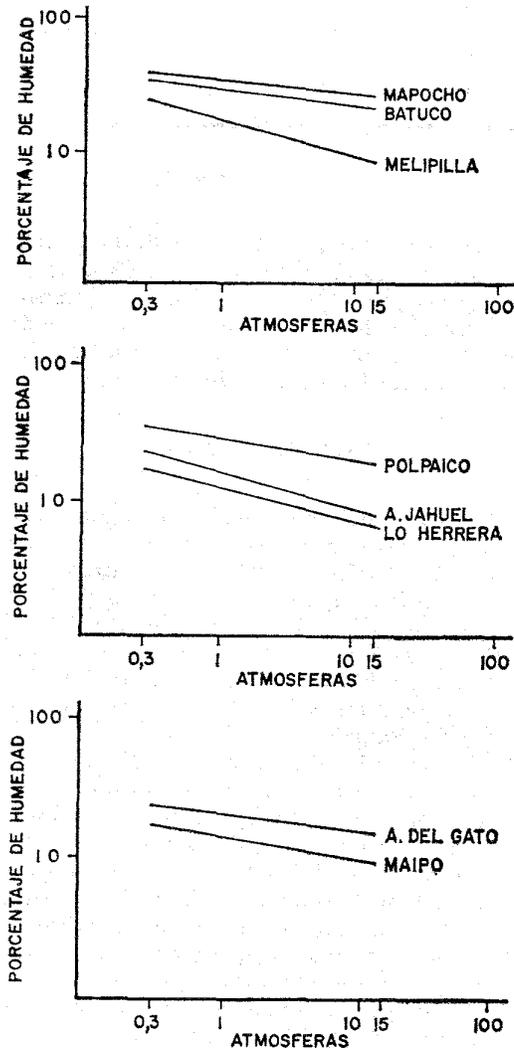


Figura 2 — Curvas de retención de humedad promedio para el perfil modal de cada serie de suelo.

característica de humedad similar, diferenciándose del grupo de suelos mencionados anteriormente, en que los contenidos de humedad son menores a las distintas tensiones de la curva.

Cabe destacar que los resultados obtenidos concuerdan con otros encontrados por Salter y Williams (1965), en que los suelos de texturas finas, presentan curvas de retención con menor pendiente y contenidos de humedad mayores a las distintas tensiones estudiadas.

En el Cuadro 5, se presentan las ecuaciones para el cálculo de la infiltración acumulada D (cm) y el valor de D en el momento de alcanzar la infiltración básica. Se puede observar que los suelos Mapocho, Maipo, Batuco y Melipilla presentan una mayor cantidad de agua acumulada al momento de alcanzar la velocidad de infiltración básica; alcanzando los 20 cm, aproximadamente para

Cuadro 5 — Ecuación de infiltración acumulada (D) y altura de agua al momento de alcanzar IB.

Suelos	Infiltración acumulada (cm)	
	$D = c T^b$	D (a IB)
Maipo	0,50 T ^{0,75}	21,4
Alto Jahuel	0,21 T ^{0,69}	7,7
Agua del Gato	0,18 T ^{0,66}	6,0
Melipilla	0,42 T ^{0,66}	14,0
Polpaico	0,26 T ^{0,46}	3,7
Batuco	0,31 T ^{0,77}	13,8
Mapocho	0,50 T ^{0,74}	21,0
Lo Herrera	0,40 T ^{0,58}	9,9

Cuadro 6 — Ecuaciones de velocidad de infiltración instantánea; velocidad de infiltración básica y el tiempo al cual se alcanza la velocidad de infiltración básica.

Suelos	$I = K T^{-n}$	IB = cm/hora	Tiempo = (600 n) min.
Maipo	22,5 T ^{-0,25}	6,4	150
Alto Jahuel	8,7 T ^{-0,31}	1,7	186
Agua del Gato	7,1 T ^{-0,34}	1,2	204
Melipilla	16,6 T ^{-0,34}	2,7	204
Polpaico	10,2 T ^{-0,54}	0,4	324
Batuco	14,2 T ^{-0,26}	3,9	138
Mapocho	22,2 T ^{-0,26}	6,0	156
Lo Herrera	13,9 T ^{-0,42}	1,4	252

T = Tiempo (min.).

los suelos Mapocho y Maipo y de 14 cm para los suelos Batuco y Melipilla.

Por otra parte, los suelos Polpaico y Agua del Gato presentan una menor altura de agua acumulada (D) al momento de alcanzar la velocidad de infiltración básica siendo el valor extremo para el suelo Polpaico de 3,6 cm.

En el Cuadro 6 se presentan los valores de la ecuación de velocidad de Infiltración Instantánea (I). Los de velocidad de Infiltración Básica (IB) y el tiempo al cual se alcanza la velocidad de Infiltración Básica.

Comparando las pendientes (n) de las curvas de velocidad de Infiltración Instantánea (I) la velocidad de Infiltración Básica (IB) y el tiempo al cual se alcanza la velocidad de infiltración básica es posible observar, que algunos suelos tienen un comportamiento similar frente al proceso de infiltración. Así, los suelos Maipo, Mapocho, y Batuco presentan velocidades de infiltración mayores que el resto de los suelos estudiados. También se caracterizan por alcanzar la velocidad de infiltración básica en un menor tiempo, siendo éste de 145 minutos aproximadamente y con una IB de 5 cm/hr.

Por otra parte, los suelos Polpaico y Lo Herrera, presentan los valores más bajos de velocidad de infiltración instantánea y también los que alcanzan la velocidad de infiltración básica en un mayor tiempo siendo éste de 255 minutos aproximadamente para los suelos Lo Arcaya y Lo Herrera y de 324 minutos para el suelo Polpaico.

Los suelos Agua del Gato, Melipilla y Alto Jahuel, presentan valores intermedios, entre los grupos de suelos analizados anteriormente para la Velocidad de Infiltración Instantánea y alcanzar la Velocidad de Infiltración Básica alrededor de los 200 minutos.

CONCLUSIONES

- Los suelos del valle central de la provincia de Santiago se caracterizan por presentar texturas moderadamente finas y finas.
- La densidad aparente aumenta en profundidad en los suelos Alto Jahuel, Maipo y Melipilla. Se mantiene relativamente uniforme en los suelos Agua del Gato y Batuco, disminuyendo en los suelos Lo Herrera y Polpaico.
- La densidad real no presenta variaciones, lo que permite utilizar los valores promedios de 2,62 gr/cc para la estrata superficial y 2,65 gr/cc para las estratas profundas.
- Los suelos Melipilla y Agua del Gato presentan los porcentajes de humedad aprovechable más altos de los suelos estudiados, siendo de un 13% aproximadamente; y los suelos Lo Herrera, Batuco y Polpaico, los porcentajes más bajos de humedad aprovechable, siendo éste no más del 6,5%. El resto de los suelos tienen entre un 8 y 10% de humedad aprovechable.
- Las curvas de retención de humedad indican que los suelos Polpaico, Mapocho, Ba-

tuco y Agua del Gato tienen un comportamiento similar, presentando los contenidos de humedad más altos retenidos a las distintas tensiones para los suelos estudiados. Los suelos Maipo, Melipilla y Alto Jahuel, son similares, pero diferenciándose del grupo de suelos mencionados anteriormente

en que los contenidos de humedad son menores a las mismas tensiones.

— Respecto a la Velocidad de Infiltración se pueden agrupar los suelos en la siguiente secuencia: Maipo, Mapocho, Batuco > Agua del Gato, Melipilla y Alto Jahuel > Polpaico > Lo Herrera.

RESUMEN

En ocho series de suelos del valle central de la provincia de Santiago, se realizó una caracterización física en que se determinó: textura, densidad aparente, densidad real, porcentaje total de poros, capacidad de campo, humedad equivalente, curva característica de humedad y velocidad de infiltración.

Las texturas de estos suelos varían entre moderadamente finas a finas; la densidad aparente fluctúa entre 1,11 gr/cc y 1,81 gr/cc la capacidad de campo entre 14 y 36% y la humedad aprovechable entre 6,7 y 13%.

Las curvas de retención de humedad muestran que los suelos Polpaico, Mapocho, Batuco y Agua del Gato tienen un comportamiento similar a las diferentes tensiones, siendo además, los suelos que presentan los mayores contenidos de humedad tanto a 0,3 como 15 bares.

El comportamiento de algunos suelos frente al proceso de infiltración es similar y pueden agrupar las series en la siguiente secuencia: Maipo, Mapocho y Batuco > Alto Jahuel, Agua del Gato y Melipilla > Lo Herrera > Polpaico.

SUMMARY

CHARACTERIZATION AND RELATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF IRRIGATED SOILS OF THE SANTIAGO PROVINCE. I. SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS

In eight soil series from the Santiago province a physical characterization was carried out. Soil texture, bulk density, real density, porosity, field capacity, moisture equivalent, moisture desorption curve and infiltration were determined.

Soil texture varied between moderately fine and fine. Bulk density fluctuated between 1.11 gr cm^{-3} and 1.81 gr cm^{-3} ; field capacity varied between 14% and 36% and available moisture between 6.7 and 13%.

Moisture release curves show that the soils Polpaico, Mapocho, Batuco and Agua del Gato, have a similar behaviour at different tensions presenting a greater amount of water retained at 0.3 bar and 15 bar.

It is possible to group the soils series studied according to their infiltration capacities in the following sequence: Maipo, Mapocho, Batuco > Alto Jahuel, Agua del Gato, Melipilla > Lo Herrera > Polpaico.

LITERATURA CITADA

ALCAYAGA, S. 1966. Mapa (Unidades Cartográficas). Estudio Agrológico. Reconocimiento de suelos de la Provincia de Santiago-CORFO.

———, CARMONA, M. P., GUZMÁN, S. 1971. Determinación uso consumo en durazneros y parronal en el Valle de Aconcagua-CORFO. p. 23, mimeografiado.

BAVER L. D., GARDNER W. H. y GARDNER W. R. 1973. Física de suelos. 4ª Ed. UTEHA, México. 201-202.

BLAKE, G. R. 1965a. Bulk density. *In* methods of soil analysis. C. A. Black, Ed. Agronomy Nº 9.

American Soc. of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA. 373-377.

———. 1965b. Particle density. *In* Methods of soil analysis. C. A. Black, Ed. Agronomy Nº 9. American Soc. of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA. 371-373.

BERNIER, R. y VALENZUELA, A. 1966. Características hídricas de ocho suelos de la provincia de Nuble. Extracto Tesis. Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Circular Informativa Nº 13. 14 p.

- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA. 1964. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura Nº 60 Richards. LA. Ed. 115-116.
- DE VRIES, D. A. 1966. Physics of plant environments. Ed. W. R. Van Wijk, North Holland Publishing Company, Amsterdam. 210.
- DÍAZ, C. 1958. Desarrollo de los estudios de suelos en Chile durante los decenios 1948-1958. Agricultura Técnica, Vol. 18, Nº 2. Ministerio de Agricultura, Chile. p. 59-77.
- GAVANDE, S. 1972. Física de suelos. 1ª Ed. Limusa-Wiley S. A. México, 99-100.
- IREN (CORFO). 1964. Descripciones de suelos. Proyecto Aerofotogramétrico Chile OEA/BID. 391 p.
- NORERO, A. 1969. Guía para el análisis de tierra. Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. 20 p.
- PETERS, D. B. 1965. Water availability. In methods of soil analysis. C. A. Black, Ed. Agronomy Nº 9. American Soc. of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA. 373-377.
- IOWA STATE UNIVERSITY. 1965. Soil physics Laboratory Manual 22-24.
- RUZ, J. E. 1975. Caracterización hídrica de nueve series de suelo de la provincia de Santiago. Tesis Ing. Agr., U. Católica de Chile. 95 p.
- SALTER, P. S. y WILLIAMS, J. B. 1965. The influence of texture on the moisture characteristics. Journal of soil Science 16: 310-317.