

PROPIEDADES FISICAS DE LOS SUELOS DE ÑUBLE, VIII REGION¹

Physical properties of soils from Ñuble, VIII Region of Chile

Iván Vidal P.² y Pedro del Canto S.³

SUMMARY

An analysis of data on physical properties of eight groups of soils, based on previous agrologic studies, is presented.

Trumao soils (Groups C and D) show the best physical characteristics for crop production. Coarse textured aluvial soils (Group H) show the most adverse hydric performances, while soils derived from granitic rock (Group A) and those from low positions (Group F) are conspicuous for their high values for bulk density and low for water infiltration. The remaining soils present intermediate physical properties.

INTRODUCCION

Entre las propiedades de suelos más importantes, se encuentran aquéllas de naturaleza netamente física. Sin embargo, los estudios sobre caracterización física son escasos en el país.

Existen, no obstante, algunos antecedentes complementarios a estudios de puesta en riego o de clasificación de suelos, pero no permiten una proyección a nivel de zona o región, debido a que no se han adecuado sistemáticamente.

Así, Pereira (1971), entre otros, efectuó una caracterización física de los suelos de la zona de regadío del embalse Coihueco, para ser usado posteriormente en el cálculo de las tasas de riego, puesta en riego y uso y manejo de esos suelos. También, Farías (1977) aportó datos sobre propiedades físicas como contribución al proyecto de riego del sector norte del río Diguillín. Ruz, García-Huidobro y Alcayaga (1977) realizaron una caracterización física de ocho series de suelos del valle central de la provincia de Santiago.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente y como objetivo de este trabajo, se consideró de utilidad someter a un ordenamiento las mediciones de algunas propiedades físicas de los suelos de la provincia de Ñuble, que dispone actualmente la Sección Suelos de la Universidad de Concepción, de tal forma que puedan ser usados como referencia o generalizaciones en estudios posteriores de regadío o manejo de suelos.

MATERIALES Y METODOS

Se consideraron los siguientes ocho grupos de suelos, basados fundamentalmente en los estudios agrológicos de Chile, IREN (1964) y Chile, ODEPA (1968):

- (A) Derivados de roca granítica, ubicados en los cerros y lomajes de la cordillera de la Costa (Cauquenes, San Esteban, Corontas y Lomerío).
- (B) Derivados de roca metamórfica (Constitución y Pocillas).
- (C) Trumaos del Llano Central (Arrayán y Mañil).
- (D) Trumaos de precordillera (Santa Bárbara).
- (E) Rojos arcillosos de origen volcánico (Coihueco, Collipulli, Mirador, Parral y Mininco).
- (F) De posición baja y de textura media a arcillosa (Quella, Bulnes, San Nicolás, Dadinco, Unicavén).

¹ Recepción de originales: 18 de mayo de 1982.

² Departamento de Agronomía, U. de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile.

³ Estación Experimental Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

y Millauquén).

(G) Aluviales de textura fina (Chacay, San Carlos, Quipato, Perquilauquén y Quilque).

(H) Aluviales de textura gruesa (Arenales, Humán, Angoi, Linares, Patagüillas y Negrete).

Las características físicas, a excepción de la estabilidad de los agregados y velocidad de infiltración, fueron evaluadas a tres profundidades del perfil, 0–30, 30–60 y 60–90 cm, generándose a partir de muestras aisladas. Las propiedades consideradas fueron las siguientes:

- Fracción arena-limo-arcilla (método del hidrómetro de Bouyoucos).
- Densidad aparente (método del terrón).
- Porosidad total. Se obtuvo a partir de la fórmula:

$$P = (1 - Da/Dr) \times 100$$

donde P corresponde a la porosidad total, Da a la densidad aparente y Dr es la densidad real.

- Retención de agua a 1/3 y 15 atm de tensión (método de la olla de presión y plato poroso).
- Agua aprovechable, expresada en cm de altura de agua. Se obtuvo a partir de la siguiente relación:

$$H = \left(\frac{CC - PMP}{100} \right) \times \frac{Da}{DH_2O} \times \text{Profundidad}$$

donde H es el agua aprovechable, CC es el contenido de humedad del suelo (% a capacidad de campo o a 1/3 atm de tensión, PMP es el contenido de humedad del suelo (% en el punto de marchitez permanente o a 15 atm de tensión, Da es la densidad aparente del suelo seco ($g \times cm^{-3}$) y DH_2O es la densidad del agua ($g \times cm^{-3}$).

- Estabilidad de Agregados (método de Yoder, tamizado en húmedo).
- Velocidad de infiltración (cilindros infiltrómetros dobles).

Las fuentes de donde se obtuvieron los datos son: Agreen (1967), Bernier (1966), Carrasco (1970), Espinoza (1963), Farías (1977), García (1977), Haro (1971), Larrañaga (1978), Millar (1966), Molina (1965), Peña (1974), Quezada (1978), Chile, SAG/DICOREN (1971), Salgado (1960), Torres (1966), Universidad de Concepción/Ministerio de Agricultura (1965a, 1965b) y Vidal, Fernández y Duarte (1981). Los valores promedios provienen de un rango de 1 a 25 observaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Fracción Arena—Limo—Arcilla

En los cuadros 1a y b se puede observar que los suelos de la provincia de Ñuble presentan una amplia distri-

bución en los contenidos de las diferentes fracciones, encontrándose suelos franco arenosos a arcillosos, dependiendo fundamentalmente de su origen y posición. Así, los rojos arcillosos de origen volcánico (E), ubicados en el sector oriental del llano central, presentan los mayores contenidos de arcilla, mientras que los aluviales de textura gruesa (H), que son más recientes, presentan los menores valores de esta fracción. El resto muestra contenidos intermedios.

Se observa, además, que los trumaos (C y D) presentan cantidades relativamente bajas de arcilla, debido al método empleado para su determinación en este trabajo. Estos suelos se caracterizan por una significativa dominancia de componentes amorfos, con propiedades electroquímicas muy especiales, entre ellas su tendencia a flocular durante la determinación de laboratorio, enmascarando así su verdadera textura y dificultando la interpretación de los diferentes componentes.

En general, no existe una tendencia definida del contenido de arcilla dentro del perfil, a excepción de los suelos rojos arcillosos (E) y aluviales de textura gruesa (H), donde la fracción fina aumenta ligeramente con la profundidad.

2. Densidad aparente, densidad real y porosidad total

En el Cuadro 2 se indican los valores de densidad aparente, densidad real y porosidad. Se observa, en primer término, que los suelos que tienen la denominación de trumaos (C y D), presentan los valores de densidad aparente más bajos, lo que se debe principalmente a su alto contenido de materia orgánica, como también, a su alta proporción de material de origen volcánico, cuyas partículas de forma vesicular e irregular impiden un empaquetamiento más compacto. Esto se traduce, además, en una alta porosidad total.

Llama la atención que los suelos que no pertenecen a la clasificación de trumaos, presentan valores de densidad aparente superiores a 1,4 g/cc y valores de porosidad total entre 26 a 47%. Estos niveles pueden considerarse como límites críticos para el desarrollo normal de las raíces, a excepción de los suelos aluviales de textura gruesa (H), donde según observaciones de terreno no se presenta dicho problema. A este respecto, cabe señalar que se podría considerar nivel extremo para suelos arenosos 1,6 g/cc, valor que no se da en los del grupo H.

En general, se observa que hay un aumento de la densidad aparente con la profundidad. Esto está estrechamente asociado a ciertas características, como estructura, textura y distribución de la materia orgánica. Estudios sobre caracterización química de los mismos

CUADRO 1a. Valores promedios y coeficientes de variación de arena, limo y arcilla de los suelos estudiados. Sistema USDA**TABLE 1a. Average values and variation coefficients for sand, silt, and clay content of the soils under study. USDA system**

PROFUNDIDAD. (cm)	GRUPOS DE SUELOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
ARENA (o/o)								
0 — 30	33,7	27,8	34,4	19,2	25,0	42,4	32,2	70,2
CV	(11,3)	(25,8)	(26,2)	(15,5)	(37,0)	(17,3)	(17,1)	(29,6)
Nº Obs.	5	4	13	4	19	4	6	5
30 — 60	32,7	26,9	38,6	12,8	26,1	28,0	33,0	68,8
CV	(5,6)	(42,4)	(26,4)	(8,8)	(42,8)	(15,6)	(15,3)	(36,6)
Nº Obs.	5	3	10	3	16	3	5	4
60 — 90	42,2	29,6	43,7	12,1	23,8	39,5	32,1	65,9
CV	(27,5)	(55,2)	(47,1)	(14,0)	(38,4)	(23,3)	(23,1)	(38,0)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	3	3	3
LIMO (o/o)								
0 — 30	25,0	38,2	41,8	49,6	32,3	31,8	36,4	16,8
CV	(5,6)	(21,9)	(20,8)	(14,2)	(20,4)	(20,6)	(17,9)	(83,7)
Nº Obs.	5	4	13	4	19	4	6	5
30 — 60	16,5	40,1	41,3	50,2	29,1	26,8	30,6	16,5
CV	(38,6)	(46,8)	(23,5)	(28,3)	(21,9)	(40,0)	(30,5)	(89,5)
Nº Obs.	5	3	10	3	16	3	5	4
60 — 90	18,0	37,0	36,0	55,5	26,9	24,0	32,4	18,9
CV	(15,7)	(59,1)	(42,0)	(32,6)	(24,0)	(40,1)	(27,5)	(68,4)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	3	3	3
ARCILLA (o/o)								
0 — 30	41,3	34,0	23,8	31,2	42,7	25,8	31,4	13,0
CV	(12,7)	(42,4)	(27,0)	(32,0)	(23,6)	(26,6)	(33,7)	(51,3)
Nº Obs.	5	4	13	4	19	4	6	5
30 — 60	50,8	33,0	20,1	37,0	44,8	45,2	36,4	14,7
CV	(8,9)	(75,3)	(31,6)	(41,4)	(19,6)	(21,7)	(32,1)	(86,2)
Nº Obs.	5	3	10	3	16	3	5	4
60 — 90	39,8	33,4	20,3	32,4	49,3	36,5	35,5	15,2
CV	(36,2)	(88,6)	(39,9)	(50,6)	(14,8)	(19,2)	(40,5)	(82,7)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	3	3	3

grupos de suelos del presente estudio (Etchevers y Farías, 1979), indican que el porcentaje de materia orgánica decrece con la profundidad en la totalidad de estos suelos.

En relación a la densidad real, los valores más altos los muestran los suelos aluviales de textura gruesa (H) (valores cercanos a 2,65 g/cc), en tanto que en los suelos trumaos (C y D) se observan valores relativamente bajos (aproximadamente 2,35 g/cc), atribuibles a sus altos contenidos de materia orgánica. Es importante señalar que prácticamente la totalidad de los suelos presentan valores de densidad real inferiores al promedio universal (2,65 g/cc), lo que se debería presumiblemente a que presentarían minerales de bajo peso específico, que hacen disminuir sus densidades reales medias.

En base a la recopilación realizada, se recomienda, en el caso de no disponer de datos, adoptar un valor de

2,50 g/cc para generalizaciones en estudios de suelos o de riego.

3. Retención de agua a 1/3 y 15 atm de tensión y agua aprovechable

Del Cuadro 3 se puede inferir que el porcentaje de agua retenida a 1/3 y 15 atm varía en un amplio rango, encontrándose los menores valores en suelos aluviales de textura gruesa (H), que no superaron el 15 y 6^o/o, respectivamente. Los valores más altos corresponden a los trumaos del valle central y de la precordillera (C y D), con 55^o/o de humedad a 1/3 atm y 28^o/o a 15 atm.

Se explican estos resultados por los altos niveles de arena, baja agregación y bajo porcentaje de materia orgánica de los suelos aluviales de textura gruesa, en tanto que los suelos derivados de cenizas volcánicas poseen excelente agregación, con predominio de mi-

CUADRO 1b. Valores promedio y coeficientes de variación de arena, limo y arcilla de los suelos estudiados. Sistema Internacional

TABLE 1b. Average values and variation coefficients for sand, silt, and clay content of the soils under study. International system

PROFUNDIDAD (cm)	GRUPOS DE SUELOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	ARENA (‰)							
0 – 30	47,7	43,3	50,2	31,7	38,6	55,3	46,4	78,8
CV	(2,1)	(32,2)	(17,3)	(6,7)	(28,2)	(19,0)	(18,7)	(16,4)
Nº Obs.	5	4	15	4	19	4	6	6
30 – 60	41,2	38,9	55,6	27,7	35,7	37,6	46,5	76,6
CV	(4,1)	(34,1)	(14,4)	(15,6)	(27,0)	(10,6)	(14,4)	(21,4)
Nº Obs.	5	3	14	3	16	4	5	5
60 – 90	49,2	40,6	56,4	30,4	33,0	45,8	45,6	71,8
CV	(9,6)	(47,7)	(21,2)	(11,2)	(27,3)	(10,6)	(19,6)	(25,8)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	4	3	3
	LIMO (‰)							
0 – 30	11,0	22,7	26,0	37,1	18,7	18,9	22,2	8,2
CV	(38,6)	(18,9)	(29,0)	(21,3)	(30,4)	(49,8)	(21,0)	(90,7)
Nº Obs.	5	4	15	4	19	4	6	6
30 – 60	8,0	28,1	24,3	35,3	19,5	17,2	17,1	8,7
CV	(35,3)	(47,3)	(20,5)	(31,2)	(25,9)	(36,8)	(32,3)	(77,8)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	4	3	3
60 – 90	11,0	26,0	23,3	37,2	17,7	17,7	18,9	13,0
CV	(56,6)	(45,1)	(36,3)	(35,0)	(27,6)	(36,9)	(28,9)	(48,9)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	4	3	3
	ARCILLA (‰)							
0 – 30	41,3	34,0	23,8	31,2	42,7	25,8	31,4	13,0
CV	(12,7)	(42,4)	(27,0)	(32,0)	(23,6)	(26,6)	(33,7)	(51,3)
Nº Obs.	5	4	15	4	19	4	6	6
30 – 60	50,8	33,0	20,1	37,0	44,8	45,2	36,4	14,7
CV	(8,9)	(75,3)	(31,6)	(41,4)	(19,6)	(21,7)	(32,1)	(86,2)
Nº Obs.	5	3	6	3	16	4	5	5
60 – 90	39,8	33,4	20,3	32,4	49,3	36,5	35,5	15,2
CV	(36,2)	(88,6)	(39,9)	(50,6)	(14,8)	(19,2)	(40,5)	(82,7)
Nº Obs.	5	3	6	3	13	4	3	3

nerales amorfos, con gran capacidad de retención de agua. Se puede apreciar, además, que los contenidos de humedad a 1/3 y 15 atm de tensión, no muestran una tendencia definida dentro del perfil.

Los valores de humedad aprovechable promedio, expresados en altura de agua por 30 cm de suelo, se encuentran en un rango de 3 a 12 cm, aproximadamente. Los menores valores corresponden a los suelos aluviales de textura gruesa (H), en tanto que los derivados de roca metamórfica (B) presentan los valores más altos. Llama la atención que este último grupo presenta los máximos valores, pero se explicaría esta situación porque, además, tiene los mayores valores de densidad aparente, lo que influye notablemente en la transformación del porcentaje de agua base peso seco a porcentaje de agua base volumen.

Lo anterior explicaría, consecuentemente, que los suelos trumaos (C y D) muestren, en volumen o en altura de agua, valores de humedad aprovechable inferiores a los que presentan los metamórficos (B).

4. Estabilidad de agregados

En el Cuadro 4 se presentan los porcentajes de agregación, a la profundidad de 0 a 30 cm, para los diferentes grupos de suelos. De acuerdo a los datos disponibles, el porcentaje de estabilidad de agregados es bastante elevado en los suelos trumaos (C y D), lo que se explicaría, según Vidal y otros (1981), por el alto contenido de materia orgánica que poseen dichos suelos y por su particular material parental, abundante en sesquióxidos y materiales amorfos, que actuarían como cementantes de las partículas del suelo, opo-

CUADRO 2. Valores promedios y coeficientes de variación de densidad aparente, real y porosidad total

TABLE 2. Average values and variation coefficients for apparent, real, and total density of the soils under study

PROFUNDIDAD (cm)	GRUPOS DE SUELOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	DENSIDAD APARENTE (g/cc)							
0 — 30	1,76	1,53	0,94	0,76	1,42	1,59	1,48	1,40
CV	(16,3)	(16,6)	(20,2)	(19,1)	(11,1)	(16,2)	(11,0)	(10,7)
Nº Obs.	6	4	25	9	19	12	7	7
30 — 60	1,82	1,86	0,93	0,77	1,52	1,66	1,71	1,47
CV	(14,6)	(33,8)	(22,1)	(28,3)	(14,2)	(21,5)	(10,1)	(11,7)
Nº Obs.	5	3	23	9	17	11	6	6
60 — 90	1,87	1,86	1,04	0,80	1,57	1,80	1,67	1,44
CV	(11,0)	(33,4)	(23,2)	(25,7)	(14,6)	(15,7)	(9,0)	(13,8)
Nº Obs.	4	3	13	7	10	6	4	4
	DENSIDAD REAL (g/cc)							
0 — 30	2,60	2,54	2,23	2,23	2,54	2,32	2,32	2,66
CV	(3,8)	(3,9)	(11,9)	(10,4)	(5,1)	(3,9)	(8,6)	(6,1)
Nº Obs.	6	3	13	9	11	6	6	5
30 — 60	2,60	2,60	2,40	2,32	2,52	2,46	2,32	2,63
CV	(5,3)	(2,3)	(7,7)	(9,5)	(7,8)	(8,4)	(9,1)	(6,7)
Nº Obs.	4	2	11	8	11	4	5	4
60 — 90	2,60	2,62	2,43	2,50	2,58	2,48	2,35	2,60
CV	(6,1)	(4,3)	(18,1)	(3,4)	(5,8)	(9,9)	(9,7)	(8,4)
Nº Obs.	3	2	7	5	7	3	4	2
	POROSIDAD TOTAL (‰)							
0 — 30	32,31	39,76	57,85	65,92	44,09	31,76	36,21	47,37
30 — 60	30,00	28,46	67,25	66,81	39,68	32,52	26,29	44,11
60 — 90	28,08	29,01	57,20	68,00	39,15	27,42	28,94	44,62

niendo así una gran resistencia a las influencias desintegradoras del agua y manipulaciones mecánicas.

Los suelos graníticos (A), rojos arcillosos (E) y de posición baja (F) presentan los valores más bajos, pese a sus contenidos de arcilla relativamente altos. Cabe señalar que los suelos aluviales de textura gruesa (H) no se consideraron en el análisis precedente, por no disponer de datos.

5. Velocidades de infiltración instantánea, básica y acumulada

Las ecuaciones de velocidades de infiltración instantánea, acumulada y básica (a los 120 min) se muestran

en el Cuadro 5. Los mayores valores de estas evaluaciones se encuentran en los suelos aluviales de textura gruesa (H) y los derivados de cenizas volcánicas (C y D), lo que sería consecuencia de la gran cantidad de macroporos, en el primer caso, y la alta estabilidad de agregados y porosidad, en trumaos. Estas condiciones favorecen la rápida penetración y movimiento de agua a través del perfil. El resto de los suelos presentan valores relativamente bajos (aproximadamente 2 cm/hr de infiltración básica), lo que estaría indicando una predominancia de poros pequeños en el perfil, inducidos por altos niveles de arcilla, bajo tenor de materia orgánica y baja agregación de las partículas primarias.

CUADRO 3. Valores promedios y coeficientes de variación de retención de agua a 1/3 y 15 atmósferas de tensión y agua aprovechable

TABLE 3. Average values and variation coefficients for water retention at 1/3 and 15 atmospheres and available water of the soils under study

PROFUNDIDAD (cm)	GRUPOS DE SUELOS							
	A	B	C	D	E	F	G	H
	1/3 ATM (°/o b.p.s.*)							
0 - 30	21,8	42,1	51,2	66,2	32,6	27,7	32,8	14,4
CV	(18,6)	(31,6)	(19,9)	(10,3)	(16,0)	(21,5)	(25,3)	(57,0)
Nº Obs.	8	4	23	7	23	14	7	9
30 - 60	23,5	45,6	50,5	59,9	33,0	32,5	34,8	11,3
CV	(23,4)	(33,6)	(22,1)	(15,4)	(11,3)	(17,7)	(19,7)	(65,6)
Nº Obs.	7	3	21	6	22	13	7	8
60 - 90	23,3	44,8	41,8	56,4	33,7	34,6	31,6	11,7
CV	(29,3)	(38,7)	(39,1)	(14,4)	(15,2)	(21,0)	(28,3)	(77,9)
Nº Obs.	6	3	13	5	14	7	4	6
	15 ATM (°/o b.p.s.*)							
0 - 30	13,8	21,8	25,3	26,0	19,0	17,5	18,7	5,3
CV	(29,1)	(33,8)	(20,2)	(12,1)	(11,5)	(20,1)	(14,7)	(53,7)
Nº Obs.	4	4	18	6	16	8	13	5
30 - 60	15,0	23,0	26,7	32,4	22,3	22,5	16,0	4,4
CV	(29,8)	(48,6)	(30,0)	(9,0)	(13,7)	(16,8)	—	(32,8)
Nº Obs.	4	3	16	5	14	8	1	4
60 - 90	17,2	25,1	22,6	34,5	24,6	20,5	—	3,5
CV	(25,2)	(52,2)	(35,3)	(8,5)	(15,0)	(14,6)	—	(20,2)
Nº Obs.	3	3	8	4	8	4	0	2
	AGUA APROVECHABLE (cm)							
0 - 30	4,22	9,32	7,30	9,17	5,79	4,87	6,26	3,82
30 - 60	4,64	12,61	6,64	6,35	4,88	4,98	9,64	3,04
60 - 90	3,42	10,99	5,99	5,26	4,29	7,61	—	3,54

* base peso seco.

CUADRO 4. Valores promedio y coeficientes de variación de la estabilidad de agregados en los primeros 30 cm del suelo

TABLE 4. Average values and variation coefficients for stability of aggregates in the first 30 cm of the soils under study

Grupos de suelos	Agregación (°/o)	C.V.	Número observaciones
A	67,3	10,5	3
B	73,5	—	1
C	89,2	5,3	10
D	85,4	11,3	5
E	67,3	20,2	6
F	65,7	—	1
G	82,8	—	1
H	—	—	—

CUADRO 5. Velocidad de infiltración instantánea (V.I.I.), infiltración acumulada (I.A.) y velocidad de infiltración básica (V.I.B.) de los diferentes suelos estudiados

TABLE 5. Instantaneous infiltration velocity (V.I.I.), accumulated infiltration (I.A.), and basic infiltration velocity (V.I.B.) of the soils under study

Grupos de suelos	V.I.I. (cm/hr)	I.A. (cm)	V.I.B. (cm/hr)	Número observaciones
A	7,34 T-0,28	0,12 T0,72	1,92	4
B	—	—	—	—
C	39,32 T-0,42	1,13 T0,58	5,26	16
D	68,05 T-0,47	2,14 T0,53	7,17	1
E	28,15 T-0,49	0,92 T0,51	2,70	12
F	32,02 T-0,54	1,16 T0,46	2,41	9
G	35,96 T-0,63	1,62 T0,37	1,76	8
H	36,12 T-0,30	0,86 T0,70	8,59	6

RESUMEN

Se presenta una recopilación de mediciones de algunas propiedades físicas de los suelos de la provincia de Ñuble, VIII Región. Se consideraron ocho grupos de suelos basados en los estudios agrológicos de IREN (1964) y ODEPA (1968).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los suelos trumaos (grupos C y D) presentan las caracte-

terísticas físicas más beneficiosas, asociadas con la producción de cultivos. Los suelos aluviales de textura gruesa (grupo H) muestran las condiciones más desfavorables en su comportamiento hídrico, en tanto que los suelos derivados de roca granítica (grupo A) y de posición baja (grupo F) se destacan por sus altos valores de densidad aparente y baja infiltración. El resto de los suelos presentan condiciones físicas intermedias.

LITERATURA CITADA

- AGREEN A., C. 1967. Caracterización física de tres suelos de origen volcánico de la provincia de Ñuble, Chillán—Chile, U. de Concepción, Facultad de Agronomía. 91 p. (tesis mimeografiada).
- BERNIER V., R. 1966. Características hídricas de ocho suelos de la provincia de Ñuble, Chillán—Chile, U. de Concepción, Facultad de Agronomía, 120 p. (tesis mimeografiada).
- CARRASCO M., A.F. 1970. Determinación de superficie específica total y su relación con las características físicas y químicas y la composición mineralógica de cuatro suelos de la provincia de Ñuble. Chillán—Chile, U. de Concepción, Facultad de Agronomía. 117 p. (tesis mimeografiada).
- CHILE, INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES (IREN). 1964. Suelos. Descripciones proyecto aerofotogramétrico. Santiago, Chile, OEA, BID (Publicación N° 2).
- CHILE, OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA (ODEPA). 1968. Plan de desarrollo agropecuario 1965—1980. Unidades de uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, ODEPA.
- ESPINOZA G., W. 1963. Estudio de la dispersión con suelos de Ñuble. Chillán—Chile. U. de Concepción, Departamento de Suelos (Boletín técnico). 193 p.
- ETCHEVERS, J. y FARIAS, A. 1979. Características químicas de los principales suelos cultivados de Ñuble. Agricultura Técnica (Chile) 39(2): 29—34.
- FARIAS S., A. 1977. Características físicas y químicas de suelos del proyecto de riego Diguillín. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 85 p. (tesis mimeografiada).
- GARCIA R., R. 1977. Efecto de la cubierta vegetal sobre las propiedades físico-químicas de los suelos Collipulli. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 75 p. (tesis mimeografiada).
- HARO L., F. 1971. Dinámica de un suelo forestal en relación a la cubierta vegetal. Estudio exploratorio. Chillán—Chile. U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 90 p. (tesis mimeografiada).
- LARRAÑAGA E., P. 1978. Guía de riego para la provincia de Ñuble. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 55 p. (tesis mimeografiada).
- MILLAR B., A.A. 1966. Influencia de algunos cultivos sobre la velocidad de infiltración y la estabilidad de los agregados del suelo. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 106 p. (tesis mimeografiada).
- MOLINA S., G. 1965. Humedad aprovechable de los suelos remolacheros de la provincia de Ñuble. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 138 p. (tesis mimeografiada).
- PEÑA L., S. 1974. Variación de las propiedades físicas y químicas del suelo serie Arenales en relación a su cubierta vegetal. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 94 p. (tesis mimeografiada).
- PEREIRA M., N.F. 1971. Caracterización física de los suelos del área de regadío del embalse Coihueco. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 111 p. (tesis mimeografiada).
- QUEZADA V., J. 1978. Guía de riego para el área Digua (Parral). Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 70 p. (tesis mimeografiada).
- RUZ, E., GARCIA—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.
- CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, DIVISION DE CONSERVACION DE RECURSOS NATURALES (SAG/DICOREN). 1971. Estudio agrológico del área Diguillín.

- Ilín. SAG/DICOREN/MINISTERIO DE AGRICULTURA. Depto. de Agrología 58 p.
- SALGADO Y., J. 1960. Estudio sobre métodos y medidas de la humedad aprovechable de las plantas en diferentes texturas de suelos. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 135 p. (tesis mimeografiada).
- TORRES V., C. 1966. Algunas características físicas de dos suelos trumaos. Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 104 p. (tesis mimeografiada).
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCION / MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1965a. Proyecto N° 2. Estudio de clasificación de suelos para regadío en los embalses Diguillín y La Punilla en la provincia de Ñuble. I Parte. Area Diguillín, Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 65 p.
- UNIVERSIDAD DE CONCEPCION / MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1965b. Estudio de clasificación de suelos para regadío en los embalses Diguillín y La Punilla en la provincia de Ñuble. II Parte. Area de La Punilla, Chillán—Chile, U. de Concepción, Escuela de Agronomía. 69 p.
- VIDAL P., I.; FERNANDEZ M., B. y DUARTE S.M., N. 1981. Influencia de cuatro métodos de labranza sobre la velocidad de infiltración y estabilidad de los agregados del suelo. Agricultura Técnica (Chile) 41(2): 83—88.