

## SUELOS DE LA PLANTA PILOTO DE DRENAJE DEL INTA SANTIAGO DEL ESTERO

*The soils of the INTA-Santiago del Estero drainage pilot plant*

F.A. Galizzi<sup>1</sup>, C. Angueira<sup>2</sup>, D. Prieto<sup>2</sup>

Recibido en marzo de 1997; aceptado en agosto de 1998

### RESUMEN

Se analizaron 2 perfiles de suelos ubicados en el Campo Anexo San Isidro del INTA Santiago del Estero con el objeto de caracterizar sus propiedades físicas y químicas.

Los suelos descriptos se desarrollaron a partir de limos loessoides y han dado origen a perfiles poco evolucionados con una secuencia de horizontes A-AC-C. El horizonte A es de un espesor aproximado a 30 cm y tiene un bajo contenido de materia orgánica que disminuye con la profundidad. La composición granulométrica es muy uniforme en todos los suelos, predominando ampliamente el limo (rango 480 - 580 g.kg<sup>-1</sup>) siendo de textura franco limoso. La CIC varió desde 16 hasta 20 cmol.kg<sup>-1</sup> en sus valores extremos, donde el Ca es el catión preferentemente adsorbido.

Son suelos salino-sódicos de reacción moderadamente alcalina. Las sales principales son sulfato de sodio y cloruro de sodio. El sodio representa más del 60% de los cationes solubles totales. El grado de salinización es muy variable, y en el perfil de mayor contenido de sales se observaron hifas salinas depositadas en los primeros 30 cm de profundidad. En todos los suelos, la máxima acumulación de sales se presenta en el horizonte superficial. El calcio soluble, considerando todo el perfil, equivale a una tonelada de yeso por hectárea en el perfil mientras que para el perfil 2 representan 3 toneladas. Los suelos tienen reservas de calcio en forma de carbonatos y sulfatos, por lo cual el pH no es muy alcalino y la recuperación de los mismos sería posible mediante lavados únicamente, sin necesidad de usar enmiendas químicas.

**Palabras clave:** propiedades físicas y químicas de suelos, salinidad, sodicidad, suelos loésicos

### ABSTRACT

Two soils were taken from a plot in San Isidro (INTA, Santiago del Estero) to be analyzed according to their physical and chemical properties.

It was found that these soils were formed from loessical silt with scarce development being their profiles characterized by A-AC-C horizons. The A horizon has a thickness of 30 cm being its content of organic matter is low, though it decreases according to the soil depth. Since the soils show a uniform granulometric composition in which silt is the most predominant component, they are classified as silty loam. The cationic exchange capacity (CEC) ranged from 16 to 20 cmol.kg<sup>-1</sup> with Ca as the most common cation adsorbed. Chemically these soils are saline-sodic with a moderate alkaline reaction without free carbonates in the soil solution being predominant sodium sulphate and sodium chloride. Sodium represents more than 60% of the total soluble cations. The salt content is not steady but those soils of greater salinity show the presence of salt efflorescences deposited in the upper 30 cm of soil. It was observed that all the soil profiles store the greatest saline content in their surfaces. Soluble calcium equivalent to 1 ton in the profil 1 and to 3 ton in the profil 2. Because of the presence of calcium carbonate and calcium sulphate the pH is not too alkaline and consequently soil reclamation could be made through leaching without chemical amendments.

**Keys words:** physical and chemical soil properties, salinity, sodicity, loessical soils.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912, 4200 Santiago del Estero, Argentina.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - Santiago del Estero. Jujuy 850, 4200 Santiago del Estero, Argentina.

## 1. INTRODUCCIÓN

La recuperación de suelos salinizados y/o sodificados es una necesidad urgente para importantes zonas dentro del Área de Riego del Proyecto Río Dulce (P.R.D.) en la Provincia de Santiago del Estero. Sólo en la zona IV del P.R.D., aproximadamente el 33 % de sus 35.000 hectáreas corresponden a tierras salinizadas que necesitan la incorporación de yeso y la eliminación del exceso de sales de la zona de actividad radicular de los cultivos (Nijensohn et al., 1972).

En toda el Área del Proyecto Río Dulce, el proceso de afección por sales está en constante aumento, lo cual implica que se vayan abandonando aquellas tierras muy salinizadas en las que los cultivos no son ya económicamente rentables, ni aún el algodón que es una especie muy tolerante a las sales (Ayers y Wescott, 1985) y constituye un cultivo muy difundido en esta zona de riego.

Las técnicas de lavado, con enmiendas químicas o sin ellas, están bien estudiadas para la rehabilitación de suelos salinizados, pero para cada caso en particular o bien para generalizar recomendaciones para una zona determinada, es necesario caracterizar muy bien el suelo para indicar el tratamiento técnico más conveniente.

Con este fin, en el campo anexo San Isidro del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) - Santiago del Estero, se ha instalado una Planta Piloto de Drenaje y Recuperación de Suelos Salinos con la finalidad de generar información básica para el área del P.R.D. El objetivo de este trabajo fue caracterizar los suelos de la Planta Piloto de Drenaje, que comprende los lotes 6 y 8, con el propósito de conocer sus propiedades químicas y físicas más importantes.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El campo anexo San Isidro de la Estación Experimental del INTA - Santiago del Estero está próximo a la localidad de Santa María, en el Departamento Capital, a unos 20 km de la ciudad de Santiago del Estero. Pertenece a la zona IV de riego del Proyecto Río Dulce.

El área se ubica dentro del Chaco Sudamericano y pertenece a la Región Natural denominada Chaco Semiárido (Vargas Gil y Varano, 1988). El clima es semiárido con una precipitación media anual de 554 mm y una temperatura media anual de 20,8° C (Boletta, 1988).

Para el estudio se seleccionaron 2 perfiles, localizados en los lotes 6 y 8, lugares donde se ubicaron los drenes enterrados de la Planta Piloto de Drenaje y Recuperación de Suelos Salino (Lozano Cruzado, 1982). La unidad geomorfológica a la que corresponden se define como Piedemonte distal de las Sierras Subandinas Pampeanas en transición hacia el Valle Fluvial del Dulce.

Los suelos se describieron siguiendo las normas dadas por Etchevehere (1976) y se clasificaron de acuerdo con Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975). En cada perfil se muestrearon separadamente todos los horizontes reconocidos y las muestras así obtenidas se llevaron al laboratorio para su análisis. Cada muestra fue secada al aire, molida y tamizada por malla de 2 mm. Siguiendo la metodología descrita por Richards (1954) y Black (1965), se realizaron las siguientes determinaciones analíticas:

- Composición granulométrica: por el método de Bouyoucos (1962). La muestra fue previamente desalinizada por el filtrado al vacío y se la dispersó con hexametáfosfato de sodio al 5 % (pH = 8,5). Las fracciones limo (0,050 - 0,002 mm) y arcilla (menor a 0,002 mm) se determinaron por sedimentación, mientras que la arena (2 - 0,050 mm) se estimó por diferencia. Se expresan en  $\text{g.kg}^{-1}$ .
- Clase textural: se utilizó el Sistema Norteamericano de clasificación de la textura.
- Carbono orgánico: se lo determinó por el método de la combustión húmeda de Walkley - Black. Los resultados se transformaron a materia orgánica multiplicando el contenido de carbono orgánico por el factor 1,72. Las muestras fueron previamente tamizadas por malla de 0,25 mm. Se expresa en  $\text{g.kg}^{-1}$ .
- Reacción del suelo: midiendo potenciométricamente el pH en una suspensión suelo-agua de relación 1 : 2,5.
- Capacidad de Intercambio Catiónica: por el método de Bower. Se lavaron 4 g de suelo con porciones de 33 ml de acetato de sodio  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  (pH = 8,2). Se agitó durante 15 minutos y se centrifugó. Se eliminó el líquido sobrenadante. Se repitió esta operación tres veces. Luego se lavó el suelo con porciones de 33 ml alcohol etílico (96°) hasta que la CE del alcohol fuera menor a  $0,04 \text{ dS.m}^{-1}$ . Finalmente se desplazó el sodio adsorbido mediante 3 lavados con porciones de 33 ml de acetato de amonio  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  (pH = 7,0) y se recogió el líquido sobrenadante en un matraz aforado de 100 ml, que se enrasó con agua destilada. En el extracto obtenido se determinó sodio por fotometría de llama. Se expresa en  $\text{cmol.kg}^{-1}$  de suelo.
- Cationes intercambiables: 2 g de suelo se agitaron con 20 ml de acetato de amonio  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  (pH = 7,0), se centrifugó y se separó el decantado. En el extracto se determinaron  $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$  totales por fotometría de llama.  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  se extrajeron con acetato de sodio  $1 \text{ mol.l}^{-1}$  (pH = 8,2) en una relación suelo a extractante idéntica a la anterior. En el extracto se determinó  $\text{Ca}^{2+}$  total por valoración con EDTA empleando Murexida como indicador.  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  totales se determinaron por valoración de una alícuota con EDTA y se utilizó Negro de Eriocromo T como indicador. Los cationes se expresan en  $\text{cmol.kg}^{-1}$  de suelo. Los cationes intercambiables se calcularon como la diferencia entre los valores totales y los solubles determinados en el extracto de saturación.
- Carbonato de calcio equivalente: se trató una muestra de suelo con 20 ml de HCl ( $0,45 \text{ mol.l}^{-1}$ ) y se la hizo reaccionar durante 30 minutos aproximadamente. Se calentó en una plancha caliente y se filtró. En el filtrado se tituló el exceso de ácido con hidróxido de sodio ( $0,3 \text{ mol.l}^{-1}$ ). El resultado se expresa en  $\text{g.kg}^{-1}$  de suelo.
- Porcentaje de saturación: por gravimetría. Se tomó una muestra de la pasta saturada y se secó en estufa a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 24 horas. Se expresa en  $\text{g.kg}^{-1}$  de suelo.
- Conductividad eléctrica: midiéndola con un termoconductivímetro en el extracto de saturación del suelo. Se expresa en  $\text{dS.m}^{-1}$ .

- Cationes solubles: se determinaron  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . Se expresa en  $\text{mmol.l}^{-1}$ .
  - $\text{Na}^+$  y  $\text{K}^+$ : por fotometría de llama.
  - $\text{Ca}^{2+}$  +  $\text{Mg}^{2+}$ : por volumetría con EDTA. A la alícuota se le agregaron 2 mililitros de solución buffer (amoníaco más cloruro de amonio) empleando Negro de Eriocromo T como indicador.
  - $\text{Ca}^{2+}$  solo: por volumetría con EDTA. Se agregaron gotas de NaOH 10 % y se empleó Murexida como indicador.
- Aniones solubles: se determinaron Cl<sup>-</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Se expresa en  $\text{mmol.l}^{-1}$ .
  - Cl<sup>-</sup>: por volumetría con AgNO<sub>3</sub> empleando cromato de potasio como indicador.
  - HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>: por titulación con ácido sulfúrico 0.005 mol.l<sup>-1</sup> empleando Heliantina como indicador.
  - SO<sub>4</sub><sup>-</sup>: se estimó como la diferencia entre la suma de los cationes totales y la suma de los iones cloruros más el bicarbonato.
  - CO<sub>3</sub><sup>-</sup>: no hubo.
- PSI: Porcentaje de Sodio Intercambiable. Se lo calculó a través de la relación entre el sodio adsorbido ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ) y la CIC ( $\text{cmol.kg}^{-1}$ ). Se expresa en porcentaje.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra las características externas de los lotes estudiados. En las tablas 2 y 3 se presentan las descripciones morfológicas de los dos perfiles, mientras que sus propiedades físicas y químicas pueden verse en las Tablas 4 y 5.

**Tabla 1** Características externas del área en estudio

<b>Relieve:</b>	subnormal
<b>Pendiente:</b>	grado 1 (0 - 1 %)
<b>Escurrimiento:</b>	grado 3 (medio)
<b>Permeabilidad:</b>	grado 4 (moderada)
<b>Erosión:</b>	grado 0 (nula)
<b>Drenaje:</b>	grado 5 (imperfectamente drenado)
<b>Distribución de la humedad:</b>	no uniforme
<b>Profundidad de la capa freática:</b>	profunda (entre 3 - 5 metros)
<b>Sales y álcalis:</b>	presentes
<b>Rocidad:</b>	no hay
<b>Uso de la tierra:</b>	agrícola - ganadero

Los suelos del área se caracterizan por haberse desarrollado a partir de sedimentos depositados por el viento (limos loéssicos) retrabajados por el Río Dulce. En los mismos predomina el limo y la clase textural dominante es la franco Imosa. La arcilla es la fracción granulométrica que se encuentra en menor cantidad. Según Nijensohn (1971) y Galizzi (1992), la illita es el mineral aluminosilicatado que predomina en la fracción textural menor a 0,002 mm. El porcentaje de saturación varió entre 410 - 300  $\text{g.kg}^{-1}$ , siendo mayor en el horizonte A y menor en los horizontes profundos, lo cual está asociado con los más altos contenidos de materia orgánica y de arcilla. Son suelos poco evolucionados con secuencia de horizontes A-AC-C y no hay gran diferenciación en el perfil .

**Tabla 2** Descripción morfológica del perfil

**Perfil N° 1:** Torriortente ústico, limoso fino, mixto, hipertérmico  
**Localización:** Lote 6  
**Vegetación:** tapiz cespitoso de grama (*Cynodon dactylon*) con matas aisladas de chilca (*Tessaria absinthoides*)  
**Material Originario:** limos loessoides

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A	0 - 26	Pardo (7,5YR 5/3) en seco, pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco limoso; masivo; pocas raíces finas y muy finas, duro (en seco) y muy firme (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl, pocas concreciones de calcáreo de 1 mm de diámetro; seco; límite claro y plano.
AC	26 - 54	Pardo (7,5YR 5/4) en seco, pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco limoso; masivo; escasas raíces finas y muy finas; duro (en seco) y friable (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl; frecuentes concreciones medias de calcáreo; seco; límite claro y suave.
C <sub>1</sub>	54 - 89	Gris rosado a rosado (7,5YR 7/3) en seco, pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3) en húmedo; franco; bloques subangulares medios y moderados; escasas raíces finas y muy finas; ligeramente duro (en seco) y friable (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl; frecuentes concreciones medias y finas de calcáreo; fresco; límite suave y gradual.
C <sub>2</sub>	89 - 132	Pardo claro a gris rosado (7,5YR 6/3) en seco, pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; bloques subangulares medios y débiles; escasas raíces finas y muy finas; ligeramente duro (en seco) y friable (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl; frecuentes concreciones medias a grandes de calcáreo; nódulos medios frecuentes; húmedo; límite suave y abrupto.
C <sub>3m</sub>	132 - 154 +	Gris rosado a rosado (7,5YR 7/3) en seco, pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; horizonte con nódulos grandes en forma de bloques muy abundantes, disposición laminar; escasas raíces finas; muy duro (en seco) y muy firme (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; fuerte reacción al HCl; concreciones calcáreas medias a grandes muy abundantes; húmedo.

Son perfiles muy uniformes y no tienen grandes diferencias texturales entre sí. El horizonte superficial es de aproximadamente 30 centímetros de espesor, con bajo contenido de materia orgánica. Ésta disminuye regularmente con la profundidad. El horizonte A está muy consolidado en los lotes no laboreados y es blando en los sectores laboreados.

Los suelos se clasificaron como Torriortentes ústicos. La presencia de carbonatos alcalino – térreos, tanto en la masa como en concreciones, es un rasgo característico común.

La presencia de nódulos cementados en profundidad (posiblemente cementados por carbonatos y sílice) constituye otro rasgo destacable en todos los puntos analizados. Estos nódulos se encontraron en los horizontes C entre 80 y 140 centímetros aproximadamente, y a mayor profundidad, según el perfil. En el caso del perfil 1, se encuentran en tal cantidad que han dado origen a un horizonte cementado C<sub>3m</sub> que coincide con el pico de acumulación de calcáreo, mientras que en los demás perfiles su frecuencia no ha originado una capa continua tan evidente, si bien se detectaron áreas endurecidas constituidas por dichos nódulos. Éstos son, probablemente, de origen pedogenético y pueden constituir una limitación al movimiento vertical del agua de riego.

**Tabla 3** Descripción morfológica del perfil

<b>Perfil N° 2:</b>	Torriortente ústico, limoso fino, mixto, hipertérmico en fase salina
<b>Localización:</b>	Lote 8
<b>Vegetación:</b>	ausente
<b>Material Original:</b>	limos loessoides

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 - 39	Pardo (7,5YR 5/3) en seco, pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares medios y moderados; abundantes raíces finas y muy finas, duro (en seco) y firme (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl; hifas salinas muy abundantes y finas; fresco; límite abrupto y suave.
AC	39 - 61	Pardo (7,5YR 5/4) en seco, pardo oscuro (7,5YR 4/3) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares medios a pequeños débiles; escasas raíces finas; ligeramente duro (en seco) y firme (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl; fresco; límite difuso y suave.
C <sub>1</sub>	61 - 109	Gris rosado a rosado (7,5YR 7/3) en seco, pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/3) en húmedo; franco; bloques subangulares medios a pequeños y débiles; escasas raíces finas y muy finas; ligeramente duro (en seco) y friable (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; reacción media al HCl en toda la masa del suelo; escasos nódulos medios a pequeños; húmedo; límite abrupto y suave.
C <sub>2</sub>	109 - 130	Gris rosado a pardo claro (7,5YR 6/3) en seco, pardo oscuro a pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco; masivo; muy escasas raíces finas y muy finas; ligeramente duro (en seco) y friable (en húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; fuerte reacción al HCl; frecuentes concreciones medianas de calcáreo; nódulos medios más frecuentes que en el horizonte anterior; húmedo

Son suelos salino - sódicos de reacción ligeramente alcalina. La mayor acumulación de sales se presenta en la parte superior del perfil y disminuye con la profundidad, lo cual señala un proceso de salinización debido al ascenso capilar del agua freática. El grado de salinización es variable, siendo mayor en el perfil ubicado en el lote 8 (Tabla 5), comparado con aquél situado en el lote 6 (Tabla 4). La salinización se caracteriza por la acumulación de sales neutras de sodio (cloruro y sulfato de sodio). Se observó la presencia de abundantes hifas salinas depositadas en la fase sólida del suelo (sulfato de sodio), tanto en superficie (horizonte A) como en los horizontes AC y hasta en el C, lo cual indica la magnitud del proceso de salinización de las capas superiores del perfil del suelo.

El sodio representa más del 60 % de los cationes solubles totales y más del 15 % de los cationes adsorbidos. En el complejo de intercambio, Ca<sup>+2</sup> es el catión dominante. En el perfil 1 el

calcio de la solución del suelo, expresado como yeso soluble, equivale a 4,7 t/ha para todo la profundidad analizada, siendo 1,5 t/ha su contenido en el primer horizonte, mientras que el perfil 2 tiene una mayor cantidad de yeso soluble ya que posee 11,6 t/ha para todo el perfil y 4 t/ha en el primer horizonte. Estas cantidades indicarían que hay buenas reservas de calcio en la solución del suelo y posiblemente de yeso en la fase sólida del suelo, los que podrían ser fuentes de iones calcio para reemplazar al sodio durante la recuperación de estos suelos mediante el lavado de las sales solubles y contribuirían a que las arcillas permanezcan floculadas al mantener el PSI actual o podrían reducirlo de modo tal que no sería necesaria la utilización de una enmienda cálcica para la recuperación de estos suelos salinos - sódicos.

**Tabla 4** Datos analíticos correspondientes al Perfil N° 1 (lote 6)

Horizonte	A	AC	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3m</sub>	
Profundidad (cm)	0-26	26-54	54-89	89-132	132-154	
Arena (g.kg <sup>-1</sup> )	238,00	240,00	263,00	318,00	250,00	
Limo (g.kg <sup>-1</sup> )	532,00	580,00	565,00	481,00	575,00	
Arcilla (g.kg <sup>-1</sup> )	230,00	180,00	172,00	200,00	175,00	
Clase textural	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso	Franco	Franco limoso	
Materia Orgánica (g.kg <sup>-1</sup> )	12,00	5,00	3,00	2,00	1,00	
Calcáreo (g.kg <sup>-1</sup> )	43,00	27,00	32,00	54,00	76,00	
pH (rel 1: 2,5)	8,20	8,30	8,60	8,50	8,50	
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	13,00	7,60	2,10	3,40	4,70	
Porc. de saturación (g.kg <sup>-1</sup> )	410,00	340,00	330,00	320,00	310,00	
Aniones solubles (mmol.l <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup>	61,60	32,20	5,80	7,70	7,70
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	216,60	113,60	23,40	54,40	83,60
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,80	4,00	4,00	4,20	5,50
	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	-	-	-
Cationes solubles (mmol.l <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	137,50	71,00	16,50	27,50	35,50
	K <sup>+</sup>	7,20	3,20	0,80	2,10	1,60
	Ca <sup>2+</sup>	27,40	22,00	5,20	13,20	24,20
	Mg <sup>2+</sup>	30,60	15,80	3,20	5,80	11,60
CIC (cmol.kg <sup>-1</sup> )	18,70	18,40	17,80	20,00	18,40	
Cat. Int. (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	4,40	3,60	2,60	2,40	1,80
	K <sup>+</sup>	2,60	2,20	1,60	1,80	1,80
	Ca <sup>2+</sup>	9,90	9,70	10,50	12,70	11,80
	Mg <sup>2+</sup>	3,80	2,90	3,10	3,10	3,00
PSI	23,00	19,00	15,00	12,00	10,00	

**Tabla 5** Datos analíticos correspondientes al Perfil N° 2 (lote 8)

Horizonte	Ap	AC	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Profundidad (cm)	0-39	39-61	61-109	109-130+	
Arena (g.kg <sup>-1</sup> )	263,00	238,00	293,00	318,00	
Limo (g.kg <sup>-1</sup> )	547,00	585,00	540,00	522,00	
Arcilla (g.kg <sup>-1</sup> )	190,00	177,00	167,00	160,00	
Clase textural	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso	Franco limoso	
Materia Orgánica (g.kg <sup>-1</sup> )	10,00	6,00	3,00	2,00	
Calcáreo (g.kg <sup>-1</sup> )	32,00	41,00	51,00	75,00	
PH (rel 1: 2,5)	8,30	8,50	8,70	8,50	
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	25,80	21,10	16,90	16,30	
Porc. de saturación (g.kg <sup>-1</sup> )	380,00	330,00	310,00	300,00	
Aniones solubles (mmol.l <sup>-1</sup> )	Cl <sup>-</sup>	111,70	111,70	84,70	73,20
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	406,40	308,80	295,80	297,40
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	5,30	3,10	2,90	3,30
	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	-	-
Cationes solubles (mmol.l <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	262,50	212,50	175,00	170,00
	K <sup>+</sup>	5,00	4,00	2,50	2,50
	Ca <sup>2+</sup>	55,00	44,00	55,00	55,00
	Mg <sup>2+</sup>	50,40	61,40	61,00	50,40
Cat. Int. (cmol.kg <sup>-1</sup> )	17,70	16,50	16,80	16,80	
Cat. Int. (cmol.kg <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup>	5,60	5,70	4,30	4,00
	K <sup>+</sup>	2,00	0,80	0,80	1,70
	Ca <sup>2+</sup>	7,60	7,30	9,00	8,70
	Mg <sup>2+</sup>	2,50	2,70	2,70	2,40
PSI	32,00	34,00	25,00	24,00	

#### 4. CONCLUSIONES

Los suelos de la Planta Piloto de Drenaje y Recuperación de Suelos Salinos se caracterizan por la gran homogeneidad en la composición granulométrica, con presencia de nódulos endurecidos por calcáreo. Hay evidencias de procesos de acumulación de materia orgánica, carbonatización, salinización y sodificación. El grado de salinización es variable, lo mismo que la sodificación del complejo de intercambio. Para planificar la recuperación de este lote se sugiere muestrear más intensamente los lotes e investigar la presencia de yeso para evaluar la necesidad de aplicar o no enmienda química antes de proceder al lavado de los perfiles. La aparición de una capa endurecida en el horizonte C del suelo puede constituir una restricción al normal movimiento del agua en el perfil y servir de hidroapoyo para dar origen a capas freáticas temporariamente suspendidas.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Profesora María L. S. de Villavicencio (FAA - UNSE) por redactar el abstract.

El trabajo fue realizado dentro del plan de trabajo del INTA-Santiago del Estero PAN 041 “Desarrollo de un Sistema de Alarma de Riego para la Zona de Riego del Río Dulce”.

## REFERENCIAS

- Ayers, R. S. and D.W. Wescott. 1985. Water quality for irrigation. FAO Irrigation and Drainage Paper 29, First Revision. FAO, Roma.
- Black, C.A. (Ed.). 1965. Methods of soil analysis, 2<sup>nd</sup> part. Chemical and microbiological properties. Agronomy 9. American Society of Soil Science, Madison, Wisconsin, USA. 1572 páginas.
- Boletta, P.E. 1988. Clima. Páginas 7 - 21. en R.R. Casas (Coord.) Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña Semiárida. Red de Cooperación Técnica en Uso de los Recursos Naturales de la Región Chaqueña Semiárida de Argentina - Bolivia - Paraguay. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. 308 páginas.
- Bouyoucos, G.W. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. Agronomy Journal 54: 464-465.
- Etchevehere, P. H. 1976. Normas de Reconocimiento de Suelos. INTA, Departamento de suelos, Publicación N° 152. 211 páginas.
- Galizzi, F.A. 1992. Informe final de la Beca de Perfeccionamiento. CONICET. Inédito. 20 páginas.
- Lozano Cruzado, A. 1982. Planta Piloto de Drenaje. Diseño. EEA INTA-La Banda. Publicación interna. 42 páginas.
- Nijensohn, L.; R.H. Soria; A. Piotti; F. H. Guimard y P. Guillén. 1972. Recuperación de suelos salinos - sódicos sin reservas de calcio movilizables en el Proyecto Río Dulce, Provincia de Santiago del Estero, República Argentina, Informe interno C.R.D. Mimeografiado.
- Nijensohn, L. 1971. Informe final del experto en suelos. Proyecto Río Dulce, Provincia de Santiago del Estero, República Argentina, Informe interno C.R.D. Mimeografiado.
- Richards, L.A.(Ed.). 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. Agriculture Handbook No. 60, U.S. Department of Agriculture, Washington, USA. 160 páginas.
- Soil Survey Staff (Ed.). 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook No. 436, U.S. Department of Agriculture, Washington, USA. 754 páginas.
- Vargas Gil, J.R. y A. E. Varano. 1988. Suelos y Vegetación. Páginas 22 - 31. en R.R. Casas (Coord.) Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña Semiárida. Red de Cooperación Técnica en Uso de los Recursos Naturales de la Región Chaqueña Semiárida de Argentina - Bolivia - Paraguay. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 308 páginas.

