



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Departamento de Agronomía

Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas

**Estudio comparativo de dos suelos pertenecientes al predio Napostá,
U.N.S**

Buss, Claudia Verónica

Villalba, Nerea Gisela

Bahía Blanca, Argentina

Año 2022

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. Características del área de estudio.....	5
2.1. Ubicación del área de estudio.....	5
2.2. Características climáticas.	7
2.3. Caracterización edáfica.	7
2.4. Vegetación.....	8
.....	9
.....	9
.....	9
.....	9
.....	9
2.5. Antecedentes de los lotes en los que evolucionan los suelos estudiados.	10
3. Materiales y métodos.	10
3.1. Trabajo de campo.....	10
3.2. Trabajo de laboratorio.....	10
3.2.1. Determinaciones físicas.	10
3.2.2. Determinaciones químicas.	12
3.2.3. Determinación de la actividad biológica del suelo.....	14
4. Resultados.	16
4.1. Suelo 1.....	16
4.1.1. Factores de sitio y características morfológicas.....	16
Tabla 2. Propiedades físicas - Suelo 1.....	19
Tabla 4. Retención Hídrica - Suelo 1.	21
Tabla 5. Distribución del tamaño de los poros - Suelo 1.....	22
Tabla 6. Propiedades Químicas - Suelo 1.....	23
Tabla 7. Composición de sales solubles - Suelo 1.....	24
Tabla 8: Fertilidad química.	25
Tabla 9: Actividad biológica:	25
4.1.2. Interpretación de resultados.....	26
4.1.3. Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survery Staff-2014).....	27
4.2. Suelo 2.....	29
4.2.1. Factores de sitio y características morfológicas.....	29

Tabla 9: Propiedades Físicas –Suelo 2.....	32
Tabla 10 Estabilidad estructural - Suelo 2.....	33
Tabla 11. Retención hídrica- Suelo 2.	34
Tabla 12. Distribución del tamaño de poros - Suelo 2.....	35
Tabla 13. Propiedades Químicas - Suelo 2.....	36
Tabla 14. Composición de sales solubles - Suelo 2.....	37
Tabla 15: Fertilidad química.	38
Tabla 16: Actividad biológica.	38
4.2.2. Interpretación de resultados.....	39
4.2.3. Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff-USDA-NRC-1999).....	40
5. Calidad de aguas.	41
5.1. Clasificación de la calidad del agua.....	42
6. Conclusiones	43
7. Bibliografía.....	44



1. INTRODUCCIÓN

Bahía Blanca es una ciudad situada estratégicamente al sur de la provincia de Buenos Aires, en la transición entre las regiones pampeana y patagónica. Su puerto comercial de aguas profundas la convierte en el segundo centro urbano más importante sobre el mar argentino. Es la ciudad cabecera del partido homónimo y se ha consolidado como uno de los centros comerciales, culturales y educativos más importante del país. Constituye además un destacado nudo de transportes y comunicaciones entre los flujos económicos del sur oeste de la provincia de Buenos Aires y del valle del Río Negro. El centro urbano propiamente dicho se emplaza a casi 10 km del mar. Se destaca en las cercanías el puerto de Ingeniero White por constituir la salida natural de la producción de la región pampeana sur, importante cuenca agroexportadora de Argentina. La presencia en la ciudad de centros académicos de sólido prestigio en los niveles universitarios y terciarios garantiza la formación de recursos humanos altamente cualificados. Entre ellos se destaca por su importancia la Universidad Nacional del Sur (UNS). Esta, creada el 5 de enero de 1956, adoptó como estructura académica la constitución de Departamentos que agrupan disciplinas afines entre ellos, el Departamento de Agronomía que dicta en la actualidad cuatro carreras.

Para el desarrollo de las actividades prácticas de campo de las distintas asignaturas, el Departamento de Agronomía cuenta con establecimientos rurales, uno de los cuales, el “Campo Napostá”, se ubica en cercanías de la ciudad. El trabajo desarrollado, tuvo como objetivo caracterizar dos suelos del predio Napostá que están ubicados en diferentes posiciones topográficas dentro de una geoforma de ladera.

2. Características del área de estudio.

2.1. Ubicación del área de estudio.

El campo Napostá se encuentra localizado en el kilómetro 35 de la Ruta Nacional Nº 33, partido de Bahía Blanca (Fig. 1). Desde el punto de vista geomorfológico

se inserta en la porción media de la llanura Subventánica Occidental. La ubicación de los suelos estudiados se ilustra en la Fig. 2.

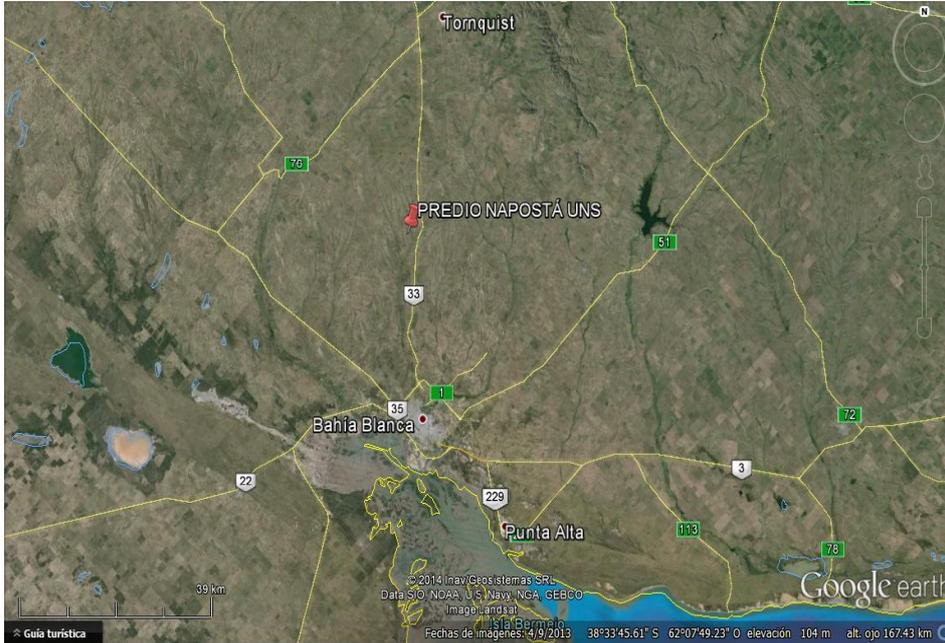


Figura 1: Ubicación del campo en el visualizador de Google Earth.

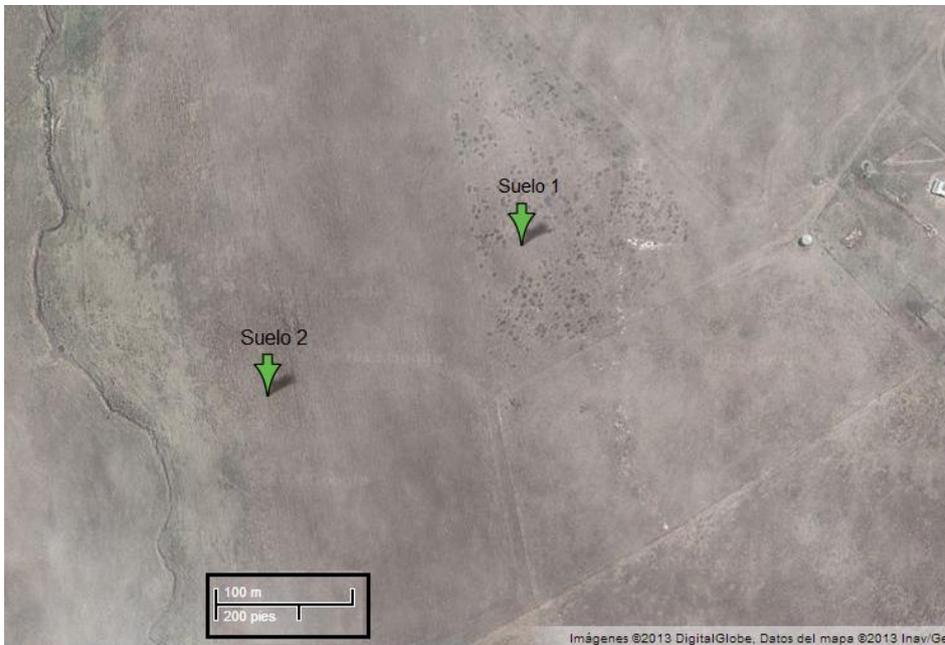


Figura 2: Detalle de la ubicación de los suelos estudiados dentro del lote.

2.2. Características climáticas.

Según Mormeneo (2011), el clima de la región es templado con una temperatura media anual de 15 °C, siendo la temperatura del mes más cálido de 23.2 °C (enero) y del mes más frío de 7.5 °C (julio). El número medio de días con heladas es de 35, siendo junio, julio y agosto los meses con mayor frecuencia. Las heladas de otoño y primavera son las que manifiestan un mayor índice de peligro desde el punto de vista agronómico. El período libre de heladas abarca los meses de verano (diciembre, enero y febrero).

La precipitación media anual para la ciudad de Bahía Blanca, próxima al área de estudio es de 584.6 mm (periodo 1896-2000), siendo el invierno, la estación más seca del año. La ocurrencia de las precipitaciones no sólo se ve influenciada por la variabilidad característica de la región, impuesta por el movimiento propio de las masas de aire, sino que también influyen fenómenos meteorológicos a escala global que contribuyen a las fluctuaciones. Los vientos predominantes son del cuadrante Norte y Noroeste, siendo la velocidad media anual de 24 km/h, alcanzando mayor intensidad en los meses de primavera y verano. El aumento de la velocidad y frecuencia originan importantes procesos erosivos.

Respecto del edafoclima, y de acuerdo a los requerimientos establecidos por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999), el régimen de humedad del suelo es ústico y el régimen de temperatura es térmico.

2.3. Caracterización edáfica.

El partido de Bahía Blanca se encuentra ubicado fisiográficamente en la llanura Subventánica Bonaerense. Esta llanura está disectada por cinco valles funcionales, correspondientes al río Sauce Chico, arroyos Saladillo o Dulce, Saladillo de García, Napostá Grande y río Sauce Grande, todos los cuales drenan el cordón serrano. La porción media del partido de Bahía Blanca, está disectada por una red de paleodrenaje vinculada a antiguos valles menores, actualmente no funcionales (cañadones). Un paisaje típico de esta región se encuentra constituido por las siguientes superficies geomórficas donde evolucionan sus suelos asociados (Sánchez y Amiotti, 1991).

- 1 Los “planos interfluviales” o superficies extendidas del nivel del planación general. Sus suelos son medianamente profundos a

someros, ya que tienen una potente capa de tosca en la base del perfil. La mayoría de ellos presenta lavado de carbonatos en el solum y tienen además un conspicuo horizonte cálcico encima de la tosca. Otros de menor representatividad areal, son calcáreos en todo el perfil y no presentan horizonte cálcico. Son suelos fértiles, de texturas medias, desarrollados a partir de sedimentos eólicos (loess y loess derivados).

- 2 Las “laderas de valles” conforman las vertientes de las geoformas fluviales, bien sean funcionales o no. Sus suelos tienen usualmente textura franco arenosa hasta arenosa franca y poseen también una capa de tosca a profundidades variables. La mayoría son sueltos, poco evolucionados, con lavado incompleto y presentan un horizonte petrocálcico a profundidad variable.
- 3 Las “geoformas aluviales” contienen habitualmente suelos salinos y sódicos, hidromórficos, y con severas limitaciones de uso.

2.4. Vegetación.

El área de estudio se localiza en la zona de transición entre las regiones fitogeográficas Pampeanas y del Espinal (Cabrera, 1971). En ella coexisten especies vegetales típicas de ambas regiones. La región Pampeana se caracteriza por la ausencia de árboles. Los pastizales con predominio de gramíneas son el sostén del ecosistema y presentan dos periodos de oferta alimentaria máxima, la primavera y el otoño, asociados al aumento de las precipitaciones. La región del Espinal se extiende como un semi arco al oeste de la región Pampeana. La especie arbórea característica es el caldén a la que se le asocian otras especies arbóreas y arbustivas como algarrobo, chañar, jarilla y molle. El estrato herbáceo está constituido predominantemente por poaceas.

En los sitios en los que se describieron los suelos la vegetación natural fue profundamente disturbada encontrándose en el momento de la toma de muestras las siguientes especies:

- *Diploaxis tenuifolia* (flor amarilla)
- *Amelichloa brachychaeta* (paja voladora)
- *Cynodon dactylon* (gramón)

Figura 3: Diplotaxis tenuifolia.



Figura 4: Amelichloa brachychaeta



Figura 5: Cynodon dactylon.

2.5. Antecedentes de los lotes en los que evolucionan los suelos estudiados.

El Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur recibió en comodato en el año 2006 el establecimiento Napostá, propiedad del Gobierno de la provincia de Buenos Aires y lo puso en producción a partir de ese año.

De los dos suelos analizados, aquel denominado Suelo 1 se encuentra en un lote que soporta una pastura natural y es destinado al uso ganadero, mientras que en el lote en el que se describió el Suelo 2, se sembró avena para forraje en el año 2008, siendo el único cultivo realizado entre 2006 y 2013.

3. Materiales y métodos.

3.1. Trabajo de campo.

El trabajo de campo consistió en la apertura de dos calicatas, las cuales fueron ubicadas en posiciones topográficas diferentes dentro de una misma geoforma: la primera sobre la ladera alta y la segunda en la ladera baja del valle del Arroyo Saladillo Dulce.

Se realizó la descripción morfológica de los perfiles de suelo, luego se procedió a la toma de las muestras de cada uno de los horizontes y de muestras sin disturbar del horizonte superficial. Se extrajeron, además, muestras compuestas con un muestreador de capa arable de 15 cm para realizar determinaciones de fertilidad y se tomó una muestra de agua proveniente del afluente de cabecera del Arroyo Saladillo Dulce a fin de evaluar su calidad para uso agropecuario.

3.2. Trabajo de laboratorio.

3.2.1. Determinaciones físicas.

Análisis granulométrico: Se determina mediante el método de la pipeta de Robinson. Consta de los siguientes pasos:

- Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada (130Vol.).
- Destrucción de los carbonatos con HCl y lavado de los cloruros con agua destilada.
- Dispersión de la muestra con solución dispersante de hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio, agitación mecánica durante 15 horas.

- Pipeteo de fracciones limo y arcilla.
- Tamizado de arenas.

Densidad aparente: Método del cilindro. Se extraen muestras de suelo sin disturbar mediante el método de cilindros extractores, cuyo peso y volumen son conocidos, procurando no alterar la estructura del suelo. Se emparejan los bordes cortando el excedente de suelo con cuchillo y se tapan. Se pesan y se llevan a estufa a 105°C. Una vez seco el suelo se pesa y se calcula la densidad aparente (relación: peso/volumen).

Densidad real: Se determina mediante el método del picnómetro, se calcula a partir de la masa y volumen del suelo. La masa se determina por pesada y el volumen por cálculo a partir de la masa y densidad de agua desplazada por la muestra.

Humedad higroscópica: Por método gravimétrico, se colocan muestras de suelo en cápsulas de aluminio, se pesan y se llevan a estufa a 105°C hasta peso constante. La pérdida de peso percibida representa la humedad higroscópica del suelo, expresada en porcentaje.

Humedad equivalente: Método centrífuga universal, se coloca el suelo en las celdillas. Se satura con agua. Luego se llevan a la centrífuga durante 20 minutos para extraer el agua sobrante. Se toma una alícuota de cada muestra, se pasa a una cápsula y se lleva a estufa a 105°C hasta peso constante. Se calcula el porcentaje gravimétrico de humedad en base al suelo seco.

Curva de retención de agua y distribución de tamaño de poros: Por medio de la mesa de tensión; se somete a las muestras no alteradas de suelo saturado, a diferentes succiones. En este caso a pF 1, 1.8, 2.5 y por el método de Richard con muestras disturbadas en anillos de goma a una presión de 15 bares (pF 4.2) se determina gravimétricamente el contenido de agua en las situaciones de equilibrio.

Estabilidad estructural: Método de Leenheer y De Boodt, se mide el Cambio en el Diámetro Medio Ponderado (CDMP) entre la distribución de los agregados en seco y en húmedo, después de haber sometido al suelo a fuerzas destructivas (golpeteo de la gota y tamizado en húmedo).

3.2.2. Determinaciones químicas.

pH: en el extracto de saturación y en suspensión suelo: agua, 1:2.5. Con peachímetro.

Conductividad eléctrica: en el extracto de saturación en dS/m, con conductímetro.

Calcio más Magnesio: Por titulación complexométrica con EDTA (0.0105N), utilizando negro de eriocromo T como indicador, cloruro de amonio e hidróxido de amonio como solución tampón, y trietanolamina como enmascarante para permitir el desarrollo del color.

Sodio y Potasio: Por fotometría de emisión a la llama. La muestra es absorbida por un conducto del fotómetro, luego esta muestra es rociada finamente sobre la llama y se compara el incremento de la intensidad luminosa con la que produce una solución de concentración conocida.

Carbonatos y Bicarbonatos: Se determina valorando la muestra con ácido sulfúrico usando como indicador fenolftaleína para carbonatos y anaranjado de metilo para bicarbonatos.

Cloruros: Método de Mohr, se determina en solución neutra o ligeramente alcalina, usando cromato de potasio para indicar el punto final de la titulación de cloruros con nitrato de plata (0.005N).

Sulfatos: Método turbidimétrico. Este método se basa en la precipitación del sulfato de bario. Para ello se le agrega a la muestra una solución estabilizadora (cloruro de sodio, ácido clorhídrico y glicerina) y cristales de cloruro de bario. Se mide la absorbancia de la suspensión con un fotoclorímetro y se determina la concentración de sulfatos por comparación de lectura con una curva patrón.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Se satura 3 veces el suelo con acetato de sodio 1N a pH 8.2, posteriormente se realizan 3 lavados con alcohol y por último se desplaza con acetato de amonio 1N, pH 7 el sodio retenido en los sitios de intercambio. Se recoge el sobrenadante al cual se realizará la determinación de la concentración de sodio en el fotómetro de llama.

Cationes intercambiables (CI): Se desplazan los cationes del complejo de cambio con acetato de amonio 1N a pH7, y en el extracto obtenido se determinan calcio, magnesio, sodio y potasio de la forma ya descripta anteriormente.

Materia orgánica: Método de Walkley y Black. Se basa en la oxidación húmeda de la materia orgánica con dicromato de potasio en presencia de ácido sulfúrico y posterior titulación del exceso de dicromato de potasio con sal de Mohr (0.1N) utilizando difenilamina como indicador.

Nitrógeno total: Método de Kjeldahl. Este método consiste en una oxidación húmeda de la materia orgánica que permite transformar el nitrógeno orgánico en amonio. No hay oxidación y reducción de nitrógeno, sino que hay liberación de los diferentes componentes que lo contienen. El método consta de dos etapas:

- Digestión de la muestra
- Determinación del amonio por destilación y titulación del destilado con ácido sulfúrico.

Fósforo total: Se introducen las muestras a una mufla durante 7 horas a 550°C y se procede a la digestión de dichas cenizas a altas temperaturas con una mezcla de ácido nítrico y clorhídrico.

Para la cuantificación del fósforo se procede utilizando el mismo desarrollo de color que se utilizó para la determinación del fósforo disponible, previo ajuste de pH.

Fósforo disponible: Método de Bray y Kurtz. Se utiliza como solución extractante, fluoruro de amonio y ácido clorhídrico. Se desarrolla color con una mezcla de molibdato de amonio, ácido sulfúrico, solución de tartrato de antimonio y potasio, más ácido ascórbico. Se mide el color desarrollado en un fotocolorímetro y se calcula la concentración de fósforo de la muestra por comparación con los valores obtenidos en la curva patrón.

Potasio asimilable: En este método se utiliza como solución extractante acetato de amonio 1N a pH7. El potasio se cuantifica por fotometría de emisión a la llama.

Calcáreo: Se determina midiendo el desprendimiento de dióxido de carbono que producen las muestras cuando es atacada por ácido clorhídrico, comprando

dicha lectura con la que produce una cantidad conocida de carbonato de calcio puro. El aparato utilizado se denomina calcímetro.7

3.2.3. Determinación de la actividad biológica del suelo

La actividad respiratoria del suelo se determinó por el método de valoración de dióxido de carbono desprendido por la biomasa del suelo. El método consiste en pesar 20 g de suelo seco al aire colocados en un recipiente con tapa hermética, se llevó la muestra a capacidad de campo con agua destilada libre de dióxido de carbono. Luego se colocó dentro del mismo recipiente un vial con 20 mL de NaOH 0,1 M. Se cerró herméticamente y se llevó a incubar a 30 °C durante 7 días en una cámara de crecimiento. Paralelamente se preparó un blanco sin muestra de suelo, solamente con un vial 20 mL de NaOH dentro de un recipiente hermético. Luego de 7 días se tomó una alícuota de 5 mL, se agregaron cristales de cloruro de bario y dos gotas de solución alcohólica de fenolftaleína (color rosado). Se tituló con HCl 0,1 M hasta viraje de rosado débil a incoloro.

Por último, se calcularon los mg de CO₂ desprendidos cada 100 g de suelo por día aplicando la siguiente fórmula:

$$(\text{Blanco} - \text{Muestra}) \times 0,393 = x \text{ mg de CO}_2/100\text{g/día}$$

Muestra= mg de NaOH sin reaccionar en la muestra de suelo
Blanco= mg de NaOH sin reaccionar en el blanco sin muestra de suelo.

Nota: el factor 0,393 surge de la reacción química donde 44 mg de CO₂ reaccionan con 80 mg de NaOH (44/80), luego multiplicando por 5 (para llevar a 100 g de suelo) y dividiendo por 7 (número de días de incubación).



Rango de valores de actividad biológica (respiración)

Valores suministrados por el laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos del Departamento de Agronomía – UNS

mg CO₂ 100g⁻¹ día⁻¹	Clasificación
<5	Muy baja
5-10	Baja
10-15	Moderadamente baja
15-20	MODERADA
20-25	Óptima
>25	elevada

4. Resultados.

4.1. Suelo 1

Fecha de muestreo: 15 de agosto de 2013

4.1.1. Factores de sitio y características morfológicas

- **Ubicación del perfil:** Campo Napostá. Predio experimental del Departamento de Agronomía, UNS, a 35 km al Norte de Bahía Blanca.
- **Latitud:** 38° 25' 53,9 "S.
- **Longitud:** 62° 17' 32,1" W.
- **Paisaje:** Sector medio de la Llanura Subventánica Occidental: planos altos disectados por acciones hídricas de envergadura
- **Geoforma:** Ladera alta del valle del afluyente de cabecera del Arroyo Saladillo Dulce.
- **Relieve:** Plano inclinado, suavemente ondulado.
- **Gradiente:** 7%.
- **Material Parental:** Sedimentos eólicos recientes suprayacentes a un perfil truncado.
- **Drenaje:** Algo excesivamente drenado.
- **Erosión:** Surcos pequeños a favor de la pendiente, acumulación de material grueso en la base de los arbustos por erosión eólica.
- **Uso de la tierra:** Ganadero.
- **Vegetación:** Cobertura 80%. *Diploaxis tenuifolia* (Flor amarilla), *Stipa brachychaeta* (Paja vizcachera), *Schinus johnstonii* (Molle).
- **Edafoclima:**
 - Régimen de humedad: Ústico.
 - Régimen de temperatura: Térmico.



Figura 6: Vista del paisaje en el que evoluciona el Suelo 1.

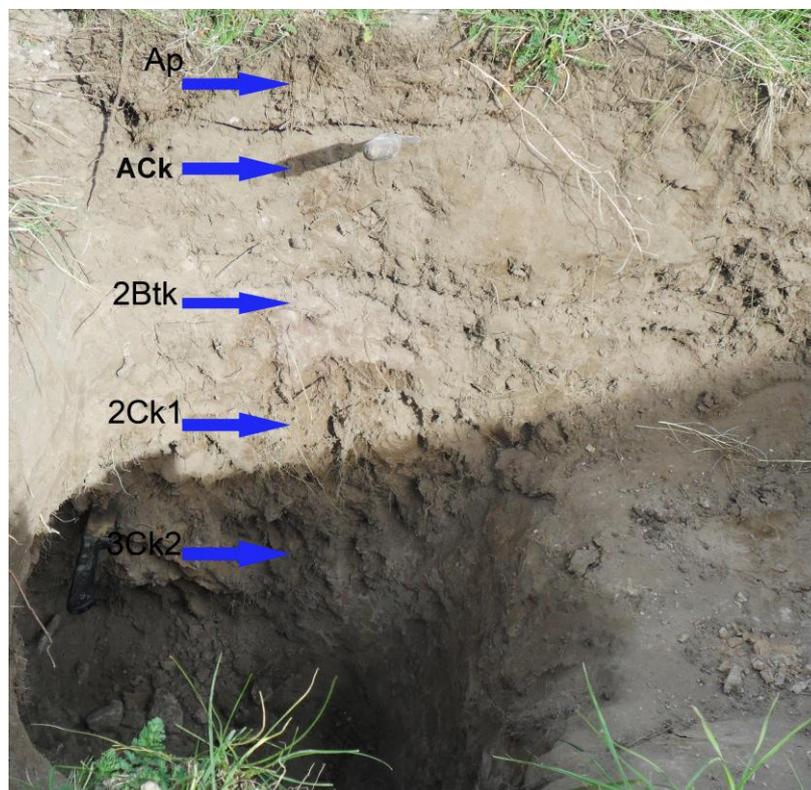


Figura 7: Fotografía del perfil del Suelo 1.

Tabla 1: Descripción macromorfológica - Suelo1.

Horizonte	Descripción
Ap 0-10 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, finos, muy débiles; no presenta reacción al HCl 10%; escasos pellets fecales; raíces comunes; límite abrupto y plano.
ACk 10-39 cm	Pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, finos, muy débiles; moderada reacción al HCl 10%; escasas concreciones alóctonas finas de CaCO ₃ ; raíces comunes; límite abrupto y ondulado.
2Btk 39-57 cm	Pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo y pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; franco arcilloso; prismas, medios y gruesos, fuertes; fuerte reacción al HCl 10%; abundantes barnices húmico-arcillosos; abundantes calcitanes; raíces escasas; límite claro y plano.
2Ck1 57-82 cm	Pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo y pardo muy claro (10 YR 8/3) en seco; franco arcillo arenoso; masivo; fuerte reacción al HCl 10%; abundantes calcitanes; raíces escasas; límite abrupto y ondulado.
3Ck2 82-150 cm	Gris oscuro (10 YR 4/1) en húmedo y gris (10 YR 6/1) en seco; franco arenoso; grano simple; fuerte reacción al HCl 10%; abundantes calcitanes; muy escasas raíces.

Nota: Se observó estructura laminar fina en los primeros 3 cm del horizonte Ap, causado por pisoteo animal.

Tabla 2. Propiedades físicas - Suelo 1.

Horizonte		Ap	ACk	2Btk	2Ck1	3Ck2	
Profundidad		cm	0-10	10-39	39-57	57-82	82-150
Granulometría fracciones y diámetro de partículas(mm)	Arcilla <0.002	g kg ⁻¹	144	85	269	225	182
	Limo 0.002-0.05		337	326	309	219	241
	Arena muy fina 0.05-0.1		374	395	298	324	405
	Arena fina 0.1-0.25		122	152	112	130	145
	Arena media 0.25-0.5		20	37	12	54	24
	Arena gruesa 0.5-1		2	5	-	33	3
	Arena muy gruesa 1-2		1	-	-	15	-
Clases texturales		FA	FA	Fa	FaA	FA	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,12	-	-	-	-	
Densidad real		2,6	-	-	-	-	
Porosidad total	%	57,0	-	-	-	-	
PMP		10,9	-	-	-	-	
Humedad equivalente		18,6	17,0	19,8	18,5	17,7	
Humedad higroscópica		2,6	2,5	4,0	3,7	2,4	



Suelo	Superficie (cm ²)	Cambio en el DMP (mm)	EE de los agregados (%)	Índice de EE
1	10,7	1,07	46,7	Muy Bueno

DMP: Diámetro medio ponderado

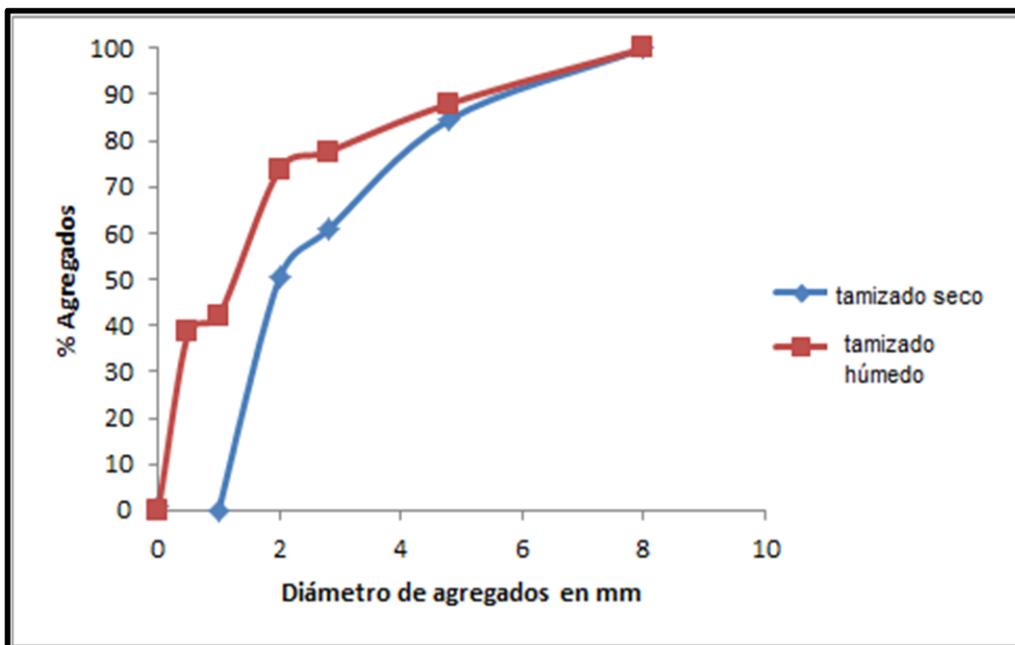


Figura 8: Estabilidad estructural del Suelo 1.

Tabla 4. Retención Hídrica - Suelo 1.

Horizonte	% H ⁰ pF 0	% H ⁰ pF 1	% H ⁰ pF 1,8	% H1 pF 2,5	% H1 pF 4,2	RAU
Ap	59,4	53,7	47,0	21,0	12,2	8,8

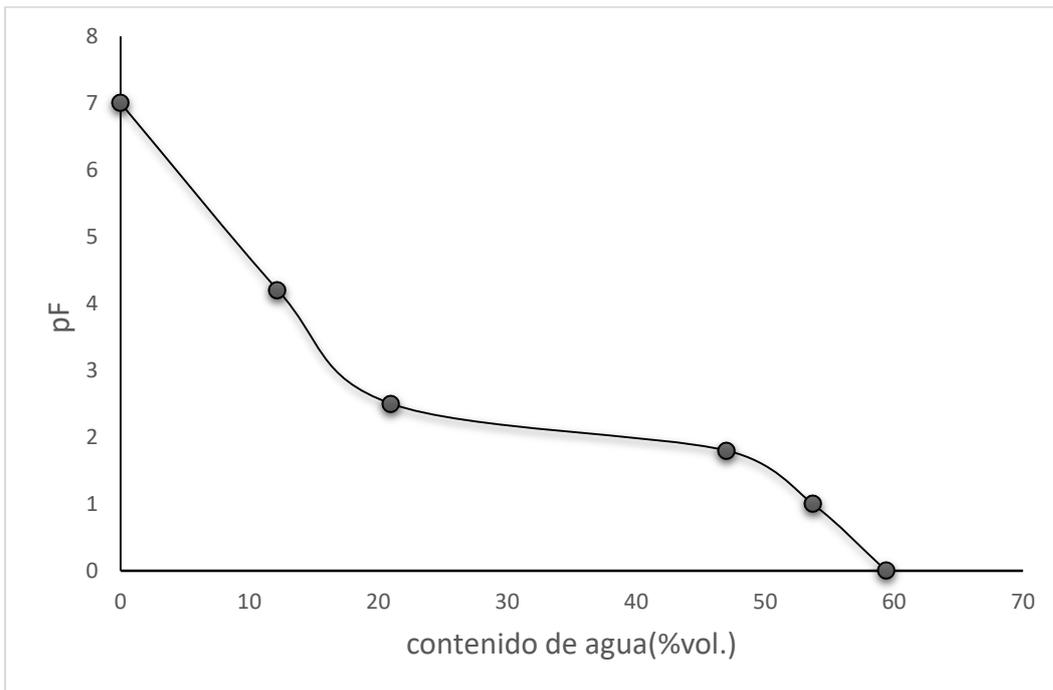


Figura 9: Curva de retención hídrica del Suelo 1.

Tabla 5. Distribución del tamaño de los poros - Suelo 1.

Horizonte	Porosidad total	Macroporos >50 μ	Meosporos 50-8,6 μ	Microporos 8,6-0,2 μ	Ultra microporos <0,2 μ	Sólidos
Ap	59.4	12,4	26,0	8,8	12,8	40,6

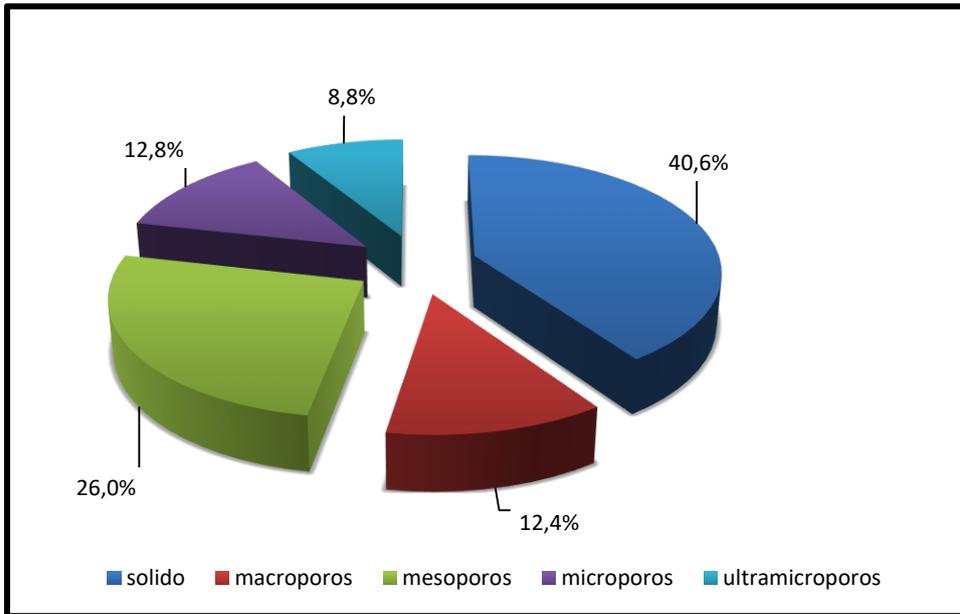


Figura 10: Distribución de tamaño de poros - Suelo 1.



Horizonte			Ap	ACk	2Btk	2Ck1	3Ck2
Profundidad	cm		0-10	10-39	39-57	57-82	82-150
Materia Orgánica	g kg⁻¹		33,4	19,2	3,1	2,5	-
Carbono Orgánico			19	12	2	1	-
Fósforo Total	mg kg⁻¹		550	448	380	392	356
Calcáreo	g kg⁻¹		-	60,4	65,0	40,0	104,2
pH (en suspensión 1:2.5)			8,0	8,5	8,1	8,5	8,1
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca⁺² + Mg⁺²	14,1	-	-	-	-
		Na⁺	0,5	0,6	1,2	2,0	1,2
		K⁺	2,7	2,2	1,2	1,0	0,7
	Suma de bases		17,4	-	-	-	-
CIC		cmol_c kg⁻¹	18,1	13,4	30,0	24,1	22,2
Saturación de bases		%	95,8	-	-	-	-
PSI			2,7	4,4	4,1	6,6	5,1



Horizonte		Ap	ACk	2Btk	2Ck1	3Ck2	
Profundidad		0-10	10-39	39-57	57-82	82-150	
Extracto de saturación	pH		7,4	7,8	7,4	7,8	7,4
	C.E	dSm ⁻¹	0,39	0,36	0,31	0,47	0,82
	Cationes (me.L ⁻¹)	Ca ⁺² +Mg ⁺²	4,2	3,4	2,8	4,6	6,6
		Na ⁺	0,4	1,1	1,2	1,7	2,4
		K ⁺	0,6	0,5	0,1	0,05	0,1
		Suma	5,3	5,0	4,1	6,3	9,1
	Aniones (me.L ⁻¹)	SO ₄ ⁼	0,2	0,4	0,3	0,1	1,6
		Cl ⁻	0,5	0,4	0,7	1,7	3,8
		HCO ₃ ⁻	4,2	3,2	4,3	3,1	3,3
		Suma	4,9	5,1	4,2	4,9	8,7
	RAS		0,4	1,2	1,4	1,6	1,9

Tabla 8: Fertilidad química.

Suelo		1
Materia orgánica	g kg ⁻¹	9,27
Carbono orgánico		21
Nitrógeno total		2,1
Relación C/N		10
Fósforo disponible	mg kg ⁻¹	11
Potasio asimilable		704

Tabla 9: Actividad biológica:

Horizonte Ap: 23,97 mg de CO₂ 100g de suelo⁻¹ día⁻¹

Actividad: óptima

Horizonte ACk: 6,51 mg de CO₂ 100g de suelo⁻¹ día⁻¹

Actividad: baja

4.1.2. Interpretación de resultados.

Finalizada la descripción morfológica y la caracterización física, química y biológica de los suelos estudiados, se realizó la interpretación de los resultados obtenidos para establecer las principales propiedades que pueden afectar a la producción de los cultivos y la actividad ganadera e identificar los riesgos de degradación del recurso.

Suelo 1.

Es un suelo evolucionado, con una secuencia de horizontes Ap- A_{ck}-2B_{tk}- 2C_{k1}- 3C_{k2}, ubicado en la ladera alta, exposición N-NO del valle del afluente de cabecera del arroyo Saladillo Dulce. Existe un suelo antiguo con su horizonte superficial erosionado (a partir del horizonte 2B_{tk}), que fue sepultado por materiales recientes (Ap-A_{ck}).

Propiedades físicas.

En lo que respecta al análisis granulométrico, los horizontes 2B_{tk}, 2C_{k1} y 3C_{k2} presentan mayor contenido de arcilla, respecto a los horizontes Ap y C_{k1}. Se observa una disminución del porcentaje de limo con el incremento de la profundidad. Dentro de la fracción arena predominan las sub-fracciones muy fina y fina en todo el perfil. La textura de los horizontes Ap-A_{ck} y 3 C_{k2} clasifica como franco arenosa, en el caso de 2B_{tk} y marcando la discontinuidad, la clase textural es franco arcillosa. La densidad aparente presentó un valor de 1,12 Mg.m⁻³. El contenido de agua en CC y PMP determinan una capacidad de almacenamiento de humedad aceptable. La porosidad total en el horizonte superficial fue elevada (57%) y la distribución por tamaño de poros muestra mayor porcentaje de mesoporos (26,0%) por sobre los macroporos (12,4%) y los microporos (8,8%). La estabilidad estructural, determinada por el método De Leenher y De Boodt, resultó muy buena, esto se debió a la presencia de concreciones carbonato de calcio, que no pudieron ser disgregadas en el tamizado en húmedo.

Propiedades químicas.

Los valores de pH en suspensión suelo: agua 1:2,5 calificaron como ligeramente alcalinos en todos los horizontes debido a la presencia de calcáreo (CaCO₃). Los valores de conductividad eléctrica en los extractos de saturación fueron bajos, no detectándose la existencia de limitaciones por salinidad.

En lo referente al complejo de cambio, la CIC presentó valores medios en los horizontes superficiales en tanto que en el 2Btk y 2Ck1 los valores fueron más altos, respondiendo al incremento de los contenidos de arcilla, que son, junto con la materia orgánica, los que aportan la mayor parte de las cargas al suelo.

El complejo de cambio se encuentra saturado en bases y los valores de PSI fueron en todos los casos inferiores a 15 indicando ausencia de limitaciones derivadas del exceso de sodio en este suelo. Los valores de fósforo total mostraron un decrecimiento con la profundidad y la determinación de fertilidad realizada sobre muestra compuesta de la capa arable (0- 15 cm) indicó adecuado contenido de materia orgánica y nitrógeno total, bajo tenor de fósforo disponible y contenidos medios de potasio asimilable (Rivero & Cruzate, 2008).

4.1.3. Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff-2014)

Epipedón: Mólico

Endopedón: Argílico

Edafoclima: Régimen de humedad del suelo: ústico

Régimen de temperatura del suelo: térmico

El Suelo 1 tiene un epipedón mólico de 39 cm de espesor (horizonte Ap + ACk) desarrollado a partir de materiales modernos que sepultan a un perfil truncado con secuencia de horizontes de tipo 2Btk-2Ck1 y 3Ck2. El horizonte 2Btk califica como endopedón argílico. El manto superficial que suprayace al perfil truncado tiene un espesor inferior a los 50 cm razón por la cual el subgrupo thapto (enterrado) no puede ser utilizado al clasificar el suelo. De acuerdo a sus características diagnosticas éste clasifica como:

Argiustol típico, franco grueso, térmico.

4.1.4. Clasificación por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1961)

Suelo 1

Clasificación: III e

Limitantes principales: Alta susceptibilidad a la erosión hídrica vinculada al elevado gradiente (7%) de la pendiente. Alta susceptibilidad a la erosión eólica debido al grado de estructura débil y al alto porcentaje de arenas erodibles

Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas

Buss Claudia, Villalba Nerea

Universidad Nacional del Sur, 2022

(49,2%) en el horizonte superficial. Condiciones climáticas ligeramente desfavorables.



Índice de productividad.

$IP = H * D * Pe * Ta * Sa * Na * Mo * T * E$

$IP: 0,75 * 0,90 * 0,6 * 0,8 * 1 * 0,95 * 0,95 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,8$

IP= 24% Regular Productividad

4.2. Suelo 2

Fecha de muestreo: 13 de agosto de 2013

4.2.1. Factores de sitio y características morfológicas

- **Ubicación del perfil:** Campo experimental del Departamento de Agronomía, UNS, a 35 Km al Norte de Bahía Blanca.
- **Latitud:** 38° 25 57,5 S.
- **Longitud:** 62° 17 39,8 W.
- **Paisaje:** Llanura Subventánica Occidental
- **Geoforma:** Ladera baja del valle del afluyente de cabecera del Arroyo Saladillo Dulce.
- **Relieve:** Plano inclinado.
- **Gradiente:** 2-3 %.
- **Material Parental:** Sedimentos eólicos modernos.
- **Drenaje:** Algo excesivamente drenado.
- **Erosión:** No se observan evidencias de erosión actual. Moderada a alta susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica.

- **Uso de la tierra:** Ganadero agrícola.
- **Vegetación:** Cobertura 90%. *Diploaxis tenuifolia* (Flor amarilla) *Solanum elaeagnifolium* (Revienta caballo), *Distichlis spicata* (Pelo de chancho), *Amelichloa brachychaeta* (Paja vizcachera).
- **Edafoclima:**
 - Régimen de humedad: Ústico.
 - Régimen de temperatura: Térmico



Figura 11: Vista panorámica de la ladera alta. (Suelo 2).

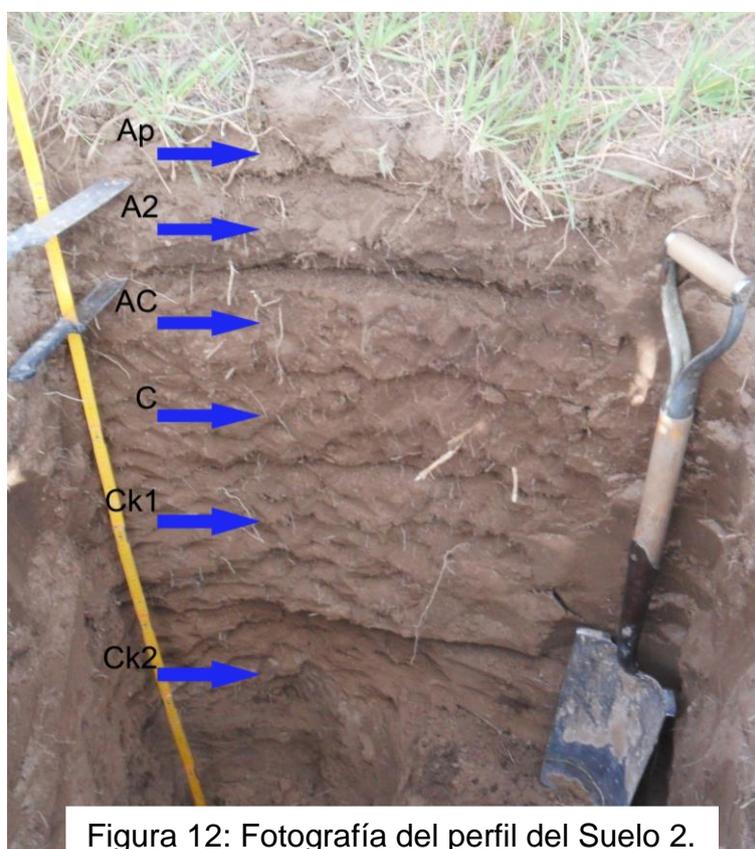


Figura 12: Fotografía del perfil del Suelo 2.

Tabla 8. Descripción macromorfológica - Suelo 2.

Horizonte	Descripción
Ap 0-10 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles; no presenta reacción al HCl 10%; abundantes pellets fecales; raíces abundantes; límite claro y plano
A2 10-24 cm	Gris muy oscuro (10 YR 3/1) en húmedo y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles a moderados; no presenta reacción al HCl 10%; abundantes pellets fecales; raíces comunes; límite claro y plano
AC 24-40 cm	Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2) en húmedo y pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles; no presenta reacción al HCl 10%; comunes pellets fecales; raíces comunes; límite claro a gradual y plano.
C 40-60 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo y pardo claro (10 YR 6/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, finos, muy débiles; no presenta reacción al HCl 10%; raíces comunes; límite abrupto y plano.
Ck1 60-95 cm	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo y gris claro (10YR 6,5/2) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, medios, débiles; moderada reacción al HCl 10%; raíces comunes; límite claro y plano.
Ck2 95+ cm	Pardo claro (10YR6/3) en húmedo y pardo muy claro (10YR8/3) en seco; franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles; fuerte reacción al HCl 10%; nódulos medios de CaCO ₃ ; raíces escasas.

Tabla 9: Propiedades Físicas –Suelo 2.

Horizonte		Ap	A2	AC	C	Ck1	Ck2	
Profundidad		cm	0-10	10-24	24-40	40-60	60-95	95+
Granulometría fracciones y diámetro de partículas(mm)	Arcilla <0.002	g kg ⁻¹	162	156	152	130	120	113
	Limo 0.002-0.05		229	234	265	259	238	211
	Arena muy fina 0.05-0.1		415	408	442	474	454	444
	Arena fina 0.1-0.25		159	177	124	130	158	190
	Arena media 0.25-0.5		33	24	15	7	27	37
	Arena gruesa 0.5-1		2	1	2	-	1	3
	Arena muy gruesa 1-2		-	-	-	-	2	2
Clases texturales		FA	FA	FA	FA	FA	FA	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,19	-	-	-	-	-	
Densidad real		2,5	-	-	-	-	-	
Porosidad total	%	52,4	-	-	-	-	-	
PMP		10,4	-	-	-	-	-	
Humedad equivalente		15,8	15,7	14,6	14,0	15,5	13,8	
Humedad higroscópica		2,1	2,1	2,0	2,0	1,7	1,5	

Tabla 10 Estabilidad estructural - Suelo 2.

Suelo	Superficie (cm ²)	Cambio en el DMP (mm)	Estabilidad de los agregados (%)	Índice de EE
2	14,5	1,45	34,5	Bueno

DMP: Diámetro medio ponderado.

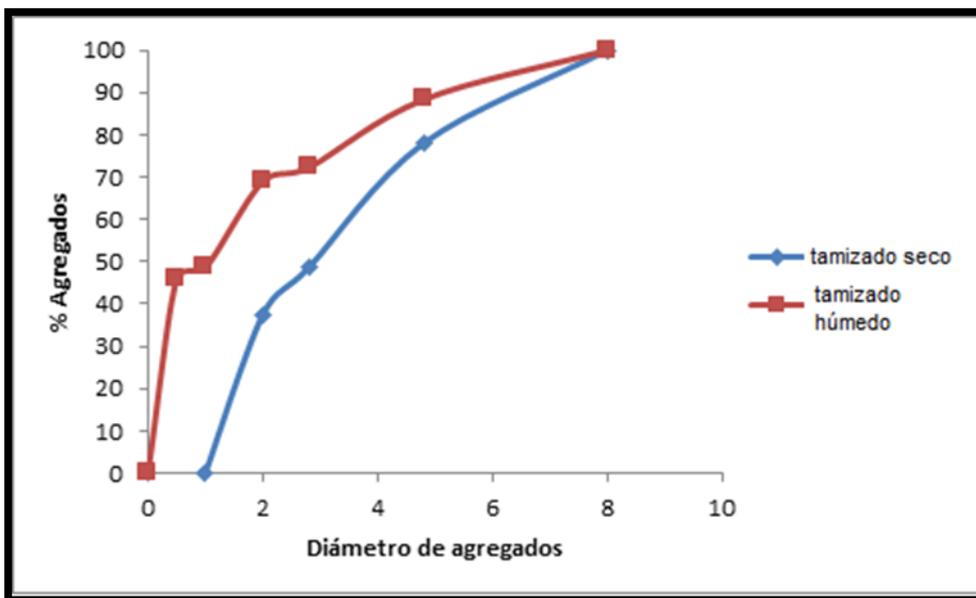


Figura 13: Estabilidad estructural - Suelo 2.

Tabla 11. Retención hídrica- Suelo 2.

Horizonte	% H ⁰ pF 0	% H ⁰ pF 1	% H ⁰ pF 1,8	% H1 pF 2,5	% H1 pF 4,2	RAU
Ap	50,0	48,0	42,1	19,4	11,9	7,5

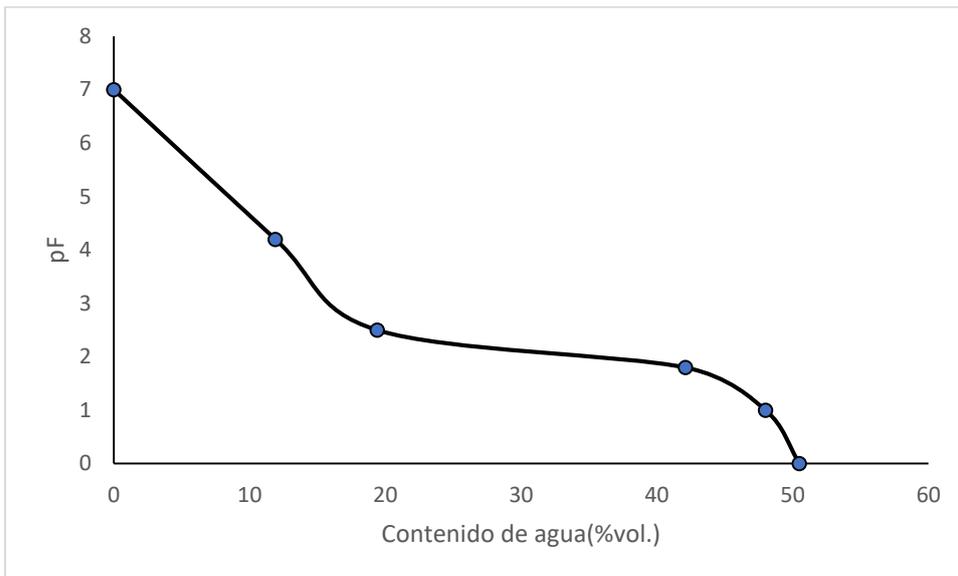


Figura 14: Curva de retención hídrica - Suelo 2.

Tabla 12. Distribución del tamaño de poros - Suelo 2.

Horizonte	Porosidad total	Macroporos >50 μ	Mesoporos 50-8,6 μ	Microporos 8,6-0,2 μ	Ultramicroporos. <0,2 μ	Sólidos
Ap	50,5	8,3	22,8	7,5	11,9	49,5

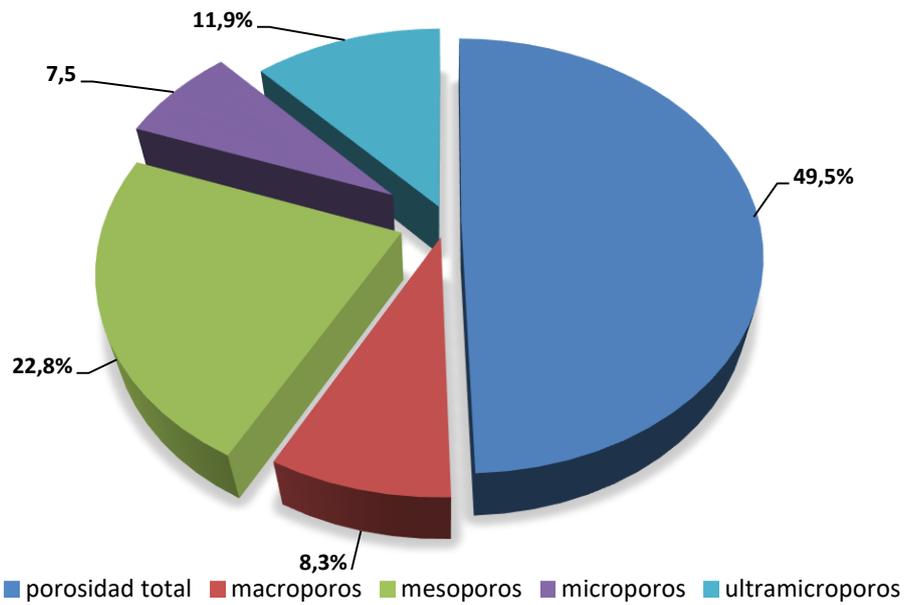


Figura 15: Porcentaje de distribución de tamaño de poros. Suelo 2

Tabla 13. Propiedades Químicas - Suelo 2.

Horizonte			Ap	A2	AC	C	Ck1	Ck2	
Profundidad	cm		0-10	10-24	24-40	40-60	60-95	95+	
Materia orgánica	g kg ⁻¹		27,2	20,0	14,0	9,0	7,5	-	
Carbono orgánico			16	12	8	5	4	-	
Fósforo total	mg kg ⁻¹		431	367	362	343	453	362	
Calcáreo	g kg ⁻¹		-	-	-	-	53,0	146,0	
pH (en suspensión 1:2.5)			7,2	7,3	7,3	7,3	8,3	9,9	
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺² + Mg ⁺²	cmol _c kg ⁻¹	16,5	17,2	17,0	17,5	*	*
		Na ⁺		0,5	0,7	0,7	0,7	2,0	9,2
		K ⁺		3,2	3,0	2,7	0,2	2,2	3,0
	Suma de bases	20,2		20,9	20,5	18,5	-	-	
CIC			cmol _c kg ⁻¹	23,4	23,1	21,8	20,4	20,9	16,4
Saturación con bases			%	86,5	90,7	94,0	90,7	-	-
PSI				2,1	3,1	3,4	3,6	9,6	56,4

*No determinado por presencia de calcáreo.

Tabla 14. Composición de sales solubles - Suelo 2.

Horizonte		Ap	A2	AC	C	Ck1	Ck2	
Profundidad		0-10	10-24	24-40	40-60	60-95	95 +	
Extracto de saturación	pH		7,7	7,2	7,2	8,1	8,0	9,5
	C.E	dSm ⁻¹	0,25	0,31	0,33	0,4	1,1	2,4
	Cationes (me.L ⁻¹)	Ca ⁺² + Mg ⁺²	1,1	1,8	1,4	2,3	4,1	0,9
		Na ⁺	0,5	0,9	0,8	1,2	7,5	23,6
		K ⁺	0,9	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6
		Suma	2,5	3,4	2,8	4,0	12,2	25,1
	Aniones (me.L ⁻¹)	SO ⁴⁼	0,7	0,7	0,7	0,5	4,8	8,7
		Cl ⁻	0,4	0,4	0,3	0,4	2,8	3,6
		HCO ³⁻	1,9	2,5	2,8	3,6	3,2	7,4
		CO ₃ ⁼	0	0	0	0	0	3,4
		Suma	3,0	3,6	3,8	4,5	10,8	23,1
RAS		0,9	1,3	1,3	1,6	7,4	49,7	



Tabla 15: Fertilidad química.

Suelo		2
Materia orgánica	g kg⁻¹	26
Carbono orgánico		15
Nitrógeno total		1,2
Relación C/N		13
Fósforo disponible	mg kg⁻¹	12
Potasio asimilable		787

Tabla 16: Actividad biológica.

Horizonte Ap: 9,00 mg de CO² 100g de suelo⁻¹ día⁻¹

Actividad: baja

Horizonte A2: 7,21 mg de CO² 100g de suelo⁻¹ día⁻¹

Actividad: baja

4.2.2. Interpretación de resultados.

Suelo 2:

Es un suelo poco evolucionado, profundo, con una secuencia de horizontes de tipo Ap- A2-AC- C- Ck1 - Ck2, ubicado en la ladera baja, exposición N-NO del valle del afluente de cabecera del arroyo Saladillo Dulce. El material parental está constituido por sedimentos eólicos modernos.

Determinaciones físicas.

El análisis granulométrico muestra texturas franco arenosas con valores de arcilla que decrecen ligeramente con la profundidad. La fracción arena es predominante, siendo las sub-fracciones más abundantes la muy fina y fina. Los contenidos de agua en CC y PMP determinan una baja capacidad de almacenamiento de humedad. El valor de densidad aparente, ($1,19 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$), resulta de la elevada porosidad (50,5

%). En la distribución por tamaños de huecos se observó un neto predominio de los mesoporos (22,5%) por sobre los de mayor y menor diámetro.

Propiedades químicas.

La reacción resultó ligeramente alcalina en los horizontes superficiales y se incrementa hasta volverse fuertemente alcalina alcanzando valores cercanos a $\text{pH}=9$ en la base del perfil. En lo referente al complejo de cambio, la CIC presenta valores medios, respondiendo a los contenidos de arcilla. La distribución de bases intercambiables indica predominio de $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ seguido por K^{+} y Na^{+} . Este último se incrementa sensiblemente en el horizonte Ck2 donde se alcanzan valores de PSI superiores a 50. Los horizontes Ck1 y Ck2 presentaron concentración secundaria de calcita, con valores de 52 y 145 g kg^{-1} respectivamente. El tenor de fósforo total osciló entre 343 y 470 mg kg^{-1} con mínimos en la superficie del suelo. La muestra compuesta sobre la que se determinaron los parámetros de fertilidad (0-15cm), mostró un nivel medio de materia orgánica y nitrógeno total. La relación C/N fue adecuada y el fósforo disponible presentó un nivel aceptable. El valor obtenido para potasio disponible superó el umbral de deficiencia de $250 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. (Rivero & Cruzate, 2008).

4.2.3. Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff- USDA-NRC-1999)

Epipedon: Mólico

Endopedones: No posee, los horizontes Ck1 y Ck2 son calcáreos no cálcicos.

Edafoclima: Régimen de humedad del suelo: ústico

Régimen de temperatura del suelo: térmico

El Suelo 2 tiene un epipedón mólico oscuro de 40 cm de espesor (horizonte Ap+ A2 + AC) y no presenta endopedones. Su edafoclima es ústico- térmico y su textura es franco arenosa. De acuerdo a las características diagnósticas, el suelo clasifica como:

Haplustol típico, franco grueso, térmico, fase por sustrato fuertemente sódico.

4.2.4. Clasificación por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1961)

Clasificación: IV es

Limitantes principales:

Arenas erodibles: 60,9

Grado de estructura: débil

Capacidad de retención hídrica: baja

Gradiente 2-3%

Sustrato fuertemente sódico

Condiciones climáticas: desfavorables

Índice de productividad:

$IP = H * D * Pe * Ta * Tb * Sa * Na * MO * T * E$

$IP = 0,75 * 0,90 * 0,80 * 0,80 * 0,8 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0,9$

IP= 38,8 regular productividad

5. Calidad de aguas.

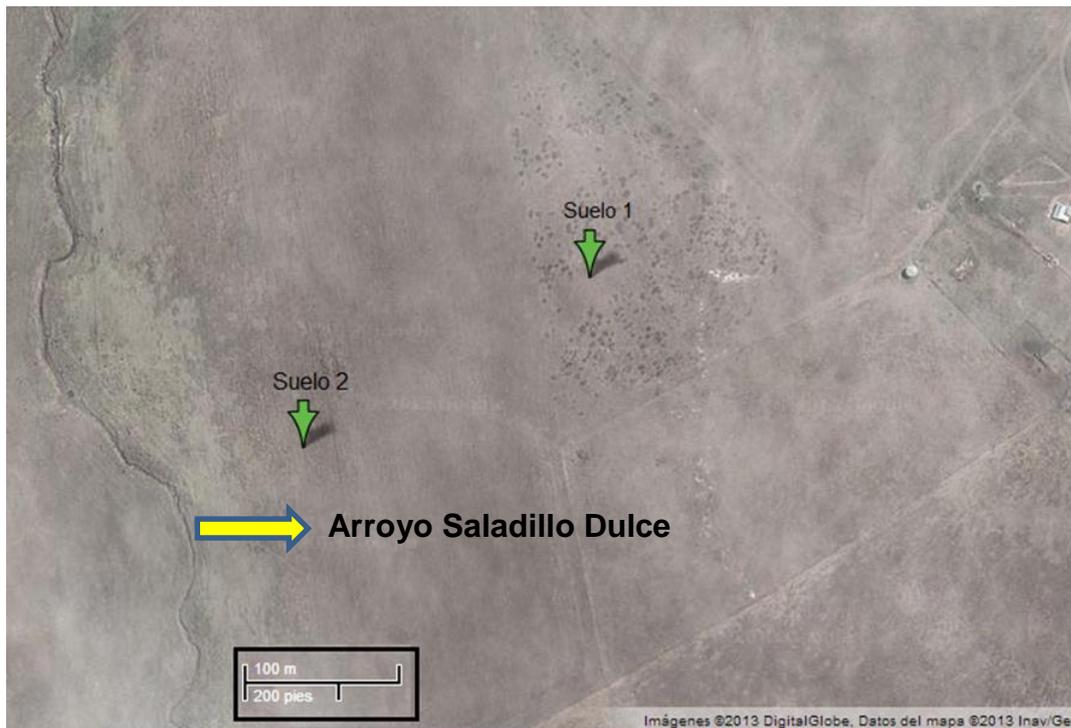


Figura 16. Ubicación del arroyo Saladillo Dulce.

Tabla 17: Calidad del agua.

Muestra de agua del Arroyo Saladillo Dulce			
pH			8,1
Conductividad eléctrica		dS m⁻¹	1,3
Aniones	Cloruros (Cl⁻)	me L⁻¹	3,2
	Carbonatos (CO₃²⁻)		-
	Bicarbonatos (HCO₃⁻)		8,7
	Sulfatos SO₄²⁻)		4,4
	Suma		16,4
Cationes	Sodio (Na⁺)	me L⁻¹	12,1
	Potasio (K⁺)		0,2
	Calcio + Magnesio (Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺)		4,9
	Suma		17,2
RAS			7,7

Fecha de toma de muestra: 13 de agosto de 2013



5.1. Clasificación de la calidad del agua.

Para consumo bovino:

Sales totales: $1,3 * 0,64 = 0,83$ g/L

Sales totales (g/L) – Sulfatos (g/L) = Sales beneficiosas (g/L)

$0,83$ (g/L) – $4,4$ (g/L) = $3,57$ (g/L)

A través de la interpretación del resultado obtenido, la muestra de agua clasifica como “**buena**” para consumo animal. Sager, R.L. 2000. INTA E.E.A. San Luis. Reedición de la Serie Técnica N.º 126. www.producción-animal.com.ar

Para uso en riego:

El agua clasifica como C3-S1: agua altamente salina y baja en sodio.

C3: no puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por lo tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales tolerantes a las sales.

S1: puede usarse para riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante las plantas sensibles y algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

6. Conclusiones

Se determinaron las características morfológicas y las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de dos suelos que evolucionan en distintas posiciones dentro de una ladera del valle de un afluente del Arroyo Saladillo o Dulce, curso de agua que surca el campo Napostá (UNS). Una vez evaluados los resultados obtenidos, concluimos que existen diferencias notorias entre los suelos asociados a las diferentes posiciones topográficas.

El Suelo 1, ubicado en la ladera alta del valle, clasificó como Argiustol típico, franco grueso, térmico, y tiene una productividad regular (IP 24), siendo sus principales limitantes la susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica. Por sus características no es apto para la agricultura y tiene bajo potencial ganadero.

El Suelo 2, ubicado en la ladera baja del mismo valle, clasificó como Haplustol típico, franco grueso, térmico, fase por sustrato fuertemente sódico. Al igual que el Suelo 1 tiene una productividad regular, aunque el valor calculado para el índice resultó ligeramente superior (IP 38,8). Sus principales limitantes se relacionan con la posibilidad de ocurrencia de procesos de erosión eólica debido al alto porcentaje de arenas erodibles (60,9) y a la estructura débil que caracteriza al horizonte superficial. El suelo presenta además un elevado PSI en el horizonte Ck2 no siendo una limitante importante por encontrarse debajo de los 95 cm. De acuerdo a sus características es apto para uso ganadero.

Por las condiciones climáticas de la región y el elevado contenido de arenas erodibles, ambos suelos son susceptibles a sufrir procesos de erosión eólica adicionándosele en el Suelo 1 el riesgo de erosión hídrica inherente al elevado gradiente de la pendiente. Estas limitaciones deben ser contempladas tanto al seleccionar el uso de la tierra como al establecer las prácticas de manejo de modo de evitar el deterioro del recurso caracterizado por su elevada fragilidad.



7. **Bibliografía.**

- Cabrera, A.L 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Edit. ACME S.A.C.I. Buenos Aires. Argentina
- Klingebiel, A.A. & P. H. Montgomery. 1961. Land Capability Classification, USDA Agriculture Handbook N° 210. Soil Conservation, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC. Pp. 1-3.
- Richards, L.A. (Eds). 1977. Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Limusa, México. 177 pp.
- Rivero, E. & G. Cruzate. 2008. Material orgánica, nitrógeno y fósforo: Mapas de contenido y disponibilidad en distintos suelos de la República Argentina. XXI CACS. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. En CD 6 pag
- Sager, R.L. 2000. INTA E.E.A. San Luis. Reedición de la Serie Técnica N° 126. www.producción-animal.com.ar
- Sánchez, L. & N. Amiotti. 1991. Principales series de suelos de los Partidos de Villarino y Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires. X Reunión Nacional del Comité Argentino para el Estudio de las Regiones Áridas y Semiáridas. UNS, Bahía Blanca, Bs. As. pp 51-52.
- Schoeneberger, P. J.; D. Wysocki; E. Benham & W. Broderson (Eds). 2002. Field Book for describing and sampling soils. Version 2.0.NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Division Staff – USDA. 2014. Soil Survey Manual, Handbook N° 18, Washington DC.
- Soil Survey Staff – USDA. 1999. Soil Taxonomy. A basic system for classifying soils. US Government printing office, Washington, DC. 836p.
- US Bureau of Reclamation (USBR-USDI). 1953. Irrigated Land Use, Part 2: Land classification. B. R. Manual. Vol. 5, U.S. Gov. Printing Office, Washington.



Páginas web consultadas:

Flora Bonaerense. Plantas y Hongos de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

http://florabonaerense.blogspot.com.ar/2013_11_01_archive.html (Figura 5).

Google Earth. Imágenes Satelitales. En línea:

www.googleearth.com(11/12/2013) (Figura 2).

Laboratorio de Plantas Vasculares. Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional del Sur.

<http://www.plantasvasculares.uns.edu.ar/herbario/galeria/pehuen/d.html>

(Figura 3).

Mormeneo, I. Caracterización climática de Bahía Blanca. En

<http://agrometeorologia.criba.edu.ar> (28-03-2014).



Apéndice

Humedad higroscópica

Suelo	Horizonte	P Cáp. V	P Cáp.+ssa.	P Cáp. +sse.	P sse	% H ^o H	Promedio (%)
Suelo 1	Ap	34,37	52,24	51,79	17,42	2,60	2,6
	ACk	31,4	43,30	43,01	11,62	2,49	2,5
		32,0	40,36	40,16	8,07	2,47	
	2Btk	25,9	42,53	41,88	15,9	4,3	4,0
		30,7	45,45	44,91	14,2	3,8	
	2Ck1	31,6	49,62	48,97	17,4	3,6	3,7
		33,8	51,27	50,63	16,8	3,9	
	3Ck2	26,3	42,46	42,08	15,69	2,42	2,4
		27,3	46,26	45,81	18,45	2,43	
Suelo 2	Ap	30,5	46,01	45,70	15,14	2,04	2,1
		35,1	50,19	49,88	14,76	2,10	
	A2	30,9	47,85	47,51	16,59	2,04	2,1
		34,8	50,96	50,63	15,76	2,09	
	AC	29,4	49,60	49,19	19,78	2,07	2,0
		29,7	46,21	45,89	16,16	1,98	
	C	34,8	60,56	60,04	25,2	2,06	1,9
		12,7	29,45	29,15	16,43	1,82	
	Ck1	8,02	28,09	27,73	19,71	1,82	1,7
		12,0	29,51	29,22	17,17	1,68	
	Ck2	14,2	30,85	30,61	16,67	1,50	1,5
		12,3	27,13	26,93	14,57	1,40	

P cáp. V: peso de la cápsula vacía.

P cáp. + ssa: peso de la cápsula + suelo seco al aire.

P cáp + sse: peso de la cápsula + suelo seco al aire.

% H^oH: porcentaje de humedad higroscópica.



Densidad real

Suelo	P suelo (g)	Psw (g)	Pw (g)	Dens. Real Mg m ⁻³	Promedio Mg m ⁻³
1	9,7	47,9	42,7	2,5	2,6
	9,7	55,6	49,6	2,6	
2	9,8	47,5	41,6	2,5	2,5
	9,8	46,8	40,9	2,5	

Pw: peso del picnómetro lleno de agua

Psw: peso del picnómetro con suelo y agua

Densidad del agua: 0.99802

P sc: peso del suelo expresado en gramos, corregido con H⁰H

H⁰ higroscópica del perfil 1: 2,6%

H⁰ higroscópica del perfil 2: 2,1%



Densidad aparente

Suelo	Nº cil.	P.cil.+ suelo	P.cil.vacio	Densidad aparente
1	595	245,17	132,87	1,12
2	209	250,17	131,56	1,19



Humedad equivalente

Suelo 1

Horizonte	P.cap. Vacía	Cap+sh	Cap+sse	Sse	%He	Promedio
Ap	13,43	34,03	30,79	17,36	18,66	18,6
	12,25	33,06	29,80	17,55	18,57	
ACk	12,03	31,28	28,47	16,44	17,09	17,0
	12,33	36,12	32,66	20,33	17,02	
2Btk	12,36	34,38	30,73	18,37	19,87	19,8
	12,55	36,71	32,71	20,16	19,84	
2Ck₁	14,02	34,69	31,46	17,44	18,52	18,5
	12,11	33,13	29,84	17,73	18,56	
3Ck₂	12,44	33,15	30,20	17,76	16,61	17,7
	14,78	34,79	31,63	16,85	18,75	

Suelo 2

Horizonte	P.cap.vacía	Cap+sh	Cap+sse	Sse	%He	Promedio
Ap	12,08	36,68	33,25	21,17	16,20	15,8
	12,61	34,74	31,80	19,19	15,32	
A₂	12,19	34,07	31,12	18,93	15,58	15,7
	12,29	32,83	30,02	17,73	15,85	
AC	10,31	29,64	27,24	16,93	14,18	14,6
	12,40	31,52	29,01	16,61	15,11	
C	12,10	30,38	28,16	16,06	13,82	14,0
	10,57	28,92	26,66	16,09	14,04	
Ck₁	10,28	28,42	26,04	15,76	15,10	15,5
	14,03	37,11	33,94	19,91	15,92	
Ck₂	12,93	35,75	33,04	20,11	13,47	13,8
	10,65	34,91	31,89	21,24	14,22	



Punto de marchitez permanente

Suelo	Horizonte	Repetición	Pcv	Ps PMP	Pc+sse	% PMP	Promedio
1	Ap	1	11,4	19,5	18,7	10,9	10,9
		2	12,2	22,5	21,4	10,9	
2	Ap	1	12,4	19,4	18,7	9,4	10,4
		2	11,3	22,7	21,7	10,7	

Retención Hídrica

Suelo	% pF 0	% pF 1	% pF1,8	% pF 2,5	% pF 4,2
1	63,5*	60,7	56,3	21,0	12,2
	66,6	49,9*	43,9*	-	-
	65,7	58,6	52,7	-	-
	62,7*	56,1*	49,4*	-	-
	59,1*	55,1*	47,7*	-	-
	65,1	55,4	47,5	-	-
Promedio	59,4	53,7	47,0		
Suelo	% pF0	% pF 1	% pF 1,8	% pF 2,5	% pF 4,2
2	52,7	47,7	39,9	19,4	11,9
	48,9*	46,5*	41,5*	-	-
	51,4*	49,1*	41,8	-	-
	53,3	49,7	42,1*	-	-
	51,3*	48,3*	42,9*	-	-
	57,0	50,6	41,3	-	-
Promedio	50,5	48,0	42,1	19,4	11,9

*valores tomados para calcular el promedio.

Determinaciones químicas

Materia orgánica (método Walkley y Black)

Suelo	Horizonte	ml sal Mohr	promedio	CO g Kg ¹	MO g Kg ¹
1	Ap	3,04	3,04	19,44	33,4
		3,04			
	ACk	2,88	2,88	11,20	19,2
		2,88			
	2Btk	3,96	3,96	1,80	3,1
		3,96			
	2Ck1*	4,02	4,03	1,44	2,5
		4,04			
2	Ap	3,24	3,24	15,84	27,2
		3,24			
	A2	2,84	2,84	11,52	20,0
		2,84			
	AC	3,26	3,26	7,92	14,0
		3,26			
	C	3,58	3,58	5,04	9,0
		3,58			
	Ck1	3,66	3,65	4,32	7,5
		3,64			

(ml) blanco gastado 4,14

*(ml) blanco gastado 3,96 (debido a que se realizó una repetición, se utilizó otro blanco)



Calcáreo

Suelo	Horizonte	Lec Inicial (ml)	Lec Final (ml)	Muestra (g)	CaCO ₃ (g kg ⁻¹)
1	ACk1	22	36,5	0,2	60,4
	2Btk	22	37,7	0,2	65,0
	2Ck1	22,1	31,7	0,2	40,0
	3Ck2	22,2	47,2	0,2	104,2
2	Ck1	22,2	34,4	0,2	53,0
	Ck2	22,2	57,1	0,2	146,0
Blanco	-	22,2	70,0	-	-



Fósforo total

Suelo	Horizonte	Absorbancia	mg de P kg ⁻¹
1	Ap	0,289	550
	ACk	0,240	448
	2Btk	0,204	380
	2Ck ₁	0,210	392
	3Ck ₂	0,191	356
2	Ap	0,231	431
	A ₂	0,197	367
	AC	0,194	362
	C	0,184	343
	Ck ₁	0,243	453
	Ck ₂	0,194	362

Capacidad de intercambio catiónico

Suelo	Horizonte	Lectura (ue)	Na ⁺ mg L ⁻¹	Na me/100g
1	Ap	160	246,3	26,5
	ACk	158	243,3	26,5
	2Btk	179	275,6	30,0
	2Ck1	179	275,6	30,0
	3Ck2	145	223,3	24,0
2	Ap	140	215,6	23,3
	A2	138	212,5	23,0
	AC	130	200,2	21,5
	C	122	187,8	20,5
	Ck1	125	192,5	21,0
	Ck2	98	150,9	16,0

Dilución: 5:25

Cationes intercambiables



Suelo	Horizonte	ml EDTA	Promedio	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$
1	Ap	4,80	4,80	25,0
		4,80		
	ACk*	-	-	-
	2Btk*	-	-	-
	2Ck1*	-	-	-
	3Ck2*	-	-	-
2	Ap	3,15	3,16	16,5
		3,17		
	A2	3,26	3,28	17,2
		3,30		
	AC	3,24	3,24	17,0
		3,24		
	C	3,34	3,34	17,5
		3,34		
	Ck1*	-	-	-
	Ck2*	-	-	-

N EDTA: 0,0105

Alícuota: 5 ml

*No se determinaron debido a la presencia de CaCO_3

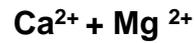
Sodio intercambiable

Suelo	Horizonte	Lectura (ue)	Na ⁺ mg L ⁻¹	Na ⁺ me/100g cmol _c kg ⁻¹
1	Ap	22	0,30	0,75
	ACk	29	0,40	1,00
	2Btk	41	0,50	1,25
	2Ck1	57	0,80	2,00
	3Ck2	41	0,50	1,25
2	Ap	17	0,20	0,50
	A2	24	0,30	0,75
	AC	23	0,30	0,75
	C	25	0,30	0,75
	Ck1	60	0,80	2,00
	Ck2	277	3,70	9,25

Potasio intercambiable

Suelo	Horizonte	Lectura (ue)	K ⁺ mg L ⁻¹	K ⁺ me/100g cmol _c kg ⁻¹
1	Ap	145	1,10	2,75
	ACk	108	0,90	2,25
	2Btk	70	0,50	1,25
	2Ck1	56	0,40	1,00
	3Ck2	36	0,30	0,75
2	Ap	169	1,30	3,25
	A2	149	1,20	3,00
	AC	140	1,10	2,75
	C	124	0,10	0,25
	Ck1	109	0,90	2,25
	Ck2	155	1,20	3,00

Sales solubles



Suelo	Horizonte	Alícuota ml	ml EDTA	Promedio	Ca ²⁺ + Mg me L ⁻¹
1	Ap	2	0,80	0,81	4,2
			0,82		
	ACk	2	0,64	0,65	3,4
			0,64		
	2Btk	2	0,54	0,54	2,8
			0,54		
	2Ck1	2	0,88	0,87	4,6
			0,86		
	3Ck2	2	1,24	1,25	6,6
			1,26		
2	Ap	2	0,22	0,22	1,1
			0,22		
	A2	2	0,34	0,35	1,8
			0,36		
	AC	2	0,26	0,26	1,4
			0,26		
	C	2	0,44	0,44	2,3
			0,44		
	Ck1	2	0,78	0,78	4,1
			0,78		
	Ck2	2	0,18	0,18	0,9
			0,18		

agua	ml alícuota	ml EDTA	me L ⁻¹
	2	0,94	4,9

Titulación de suelo y agua con EDTA 0,0105N

Agua: arroyo

Carbonatos y bicarbonatos



Suelo	Horizonte	mL alícuota	CO ⁼³ mL H ₂ SO ₄	HCO ⁻³ mL H ₂ SO ₄	CO ⁼³ me L ⁻¹	HCO ⁻³ me L ⁻¹
1	Ap	2	-	0,85	-	4,2
	ACk	2	-	0,64	-	3,2
	2Btk	2	-	0,86	-	4,3
	2Ck1	2	-	0,62	-	3,1
	3Ck2	2	-	0,66	-	3,3
2	Ap	2	-	0,38	-	1,9
	A2	2	-	0,50	-	2,5
	AC	2	-	0,57	-	2,8
	C	2	-	0,72	-	3,6
	Ck1	2	-	0,65	-	3,2
	Ck2	2	0,34	1,48	1,7	7,4
Agua	-	2	-	1,79	-	8,9

H₂SO₄: 0,01 N

Sodio soluble

Suelo	Horizonte	Lectura (ue)	Na ⁺ mg L ⁻¹	Na ⁺ me L ⁻¹
1	Ap	28	8,30	0,4
	ACk	85	25,20	1,1
	2Btk	95	28,20	1,2
	2Ck1	136	40,40	1,7
	3Ck2	188	55,80	2,4
2	Ap	40	11,80	0,5
	A2	73	21,70	0,9
	AC	62	18,40	0,8
	C	96	28,50	1,2
	Ck1*	117	34,70	7,5
	Ck2*	365	108,40	23,6
Agua	-		-	12,1

*Dilución: 5:25



Potasio soluble

Suelo	Horizonte	Lectura (ue)	K ⁺ mg L ⁻¹	K ⁺ me L ⁻¹
1	Ap	97	30,00	0,6
	ACk	64	19,90	0,5
	2Btk	11	3,40	0,1
	2Ck1	7	2,20	0,05
	3Ck2	8	2,50	0,1
2	Ap	124	38,40	0,9
	A2	94	29,10	0,7
	AC	82	25,40	0,6
	C	72	22,30	0,5
	Ck1	17	5,30	0,6
	Ck2	74	22,30	0,6
Agua	-		-	0,2

Sulfatos

Suelo	Horizonte	mL alícuota	Absorbancia	SO ₄ ⁼ me L ⁻¹
1	Ap	2	0,009	0,2
	ACk	2	0,020	0,4
	2Btk	2	0,014	0,3
	2Ck₁	2	0,044	0,1
	3Ck₂	2	0,075	1,6
2	Ap	2	0,032	0,7
	A₂	2	0,032	0,7
	AC	2	0,034	0,7
	C	2	0,022	0,5
	Ck₁	2	0,221	4,8
	Ck₂	2	0,400	8,7
Agua	-	2	0,203	4,4



Cloruros

Suelo	Horizonte	Alícuota MI	ml AgNO ₃	Promedio	Cl ⁻ me L ⁻¹
1	Ap	2	0,22	0,22	0,5
			0,22		
	ACk	2	0,18	0,17	0,4
			0,16		
	2Btk	2	0,28	0,28	0,7
			0,28		
	2Ck1	2	0,72	0,69	1,7
			0,76		
	3Ck2	2	1,52	1,52	3,8
			1,52		
2	Ap	2	0,16	0,16	0,4
			0,16		
	A2	2	0,16	0,16	0,4
			0,16		
	Ac	2	0,12	0,13	0,3
			0,14		
	C	2	0,18	0,18	0,4
			0,18		
	Ck1	2	1,12	1,12	2,8
			1,12		
	Ck2	2	1,44	1,43	3,6
			1,42		

agua	Alícuota ml	mlAgNO ₃	Cl me L ⁻¹
	2	1,33	3,23

*Blanco: 0,01 mL Ag NO₃

Determinaciones de fertilidad

Materia orgánica

Suelo	g de suelo	CO	M.O
		g Kg ⁻¹	g Kg ⁻¹
1	1	21	36
2	1	15.8	27.2

Blanco: mL gastados 3,96

Sal de Mohr: 0,1N

Nitrógeno Total

Suelo	mL gastados de HCl	N g Kg-1	Relación C/N
1	3,73	2,12	10
2	3,91	1,20	13



Fósforo disponible (Bray y Kurtz)

Suelo	Absorbancia	P mg/l	P mg kg ⁻¹ suelo
1	0,2095	0,31	11
2	0,2385	0,35	12

Potasio asimilable

Suelo	Absorbancia	K mg /l	K mg kg ⁻¹ suelo
1	231	70,4	704
2	258	78,7	787