



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TÉCNICO SUPERIOR AGRARIO EN SUELOS Y AGUAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

TRABAJO FINAL

Caracterización de dos suelos Molisoles en la Estancia

San Agustín



Rodríguez Ayelén Bahía Blanca 2023

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	5
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
UBICACIÓN	6
CLIMA	7
SUELOS	9
PAISAJE REGIONAL	10
VEGETACIÓN	10
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
TRABAJO A CAMPO	11
DETERMINACIONES DE LABORATORIO	12
Físicas	12
Químicas	17
Determinación de la actividad biológica del suelo	20
RESULTADOS.....	22
Suelo 1.....	22
Factores de sitio	22
CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1.....	33
Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).	33
Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962)...	33
Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).	34
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	35
RESULTADOS.....	36
Suelo 2.....	36
Factores de sitio	36
CLASIFICACIÓN DEL SUELO 2.....	47
Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).	47
Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962)...	47
Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).	48
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
CALIDAD DE AGUAS.....	50
Clasificación del agua de acuerdo al contenido salino	51
Clasificación del agua para riego de acuerdo a las normas de Riverside:	51
CONCLUSIONES	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53
APÉNDICE	54

AGRADECIMIENTOS

Al Departamento de Agronomía y a la Universidad Nacional del Sur por formarme.

A los directores y orientadores de este trabajo, Pablo Zalba y Oscar Bravo.

A los técnicos encargados de los laboratorios de Física y Química de suelo, Luciano Rodríguez y Martín Sarti.

A los docentes que me formaron durante el cursado de las materias, Erica Schmidt, Fernando López, Liliana Suñer, Carmen Salerno, Gabriela Minoldo, Julio Iglesias, Mariana Bouza, Matías Duval, Emiliano Rodríguez, Martín Espósito, Leandro Goñi, Maximiliano Garay, Roberto Kiessling, Juan Manuel Martínez, Edgardo Navarro, Micaela Comezana, Guillermina Shultz, Marita Policano.

A los técnicos ayudantes Martín de Lucía, Muricio Borel, Verónica Misler.

A mis amigos.

A mi familia por darme la posibilidad de estudiar.

INTRODUCCIÓN

El Partido de Bahía Blanca se localiza en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Figura 1), cuenta con una superficie de 230.000 has y tiene una población de 335.190 (INDEC, 2022).

Como centro urbano multifuncional su radio de influencia se extiende en unos 200 km, con un entorno apropiado al desarrollo de un importante complejo portuario de aguas profundas, naturalmente protegido por la marcada entrante que hace el mar que diseña la bahía.

El paisaje es de llanura y constituye la expresión meridional de la extensa llanura chaco pampeana, la accidentan niveles excavados, unos por erosión fluvial de los cursos que la disectan y los otros, constituyen una sucesión escalonada labrada por el mar del frente meridional.

La dinámica poblacional se desarrolla fundamentalmente en el entorno urbano de la ciudad de Bahía Blanca, cabecera del Partido y la actividad rural se centra, por una parte, en la explotación agrícola de secano con cultivos de cereales en particular trigo y pecuaria de invernada y cría de ganado bovino principalmente. En el ambiente de los valles fluviales se practica agricultura intensiva bajo riego, en especial horticultura. Con respecto a los suelos dominantes de la zona, corresponden al orden de los molisoles y entisoles.

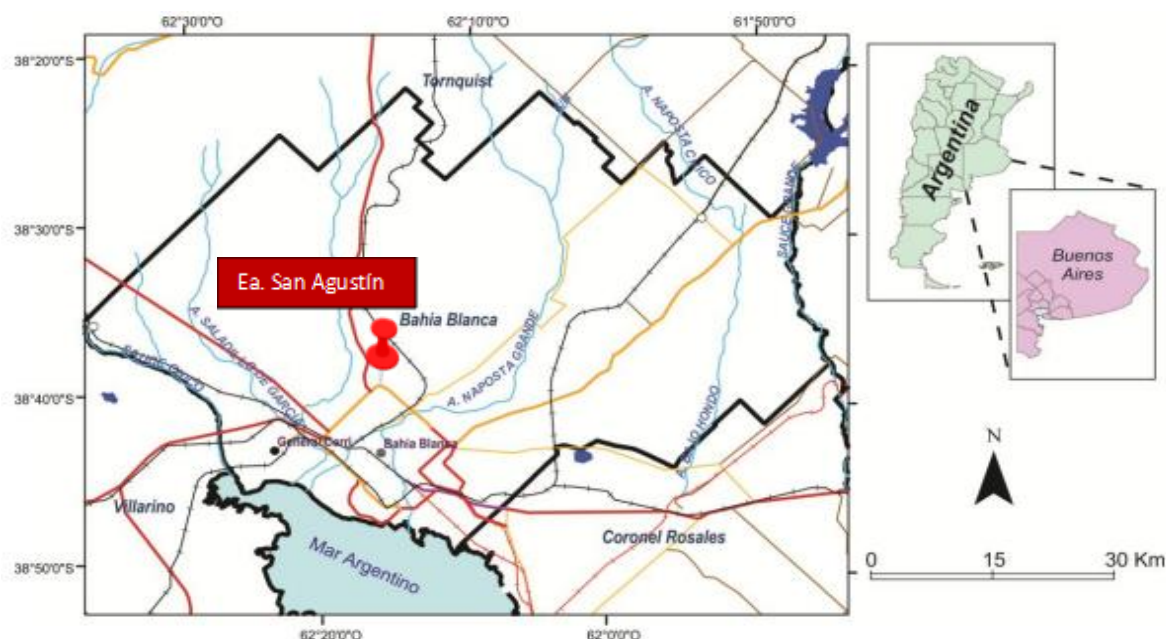


Figura 1. Localización del partido de Bahía Blanca

OBJETIVOS

Los objetivos del presente documento son:

- Describir el área de estudio de los suelos en el partido de Bahía Blanca y ubicar la estancia San Agustín en esta región.
- Mostrar la información obtenida en el trabajo de campo y en las determinaciones y análisis de laboratorio.
- Exponer evaluaciones cualitativas de los suelos estudiados a partir de los datos obtenidos por nuestro trabajo.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN

El establecimiento San Agustín pertenece al partido de Bahía Blanca. Se encuentra a 25 km al norte del centro de la ciudad sobre la Ruta Nacional 33. Cuenta con una superficie de 1.084 ha, (Figura 2).



Figura 2. Establecimiento San Agustín

CLIMA

Siguiendo la clasificación climática de Thornwaite, Bahía Blanca se ubica dentro del grupo subhúmedo seco, con nulo o poco exceso de agua. Según la clasificación de Köppen, la región queda comprendida dentro del tipo BS, semiárido (Mormeneo, 2002). La precipitación media es de 637,7 mm (período 1956-2010) con una distribución estacional que muestra un leve predominio de las lluvias de verano (203,2 mm - 31,9%) respecto a las registradas en otoño (172,5 mm - 27,1%) y en primavera (174,4 mm - 27,4%). En tanto, el 13,6% restante (86,9 mm) corresponde a la lluvia precipitada en invierno (Marinissen et al., 2010).

En relación con los registros térmicos, considerando un período de 100 años (1900-2000) la temperatura media anual es de 15,3° C oscilando entre 23,4° C y 7,9° C según se consideré el periodo estival o invernal. En consecuencia, la amplitud térmica media anual es de 15,5° C. En tanto, el período libre de heladas es de aproximadamente 200 días siendo el 28 de abril la fecha media de ocurrencia de la primera helada con una variación de 23 días, mientras que la última helada tiene fecha media de ocurrencia el 8 de octubre, con una variación de 37 días (Aduriz y Saldungaray, 2007)

Los vientos dominantes en la región provienen desde el cuadrante norte-noroeste, siendo más intensivos, en frecuencia y velocidad, en primavera y verano, ocasionando mayores riesgos de erosión durante ese período. La velocidad media anual es de 24 km/h.

Respecto al edafoclima de la región, el régimen de temperatura es térmico, y el régimen de humedad es ústico, determinado por la cantidad de precipitaciones y por su distribución a lo largo del año.

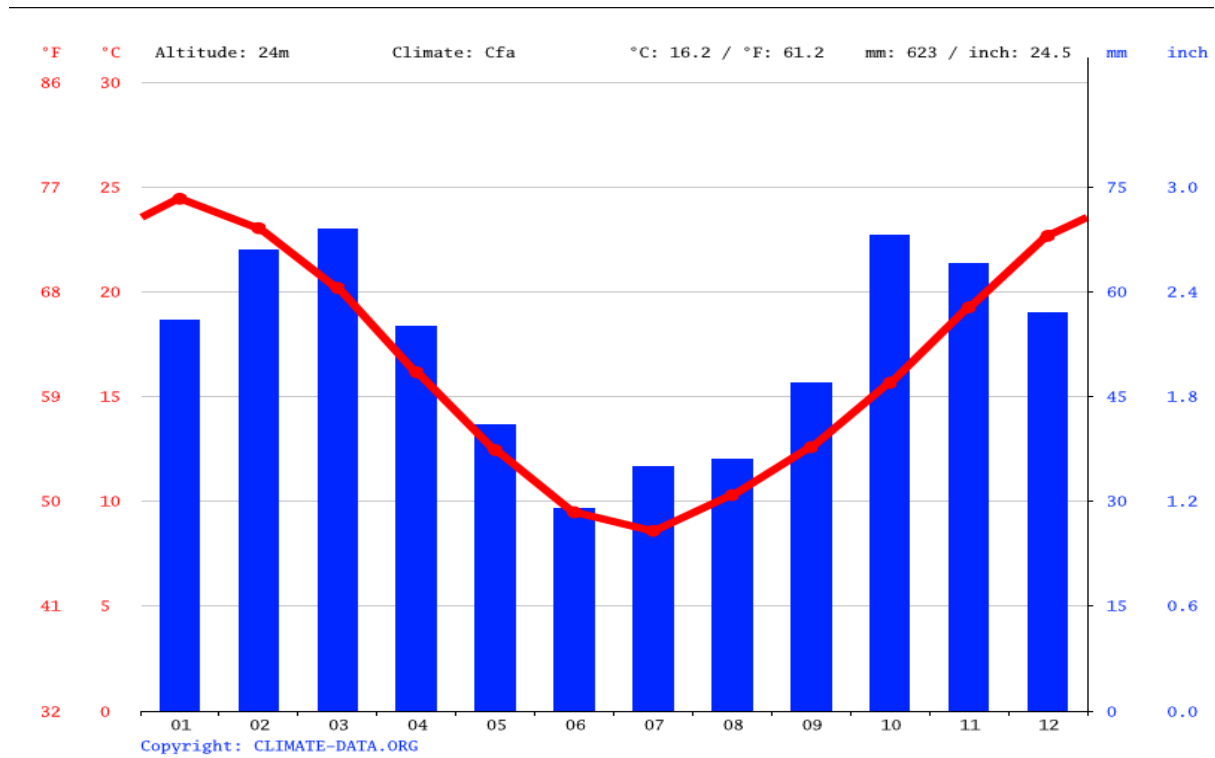


Figura 3. Climograma de Bahía Blanca <https://en.climate-data.org/>

SUELOS

Con excepción de la zona más cercana al mar, que incluye la ciudad de Bahía Blanca, la región del partido, se encuentra dentro del dominio edáfico 3 (Figura 4), cuyos suelos más representativos son los Haplustoles típicos y los Paleustoles petrocálcicos, en su mayor parte formados por materiales parentales loésicos, depositados sobre horizontes petrocálcicos o sobre la roca.

En el lote del establecimiento San Agustín, el Perfil N°1 se realizó sobre una ladera alta, con una pendiente de 1-3%. Mientras que el Perfil N°2 fue sobre una ladera baja (cañadón) con una pendiente <1%.

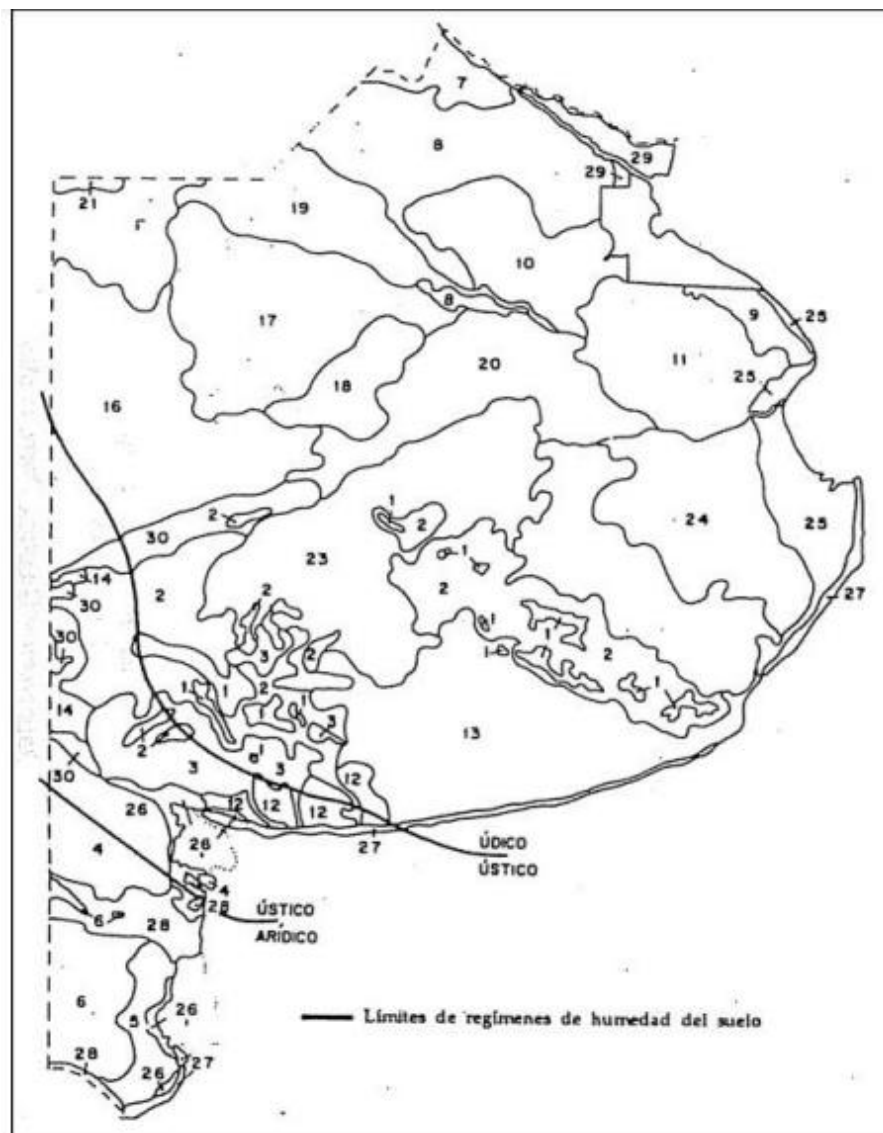


Figura 4. Mapa de los dominios edáficos de la provincia de Buenos Aires.

PAISAJE REGIONAL

El campo está ubicado dentro de lo que se conoce como dominio geomorfológico positivo de Ventania y en la parte media de la llanura sub-ventánica occidental. La región comprende una amplia planicie extendida desde el pie de las Sierras de la Ventana hasta los sectores cercanos a la costa atlántica. La actividad fluvial ha incidido en el paisaje y el relieve, mediante procesos morfogenéticos antiguos desarrollando los valles aluviales que drenan o han drenado los excedentes hídricos desde las nacientes en la serranía hacia la desembocadura, dando lugar a las geoformas que hoy podemos distinguir como loma, ladera y llanura de inundación.

VEGETACIÓN

La vegetación nativa predominante de los alrededores está formada principalmente por estepa de gramíneas (Flechillas en pastizales no degradados y Pajas vizcacheras en situaciones de sobrepastoreo), aunque es común observar arbusto xerófilo en las lomas (Manca caballos, Yao-Yin, Chañar, Piquillín), vegetación halófila en los bajos y llanuras de inundación (Pasto liebre y Pelo de chanco) y psamófila en suelos arenosos (Olivillo). Esta zona es un ecotono entre las provincias fitogeográficas de Pampa y Espinal por lo que es común observar ejemplares de Caldén, Algarrobo y Espinillos propios del Caldenal. De las especies exóticas naturalizadas la más común de observar es la Flor Amarilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

TRABAJO A CAMPO

Se eligieron dos puntos del paisaje representativos del lote con el fin de establecer dos perfiles de suelos diferenciados. Uno en un alto topográfico (en la loma) y otro en un cañadón.

Se describieron los factores de sitio, y se abrieron las calicatas. Una vez abiertos los perfiles, se tomó nota de toda la información posible que se podía inferir de su observación.

Luego se procedió a la toma de muestras. Se guardó material de cada uno de los horizontes identificados, y se tomaron muestras del horizonte superficial para determinar fertilidad, estabilidad estructural y actividad biológica (respiración).

También se tomaron muestras de suelo no disturbadas en cilindros metálicos, para realizar las determinaciones de distribución por tamaño de poros, densidad aparente y para la curva de retención hídrica.

Para evaluar la calidad de aguas, se tomaron muestras de un molino cercano al lote.

Las muestras de suelo se secaron al aire durante una semana aproximadamente, y las que requerían tamizado para su análisis fueron tamizadas a 2 mm.

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

Físicas

Análisis granulométrico Método de la pipeta de Robinson

- Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada 130 volúmenes (diluida al 50%).
- Destrucción de carbonatos con ácido clorhídrico 1 M en los horizontes que presentaron reacción positiva ante el agregado de este mismo ácido.
- Eliminación de cloruros (Cl^-) por lavado con agua destilada por medio de filtración realizada con bomba de vacío en Kitasato y embudo Büchner.
- Dispersión de la muestra utilizando una solución dispersante de hexameta fosfato de sodio y carbonato de sodio, agitación mecánica durante diez horas y separación de las fracciones como se detalla a continuación:
- Limo más arcilla: pipeteado a 10 cm de profundidad en un tiempo determinado de acuerdo a la temperatura de la muestra, secado a estufa a 105°C y pesado de la fracción.
- Arcilla: pipeteado de arcilla, luego de 4 horas de reposo, a profundidad determinada por la temperatura de la muestra, secado a estufa a 105°C y pesado de la fracción.
- Limo: se calcula a partir de la diferencia de las determinaciones anteriores.
- Arenas: se tamizan y lavan con agua por un tamiz de 50 micrones. Se llevan a estufa y una vez secas se separan a través de tamices de distintas mallas. Se pesan las sub fracciones correspondientes a cada tamaño de partícula y en base a la muestra original se calcula su porcentaje.

Humedad equivalente

Se coloca una muestra de suelo en las celdillas de la centrífuga hasta que ocupa aproximadamente la mitad de su volumen. Se llevan a una bandeja y se saturan con agua. Las muestras se centrifugan durante 20 minutos a una velocidad de 2400 rpm. Luego se traspasan las muestras a capsulas de aluminio y se secan en estufa a 105°C hasta peso constante. Por último, se calcula el porcentaje gravimétrico de humedad en base al peso del suelo seco a estufa.

Densidad aparente método del cilindro

Se extraen muestras de suelo sin disturbar mediante el empleo de cilindros de acero, con peso y volumen conocidos (100 cm³), procurando no alterar la estructura del suelo. Se emparejan bien los bordes, cortando el exceso con un 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).

$$\delta_{ap} = \frac{\text{suelo seco a estufa}}{\text{volumen del cilindro}}$$

Densidad Real. Método del picnómetro

La densidad real de un suelo es la relación que existe entre la masa total de las partículas sólidas y el volumen ocupado por las mismas, sin tener en cuenta el espacio poroso. La masa de las partículas sólidas se determina por pesada y su volumen se calcula a partir del volumen del agua que es desplazada por las muestras del suelo.

Se utiliza la siguiente fórmula

$$\delta_r = \frac{(P_2 - P_1)}{[(P_4 - P_1) - [(P_3 - P_1) - (P_2 - P_1)]]} * \delta_w$$

Dónde:

δ_r = densidad real.

δ_w = densidad del agua corregida por temperatura.

P2 = peso del picnómetro con el suelo corregido por humedad higroscópica.

P1= peso del picnómetro vacío.

P3= peso del picnómetro lleno con suelo y agua.

P4= peso del picnómetro lleno de agua a la temperatura observada.

Humedad higroscópica

Se colocan las muestras de suelo seco al aire en cápsulas de aluminio, se pesan y se llevan a estufa a 105°C, hasta peso constante. La pérdida de peso experimentada representa la humedad higroscópica del suelo, eliminada por evaporación, y el resultado se expresa en porcentaje.

Estabilidad estructural método de De Leenheer y De Boodt

En este método se determina por el cambio en el Diámetro Medio Ponderado (DMP) teniendo en cuenta la comparación del estado inicial con el estado final.

Después de haber sometido al suelo a una fuerza definida y reproducible dicho cambio se obtiene gráficamente midiendo el área entre la curva acumulativa de la distribución por tamaño de agregados en húmedo.

Estado inicial:

- Tamizado en seco (batería de tamices de 8; 4,8; 2,8; 2; 1 mm).
- Se obtiene el porcentaje de cada fracción y se ubican sus valores en la curva acumulativa.
- Golpeteo (simulación de impacto de la gota de lluvia).
- Incubación 24 hs a 20°C y una humedad de 98 a 100%.

Estado final:

- Tamizado en húmedo (batería de tamices de 8; 4,8; 2,8; 2; 1; 0,5 mm).

- Se colocan las muestras en estufa a 60°C hasta peso constante.
- Se obtiene el porcentaje de cada fracción y se ubican sus valores en la curva acumulativa.

Se obtiene el cambio en el diámetro medio ponderado a partir de la comparación de las curvas de tamizado en seco y en húmedo. Con el planímetro se mide el área comprendida entre ambas curvas. Este valor se divide por 10 y se obtiene el índice de estabilidad estructural.

$$\text{Cambio en la relación (mm)} = \frac{\text{Superficie}}{10}$$

$$\text{Índice de estabilidad} = \frac{(0,5 \times 100)}{\text{Cambio}}$$

Tabla 1. Clasificación del índice de estabilidad estructural de los agregados.

Índice	Clasificación
Mayor de 50	Excelente
40 - 50	Muy buena
33 - 40	Buena
25 - 33	Insatisfactoria
< 25	Estabilidad mala

Curva de retención hídrica y distribución por tamaño de poros (método de la mesa de tensión y placas de presión)

Se toman muestras de suelo sin disturbar (en cilindros), se saturan con agua ($pF= 0$) y se las somete a diferentes tensiones de succión para obtener los datos de humedad volumétrica en diferentes puntos y poder de esta forma construir una curva de retención hídrica y así determinar la distribución del espacio poroso de dichas muestras.

Las tensiones aplicadas en esta oportunidad fueron 0; 1; 1,8; 2,5 y 4,2 pF.

En este último valor de 4,2 pF (punto de marchitez permanente) se utilizan muestras disturbadas, las cuales se colocan en anillos sobre una placa saturada con agua y se les aplica una presión de 15 atm hasta peso constante obteniéndose el dato de humedad gravimétrica y al multiplicarlo por la densidad aparente del suelo se calcula la humedad volumétrica en el punto de marchitez permanente.

Químicas

pH (método potenciométrico)

Se determina por el método potenciométrico sobre una suspensión suelo y agua en una relación 1:2,5, y de manera directa en los extractos de saturación y en las muestras de agua.

Conductividad eléctrica método conductimétrico

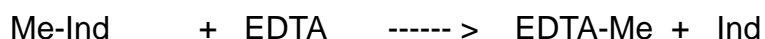
Determinada en el extracto de saturación y en las muestras de agua expresado en dS m⁻¹.

Cloruros método argento-métrico

Se determina en solución ligeramente alcalina (ajustando el pH con hidróxido de sodio), utilizando cromato de potasio como indicador del punto final de la titulación con nitrato de plata.

Calcio + Magnesio método volumétrico

Titulación complejo métrica con EDTA. Durante la valoración, el EDTA añadido reacciona primero con los iones metálicos que quedan libres en solución y luego desplaza al colorante del complejo metal-indicador. Se produce entonces una variación progresiva del color. Esto ocurre según la siguiente reacción:



Sodio y Potasio método Fotometría de llama

Se determinó en los extractos de saturación y en las muestras de agua. Consiste en la introducción de la muestra en la llama en un estado finamente disperso. Se compara el incremento de la intensidad luminosa, que resulta, con aquel que produce una solución de concentración conocida. Previamente se construyó una curva de calibrado para luego calcular la concentración de sodio y potasio en cada muestra.

Carbonatos y Bicarbonatos

Valoración de la muestra con ácido sulfúrico usando anaranjado de metilo como indicador para el punto final de los bicarbonatos, y fenolftaleína para determinar la presencia de carbonatos.

Sulfatos método turbidimétrico

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

Cationes intercambiables

Se desplazan los cationes del complejo de cambio con acetato de amonio 1 M pH 7,0 previo lavado de cationes solubles con alcohol, y en el extracto obtenido se determinan sodio y potasio por fotometría de emisión de llama y calcio + magnesio por titulación complejo-métrica de acuerdo a lo descripto.

Capacidad de intercambio catiónico

Se satura el complejo de intercambio con acetato de sodio a pH 8,2, se lava con alcohol etílico el exceso de sodio hasta obtener una conductividad eléctrica menor a 50 micro mhos cm^{-1} , luego se desplaza el sodio absorbido con acetato de amonio 1 M a pH 7,0 y se mide por fotometría de emisión de llama. Se expresa en $\text{cmol}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Materia orgánica

Se estimó a partir del resultado de carbono orgánico obtenido a través del analizador automático de carbono marca LECO por combustión seca.

Fósforo extraíble método de Bray y Kurtz

Como solución extractiva se utiliza fluoruro de amonio y ácido clorhídrico. Se desarrolla color con una mezcla de solución de molibdato, ácido sulfúrico, solución de tartrato de antimonio y potasio, más ácido ascórbico. Se mide el color desarrollado en el espectrofotómetro y se calcula la concentración de fósforo por comparación de lectura con una curva patrón.

Fósforo total

La extracción se realiza con una digestión del suelo en ácido nítrico y clorhídrico en relación (10:3), previo calcinado de la muestra a 550°C durante 4 h. Se determina el fósforo presente por colorimetría como en procedimiento de fósforo extraíble.

Potasio asimilable

Se utiliza como solución extractiva acetato de amonio 1 M a pH 7. La determinación del potasio en el extracto se realiza por fotometría de emisión a la llama.

Fósforo orgánico e inorgánico (método de Saunders y Williams):

Se estima el fósforo orgánico (Po), a partir de la diferencia entre el P extraído con H_2SO_4 1 M de una muestra calcinada a 550°C (Po+Pi) y de otra sin calcinar.

Determinación de calcáreo

Se basa en la medición del desprendimiento de dióxido de carbono de la muestra cuando ésta se pone en contacto con ácido clorhídrico al 10%, mediante un calcímetro; comparándolo con un patrón de carbonato de calcio puro.

Determinación de nitrógeno total (método de Kjeldahl)

Consiste en la oxidación húmeda de la materia orgánica, que permite transformar el N orgánico en NH_4^+ .

Luego se destila el digesto en un destilador por arrastre de vapor y se realiza una titulación con H_2SO_4 0,01N para cuantificar el amonio.

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, es decir, un solo vial con 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:

(Muestra - Blanco) X 0,393=.....mg de CO₂/100g/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).

RESULTADOS

Suelo 1

Historia del lote

Al ser un establecimiento agrícola puro (no hay uso ganadero), durante los últimos 5 años se ha realizado un monocultivo de cereal de invierno (trigo o cebada).

Factores de sitio

Fecha de observación: 07/09/2022.

Ubicación: Estancia San Agustín

38°32' 14,4'' Latitud Sur

62° 9' 29,8 '' Longitud Oeste.

Altitud: 137msnm.

Paisaje: Dominio positivo de Ventania. Porción media de la Llanura Subventánica Occidental.

Relieve: Normal. Plano suavemente ondulado.

Geoforma: Ladera alta.

Posición: Tope de lomada.

Pendiente: 1-3 %.

Material Parental: Sedimentos loessoides sobre tosca.

Edafoclima: Régimen de humedad ústico; régimen de temperatura térmico.

Drenaje: Bien drenado.

Uso de la tierra: Agrícola.

Vegetación: Cultivo de cebada en siembra directa.

Cobertura: 90 %.

Erosión: No se observaron signos de erosión actual, moderada susceptibilidad a erosión eólica e hídrica.



Figura 5. Perfil del Suelo 1

Tabla 1. Descripción morfológica del Suelo 1.

Horizonte	Descripción
Ap 0-6 cm	Negro en húmedo (10YR 2/1), pardo grisáceo claro en seco (10 YR 6/2); franco arenoso; bloques subangulares medios finos, moderados; poco consolidado; friable ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces abundantes; seco; limite abrupto y plano; comunes pellets fecales; no presenta reacción al HCl 10%.
Ad 6-15 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2), pardo en seco (10YR 5/3); franco arenoso; estructura masiva; muy consolidado; friable ligeramente plástico ligeramente adhesivo; raíces escasas; muy húmedo; limite abrupto y plano; no presenta reacción al HCL 10%; comunes pellets fecales.
A3 15-27 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2), pardo en seco (10YR 5/3); franco arenoso; bloques subangulares medios finos moderados; poco consolidado; friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; raíces escasas; húmedo; limite abrupto y plano; no presenta reacción al HCL 10%
Ck 27-50 cm	Pardo oscuro en húmedo (10YR 4/3), blanco en seco (10YR 8/2); franco arcillo limoso; bloques subangulares medios finos débiles; poco consolidado/ consolidado; muy friable plástico; raíces escasas; húmedo; limite abrupto y ondulado; presenta reacción al HCL 10%; formaciones especiales calcitaciones y concreciones.
2Ckm +50	Horizonte petrocálcico.

Determinaciones físicas

Tabla 2. Determinaciones físicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Ad	A3	Ck
Profundidad	cm	0-6	6-15	15-27	27-50
Análisis granulometría	Arcilla	137	155	155	237
	Limo	145	150	139	112
	Arena muy fina	311	295	306	282
	Arena fina	291	300	302	276
	Arena media	111	96	94	92
	Arena gruesa	5	3	1	1
	Arena muy gruesa	1	1	0,0	0,0
Clase textural		FA	FA	FA	FaA
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,43	-	-	-
Densidad real		2,65	-	-	-
Porosidad total	%	46,0	-	-	-
Humedad equivalente	%	14,02	14,63	14,68	24,48
Humedad higroscópica	(Grav)	2,57	2,62	2,88	3,31

Estabilidad estructural

Tabla 3. Estabilidad estructural Suelo 1.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
32,4	3,2	15,4	Mala

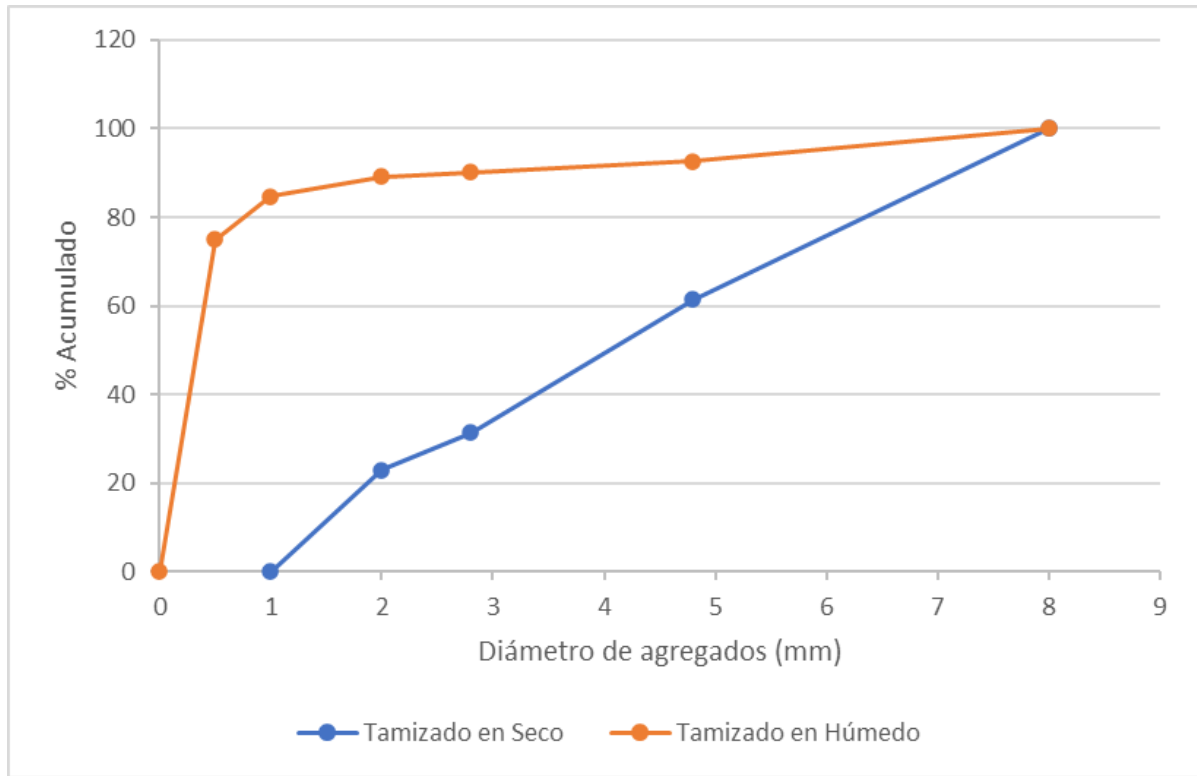


Figura 6. Estabilidad estructural Suelo 1.

Curva de retención hídrica

Tabla 3. Curva de retención hídrica Suelo 1.

pF	0	1,0	1,8	2,5	4,2	4,5	7	Agua útil
Agua (% vol.)	45,8	43,8	34,1	24,4	10,8	3,68	0	13,6



Figura 7. Curva de retención hídrica Suelo 1.

Distribución del espacio poroso

Tabla 4. Distribución del espacio poroso del Suelo 1.

PT	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
45,8	11,7	9,7	13,6	7,15	3,68	54,2

- ❖ Macro poros > 50 μm
- ❖ Meso poros grandes 50 – 9 μm
- ❖ Meso poros chicos 9 – 0,2
- ❖ Micro poros 0,2 – 0,1 μm
- ❖ Ultra micro poros < 0,1 μm



Figura 8. Distribución del espacio poroso Suelo 1

Determinaciones químicas

Tabla 5. Determinaciones químicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Ad	A3	Ck		
Profundidad	cm	0-6	6-15	15-27	27-50		
Materia orgánica	g kg⁻¹	25	18	16	10		
Carbono orgánico		15	11	9	6		
Fósforo total	mg kg⁻¹	225	181	200	372		
Fósforo orgánico		128	147	154	177		
Fósforo inorgánico		97	34	46	195		
Relación C/P	CO/PO	110	70	60	34		
Calcáreo	g kg⁻¹	-	-	-	233		
pH (en suspensión 1:2,5)		7,1	7,2	7,9	8,3		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	cmol_c kg⁻¹	10,4	10,8	11,12	*
		Na⁺		0,8	0,4	0,6	0,8
		K⁺		2,2	1,7	1,3	0,8
	Suma de bases		13,5	12,9	13,0	-	
CIC		cmol_c kg⁻¹	14,0	13,0	13,7	12,3	
Saturación de bases		%	96,4	99,4	94,8	-	
PSI			5,7	2,7	4,3	6,6	

*No determinado por la presencia CaCO³

Composición de sales solubles

Tabla 6. Composición de las sales solubles del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Ad	A3	Ck		
Profundidad	cm	0-6	6-15	15-27	27-50		
Extracto de saturación	pH		7,9	7,3	7,8	8,1	
	Conductividad eléctrica		dS m⁻¹	0,46	0,41	0,28	0,27
	Cationes	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	me L⁻¹	3,8	3,7	3,5	2,5
		Na⁺		0,8	1,0	0,7	0,6
		K⁺		1,1	0,4	0,3	0,0
		Suma		5,5	5,1	4,5	3,2
	Aniones	SO₄⁼	me L⁻¹	0,4	2,2	0,6	0,3
		Cl⁻		1,2	0,9	1,0	1,1
		CO₃⁼		-	-	-	-
		HCO₃⁼		3,6	1,3	2,0	2,1
		Suma		5,1	4,4	3,6	3,5
	RAS		0,6	0,7	0,5	0,5	

Fertilidad química

Tabla 7. Determinaciones de fertilidad de la capa arable del Suelo 1.

pH (suelo: 1:2,5)		7,5
Materia orgánica	g kg⁻¹	20
Carbono orgánico		12
Nitrógeno total		1,2
Relación C / N		9,7
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	3
Potasio asimilable		315

Actividad biológica

Tabla 8. Respiración microbiana del Suelo 1.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹	Clasificación
Ap	11,2	Moderadamente baja
Ad	6,8	Baja
A3	6,6	Baja

Valores de actividad biológica suministrados por el laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos (313) del Departamento de Agronomía – UNS

Rango de valores de actividad biológica.

mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹	Clasificación
<5	Muy baja
5-10	Baja
10-15	Moderadamente baja
15-20	Moderada
20-25	Óptima
>25	Elevada

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1

Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).

Como características diagnosticas el suelo presenta Epipedón Mólico.

Endopedones: cálcico y petrocálcico.

El edafoclima es de régimen úsico-térmico. Clasificando como:

Paleustol Petrocalcico franco fino somero

Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962).

El suelo clasifica como **VIs**, siendo su principal limitante:

- e:** Susceptibilidad a Erosión eólica: arenas erodibles >60%. (IV)
- S:** Profundidad: 50 cm (petrocálcico), zona semiárida (VI)
CRAD (mm/m) estimada: ACEPTABLE (II)
- C:** Condiciones climáticas: ligeramente desfavorables (II)

Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

Sa: contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

$IP= (0,6*0,7*0,6*0,8*1*0,95*1*1*1*0,8) \times 100= 15,3\% \text{ Pobre productividad}$

Sobre la base de estos datos, el sistema RQUIER/FAO propone cinco clases de productividad:

Valores de referencia del Índice de productividad (IP)

Muy buena productividad	65 - 100 %
Buena productividad	35 - 64 %
Media o regular productividad	20 - 34 %
Pobre productividad	8 - 19 %
Muy pobre productividad	0 - 7 %

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Suelo 1 evoluciona a partir de sedimentos loessicos sobre tosca, con una profundidad efectiva de 50 cm. Según el análisis granulométrico, la textura es franco arenoso. La fracción arcilla presenta valores entre 137 y 237 g kg⁻¹. En cuanto a la fracción arena presenta un rango de 282 a 311 g kg⁻¹, con marcado predominio de la arena muy fina.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como mala. La densidad aparente fue de 1,43 Mg m⁻³ y la porosidad total de 45,8%. Con respecto a la curva de retención hídrica los contenidos de agua para los puntos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente fueron 24,4 % (v/v) y 10,8 % (v/v) respectivamente, obteniéndose del cálculo del rango de agua útil un valor de 13,6 mm en 10 cm de espesor. Indicando una capacidad de retención hídrica adecuada para este tipo de suelos.

En la distribución de espacio poroso predominan los mesoporos.

El contenido de materia orgánica en el horizonte superficial alcanzo los 25,37 g kg⁻¹.

El contenido de fósforo total fue bajo a lo largo de todo el perfil.

Los valores de CIC fueron moderados rondando los 14 cmol kg⁻¹ acorde con la textura franca arenosa.

Los valores de CE y RAS del extracto de saturación indican que el suelo no presenta problemas de sodicidad y salinidad.

En la muestra obtenida para la determinación de fertilidad química en la capa arable se encontraron valores bajos de nitrógeno total (1,19 g kg⁻¹), muy bajos de fosforo extraíble (3 mg Kg⁻¹) y bajos de carbono orgánico (11,6 g kg⁻¹), acorde a lo observado en la muestra del horizonte superficial del perfil.

Los procesos pedogenéticos presentes fueron: melanización, génesis de estructura, lavado, movilización y precipitación de CaCO³.

RESULTADOS

Suelo 2

Historia del lote

Al ser un establecimiento agrícola puro (no hay uso ganadero), durante los últimos 5 años se ha realizado un monocultivo de cereal de invierno (trigo o cebada).

Factores de sitio

Fecha de observación: 07/09/2022.

Ubicación: Establecimiento San Agustín

38° 32' 17,8" Latitud Sur

62° 9' 34,6" Longitud Oeste.

Altitud: 122 msnm.

Paisaje: Dominio Positivo de Ventania. Porción media de la Llanura Subventánica Occidental.

Relieve: Normal.

Geoforma: Paleocauce colmatado (Cañadón).

Posición: Parte central del cañadón.

Gradiente: <1 %.

Material Parental: Sedimentos Loessoides.

Edafoclima: Régimen de humedad: Ústico. Régimen de temperatura: Térmico.

Drenaje: Moderadamente bien drenado.

Uso de la tierra: Agrícola.

Vegetación: Cultivo de cebada en siembra directa.

Cobertura: Alta 100%.

Erosión: No se observa.



Figura 9. Perfil de Suelo 2

Tabla 9. Descripción morfológica del Perfil 2.

<p>Ap 0-6 cm</p>	<p>Pardo muy oscuro en húmedo (10YR 2/2), pardo en seco (10YR 5/3); franco arcilloso; estructura bloques sub angulares medios finos moderados; poco consolidado; friable, muy plástico y adhesivo; raíces escasas; seco; limite abrupto y plano; no presenta reacción al HCl 10%; abundantes pellets fecales.</p>
<p>ABd 6- 21cm</p>	<p>Pardo muy oscuro en húmedo (10YR 2/2), pardo grisáceo en seco (10YR 5/2); franco arcilloso; masivo; muy consolidado; friable, muy plástico y adhesivo; raíces comunes; seco/ húmedo; limite abrupto y plano; no presenta reacción al HCl 10 %, comunes pellets fecales.</p>
<p>Bt1 21-47 cm</p>	<p>Pardo muy oscuro en húmedo (10YR 2/2), pardo grisáceo oscuro en seco (10YR 4/2); franco arcilloso; bloques sub angulares medios finos moderados; consolidado; friable, muy plástico, muy adhesivo; barnices muy abundantes; raíces escasas; muy húmedo; limite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10 %.</p>
<p>Bt2 47-71</p>	<p>Pardo oscuro en húmedo (10YR 3/3), pardo amarillento en seco (10YR 5/4); franco arcilloso, estructura prismática, prismas medios finos moderados; consolidado a poco consolidado; friable, muy plástico, muy adhesivo; barnices muy abundantes; raíces escasas; muy húmedo a húmedo; limite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10 %.</p>
<p>BC 71-99</p>	<p>Pardo oscuro en húmedo (10 YR 4/3), pardo amarillento oscuro en seco (10YR 4/4); franco arcillo arenoso; bloques sub angulares medios moderados a débiles; consolidado a poco consolidado; friable, muy plástico, muy adhesivo; escasos barnices; raíces escasas; húmedo a muy húmedo; limite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10%.</p>
<p>C 99- 180</p>	<p>Pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR 4/4), pardo amarillento en seco (10YR 5/4); franco arcillo arenoso; bloques subangulares finos débiles; poco consolidado; friable, plástico, adhesivo; raíces escasas; húmedo; limite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10%.</p>

Determinaciones físicas

Tabla 8. Determinaciones físicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	ABd	Bt1	Bt2	BC	C
Profundidad	cm	0-6	6-21	21-47	47-71	71-99	99-180
Análisis granulometría	Arcilla	274	354	373	360	317	249
	Limo	339	307	286	242	230	250
	Arena muy fina	255	230	242	263	328	386
	Arena fina	110	96	85	122	115	105
	Arena media	22	13	13	12	9	10
	Arena gruesa	1	0	0	1	0	0
	Arena muy gruesa	0	0	0	0	0	0
Clase textural		Fa	Fa	Fa	Fa	FaA	FaA
Densidad aparente	Mg m⁻³	1,30	-	-	-	-	-
Densidad real		2,61	-	-	-	-	-
Porosidad total	% (grav)	50,2	-	-	-	-	-
Humedad equivalente		24,35	26,73	26,86	25,45	24,63	23,40
Humedad higroscópica		4,24	4,92	5,08	5,19	4,68	4,35

Estabilidad estructural

Tabla 9. Estabilidad estructural del Suelo 2.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
30,9	3,1	16,1	Mala

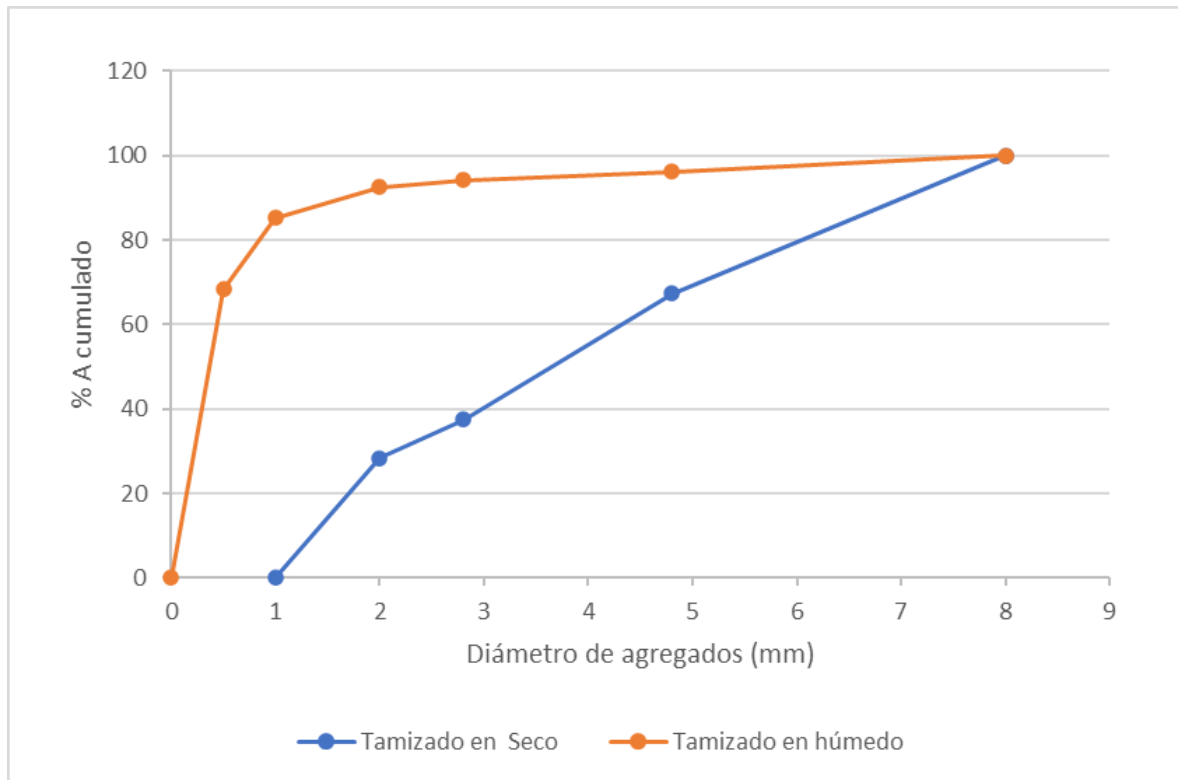


Figura 10. Estabilidad estructural Suelo 2.

Retención hídrica

Tabla 10. Curva de retención hídrica del Suelo 2.

pF	0	1,0	1,8	2,5	4,2	4,5	7	Agua útil
Agua (% vol)	50,7	48,6	39,3	32,7	16,8	5,51	0	15,9

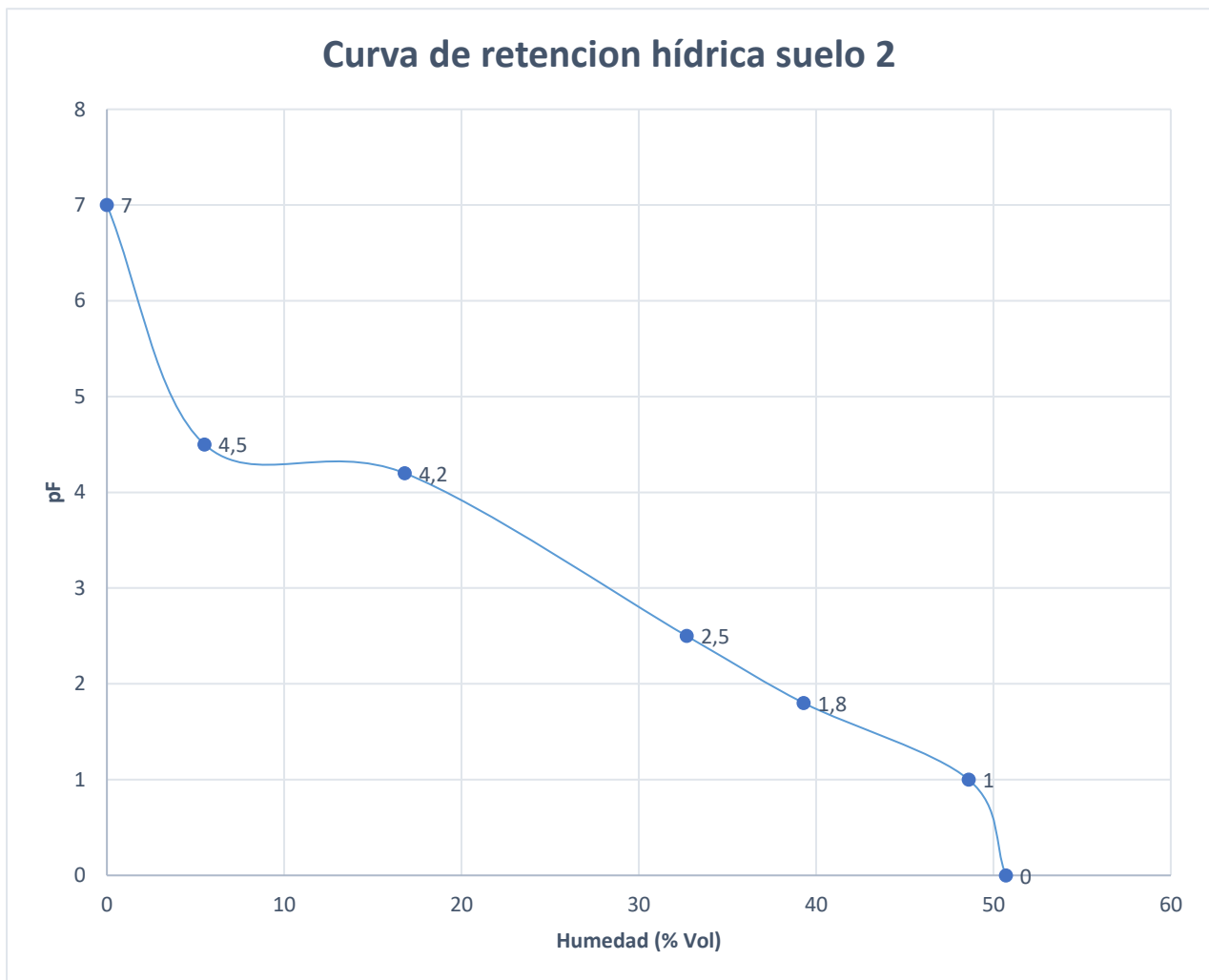


Figura 11. Curva de retención hídrica Suelo 2.

Distribución del espacio poroso

Tabla 11. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

PT	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
50,7	11,4	6,6	15,9	11,6	5,51	49,3

- ❖ Macro poros > 50 μm
- ❖ Meso poros grandes 50 – 9 μm
- ❖ Meso poros chicos 9 – 0,2
- ❖ Micro poros 0,2 – 0,1 μm
- ❖ Ultra micro poros < 0,1 μm

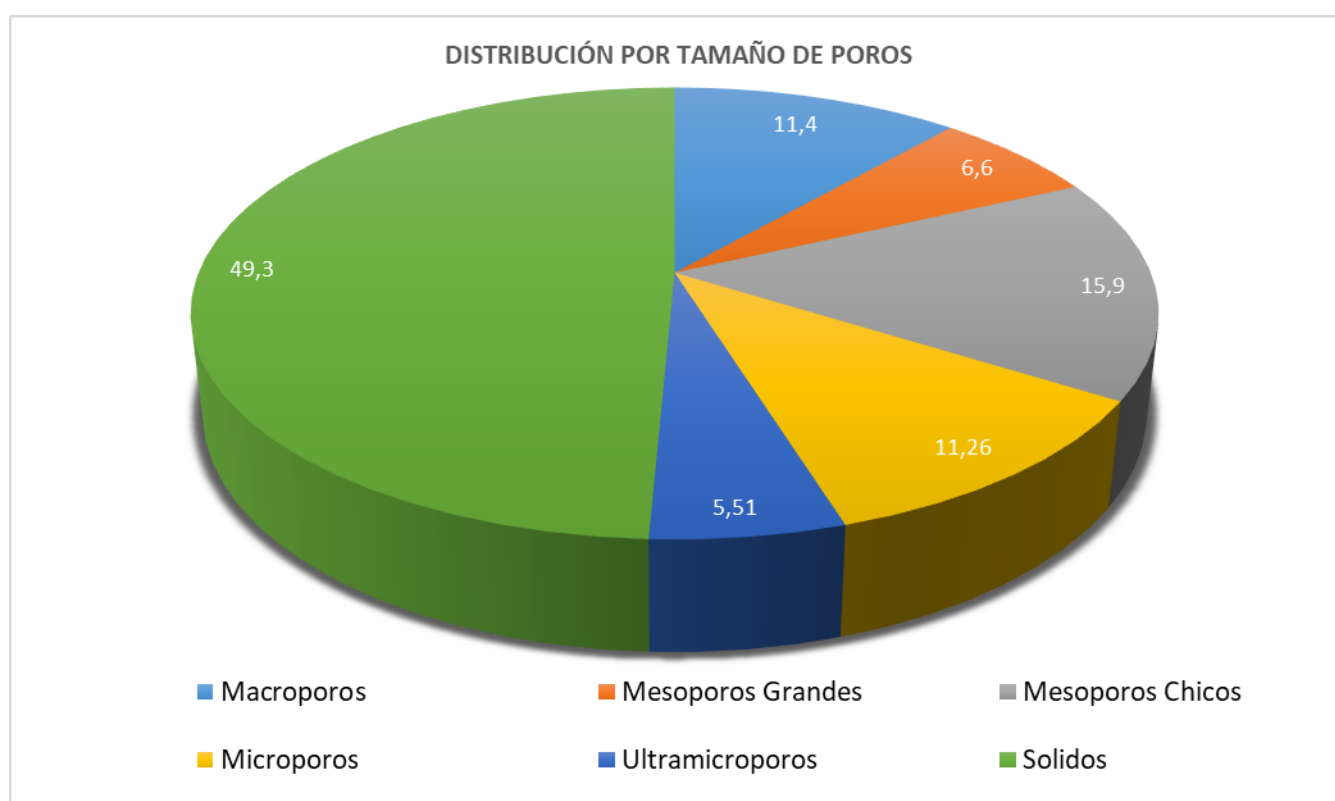


Figura 12. Distribución por tamaño de poros Suelo 2.

Determinaciones químicas

Tabla 12. Determinaciones químicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	ABd	Bt1	Bt2	BC	C		
Profundidad	cm	0-6	6-21	21-47	47-71	71-99	99-180		
Materia orgánica	g kg⁻¹	31	21	15	8	5	4		
Carbono orgánico		18	12	9	5	3	2		
Fósforo total	mg kg⁻¹	477	442	356	271	311	318		
Fósforo orgánico		138	120	98	49	37	12		
Fósforo inorgánico		339	322	258	222	274	306		
Relación C/P	CO/PO	130	100	90	100	80	180		
Calcáreo	g kg⁻¹	-	-	-	-	-	-		
pH (en suspensión 1:2,5)		6,2	7,1	7,1	7,1	7,4	7,3		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	cmol_c kg⁻¹	13,1	16,04	16,8	17,2	15,9	14,1
		Na⁺		0,4	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8
		K⁺		2,3	3,1	2,4	2,4	2,0	2,2
	Suma de bases		15,7	19,7	19,9	20,1	18,7	17,1	
CIC		cmol_c kg⁻¹	18,1	20,8	20,6	20,1	18,9	17,3	
Saturación de bases		%	86,6	94,7	96,6	100	99,1	98,6	
PSI			1,9	2,9	3,3	2,7	4,2	4,5	

Composición de sales solubles

Tabla 13. Composición de las sales solubles del Suelo 2.

Horizonte		Ap	ABd	Bt1	Bt2	BC	C		
Profundidad	cm	0-6	6-21´	21-47	47-71	71-99	99-180		
Extracto de saturación	pH		7,2	7,5	7,8	8,1	8,3	8,2	
	Conductividad eléctrica		dS m⁻¹	0,39	0,19	0,39	0,18	0,16	0,18
	Cationes	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	me L⁻¹	1	2,1	3,6	1,9	2	2
		Na⁺		1	0,6	0,7	0,8	0,9	0,6
		K⁺		1,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2
		Suma		3,5	3,1	4,5	2,8	3	2,8
	Aniones	SO₄⁼	me L⁻¹	0,4	0,6	2	0,5	0,6	0,4
		Cl⁻		0,9	0,8	1	1	0,9	0,8
		CO₃⁼		-	-	-	-	-	-
		HCO₃⁼		1	1,2	1,4	1	1	0,9
Suma		2,3		2,6	4,3	2,4	2,4	2,1	
RAS		1,5	0,6	0,5	0,8	0,9	0,6		

Fertilidad química

Tabla 14. Fertilidad química del Suelo 2.

pH (suelo: 1:2,5)		6,3
Materia orgánica	g kg⁻¹	29
Carbono orgánico		17
Nitrógeno total		1,21
Relación C / N		13,9
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	19
Potasio asimilable		525

Actividad biológica

Tabla 15. Respiración microbiana del Suelo 2.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
Ap	17,3	Moderada
ABd	7,6	Baja

Rango de valores de actividad biológica (respiración)

mg CO ₂ 100g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
<5	Muy baja
5-10	Baja
10-15	Moderadamente baja
15-20	Moderada
20-25	Óptima
>25	Elevada

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 2

Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).

Como características diagnosticas el suelo presenta Epipedón Mólico.

Endopedones: Argílico

El edafoclima es de régimen úsico-térmico, clasificando como:

Argiustol Típico, arcilloso, térmico

Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962).

El suelo clasifica como **llwc**, siendo su principal limitante:

- e:** No presenta susceptibilidad a Erosión hídrica ni eólica. (I)
- w:** Drenaje: Moderadamente bien drenado (II)
- S:** Profundidad: 180 cm, zona semiárida (I)
CRAD (mm/m) estimada: BUENA (I)
- C:** Condiciones climáticas: ligeramente desfavorables (II)

Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

Sa: contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

$IP= (0,6*0,9*1*0,9*1*0,95*1*1*1*1) \times 100= \mathbf{46\% Buena Productividad}$

Sobre la base de estos datos, el sistema RIQUIER/FAO propone cinco clases de productividad:

Valores de referencia del Índice de productividad (IP)

Muy buena productividad	65 - 100 %
Buena productividad	35 - 64 %
Media o regular productividad	20 - 34 %
Pobre productividad	8 - 19 %
Muy pobre productividad	0 - 7 %

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Suelo 2 evoluciona a partir de sedimentos loessicos. Según el análisis granulométrico, la textura es franco arcilloso con un predominio de arcillas en dos horizontes principalmente (Bt1 y Bt2) con aproximadamente 366 g kg^{-1} . La fracción limo presenta valores entre 249 y 339 g kg^{-1} . En cuanto a la fracción arena presenta rango de 230 a 386 g kg^{-1} , con marcado predominio de la arena muy fina.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como mala. Esto podría atribuirse principalmente a las practicas agronómicas realizadas ya que el horizonte ABd constituyó una capa densificada. La densidad aparente fue de $1,3 \text{ Mg m}^{-3}$ y la porosidad total de $50,7\%$. Con respecto a la curva de retención hídrica los contenidos de agua para los puntos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente fueron $32,7 \%$ (v/v) y $16,8 \%$ (v/v) respectivamente, obteniéndose del cálculo del rango de agua útil un valor de $15,9 \text{ mm}$ en 10 cm de espesor. Indicando una capacidad de retención hídrica buena para este tipo de suelos.

En la distribución de espacio poroso predominan los mesoporos.

El contenido de materia orgánica en el horizonte superficial alcanzo los 31 g kg^{-1} . El contenido de fósforo total fue bajo a lo largo de todo el perfil, sin embargo fue superior al del Suelo 1.

Los valores de CIC fueron moderados rondando los 20 cmol kg^{-1} acorde con la textura franco arcillosa.

Los valores de CE y RAS del extracto de saturación indican que el suelo no presenta problemas de sodicidad y salinidad.

En la muestra obtenida para la determinación de fertilidad química en la capa arable se encontraron valores bajos de nitrógeno total ($1,21 \text{ g kg}^{-1}$) y medios de carbono orgánico ($16,83 \text{ g kg}^{-1}$), acorde a lo observado en la muestra del horizonte superficial del perfil.

Los procesos pedogenéticos presentes en el suelo fueron: Melanización y génesis de estructura en el horizonte superficial, eluviación (horizontes A) e iluviación (horizontes B).

CALIDAD DE AGUAS

Tabla 16. Determinaciones químicas en muestra de agua.

Muestra (molino)			
Aniones	pH		9,8
	CE	dS m⁻¹	0,58
	Cl⁻	me L⁻¹	0,8
	SO₄⁼		0,23
	CO₃⁼		2,55
	HCO₃⁼		2,95
	Suma		6,3
Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	1,3		
Cationes	Na⁺	5,4	
	K⁺	0,1	
	Suma	6,8	
	RAS		6,75
Dureza	mg L⁻¹	65	
Clasificación dureza			LIGERAMENTE DURA

Clasificación del agua de acuerdo al contenido salino

De acuerdo al contenido salino del agua del molino siendo su conductividad eléctrica 0,58 dS m⁻¹ clasifica como *excelente* siendo apta para todas las clases de ganado y aves de corral.

Clasificación del agua para consumo animal:

Según la clasificación del agua para consumo animal propuesta por Sager (2000), el agua del molino, califica como buena (relación 1:0).

Clasificación del agua para riego de acuerdo a las normas de Riverside:

C2 S1

Aguas de buena calidad aptas para riego

Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. No obstante, las plantas sensibles como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se encuentran en un mismo lote dentro de la estancia "*San Agustín*" del partido de Bahía Blanca.

El Suelo 1 se ubica en una ladera alta, con la tosca situada relativamente cerca de la superficie, dando lugar a un perfil poco profundo (50 cm). El Suelo 2 está ubicado sobre un paleocauce, con una profundidad efectiva de 180 cm, sin presencia de horizonte petrocalcico, por lo cual no posee limitaciones de profundidad. Ambos suelos tienen como material parental sedimentos loessoides, sin embargo, el Suelo 2 posee una secuencia de horizontes A-B-C marcando un mayor desarrollo del perfil frente al Suelo 1 con una secuencia A-C.

El Suelo 1 fue clasificado como Paleustol Petrocalcico franco fino somero, con una textura franco arenosa. En tanto el Suelo 2 fue clasificado como Argiustol Típico, arcilloso, térmico, con una textura mayormente franco arcillosa. La estabilidad estructural resulto ser "mala" en ambos perfiles.

En el Suelo 2, el horizonte superficial presenta una mayor melanización, y se observa allí un valor moderadamente mayor de actividad biológica.

El contenido de materia orgánica de los horizontes superficiales fue mayor en el Suelo 2 (32 g/kg, frente a 25 g/kg).

Ambos suelos muestran valores medios de CIC y PSI.

La capacidad de uso del Suelo 1 clasifica como **VIs** siendo sus mayores limitantes la profundidad efectiva y la susceptibilidad a la erosión eólica dado que contiene un alto valor de arenas erodibles.

Con respecto a la CU el Suelo 2 clasifica como **IIwc** siendo sus mayores limitantes el clima y el drenaje (moderadamente bien drenado).

En cuanto al IP, el Suelo 1 dio como resultado 15,3 % lo que refleja una pobre productividad, mientras que el Suelo 2 obtuvo como resultado 46%, es decir, una buena productividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy 11thed. United States Department of Agriculture. Natural Resources 22 Conservation Service, Washington, DC
- Carmen Salerno, Gabriela Laurent, Miguel Alvarado (2016). CALIDAD DE AGUAS. Aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y medioambientales. Universidad Nacional Del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Riverside 1954. Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).
- Marta E. Conti, Lidia Guiffre (2016) Edafología, bases y aplicaciones ambientales argentinas. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.

Páginas web consultadas:

- Análisis de los cambios socio-productivos en el espacio rural del Partido de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires) Guillermo Raúl Angeles * Mario Fabián Marini **
https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/3447/Angeles_Marini.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Historia del sector agropecuario regional
http://www.creebba.org.ar/iae/iae110/Historia_del_sector_agropecuario_regional_IAE_110.pdf
- Ambientes y recursos naturales del partido de Bahía Blanca : clima, geomorfología, suelos y aguas / compilado por Juan Dario Paoloni. - 1a ed. - Bahía Blanca : Universidad Nacional del Sur, Ediuns, 2010.
<https://ediuns.com.ar/wp-content/uploads/2018/02/ambiente-y-recursos-naturales.pdf>

APÉNDICE

Determinaciones Físicas

Densidad real

Suelo	Horizonte	Peso pic + AD + suelo (g)	Peso pic + AD (g)	Promedio Densidad real g cm ⁻³
1	Ap	50,01	40,9	2,65
	Ap	49,93	40,81	
	Ap	48,13	39,05	
	Ap	51,09	42,11	
	Ap	46,87	37,72	
2	Ap	50,89	41,98	2,61
	Ap	47,78	38,82	
	Ap	50,45	41,67	
	Ap	47,37	38,57	
	Ap	47,29	38,39	

Peso pic + AD + suelo: peso picnómetro con agua destilada y suelo (10 gramos)

Peso pic + AD: peso picnómetro + agua destilada

Humedad Higroscópica (HH)

Suelo	Horizonte	P cv	Pc+ssa	P ssa	Pc + sse	P sse	HH (%)
	Ap	24,08	44,00	19,92	43,50	19,42	2,57
	Ad	24,78	44,7	19,92	44,19	19,41	2,62
	A3	21,68	41,64	19,96	41,08	19,40	2,88
	Ck	23,32	43,26	19,94	42,62	19,30	3,31
2	Ap	23,40	43,31	19,91	42,5	19,10	4,24
	Abd	24,38	44,2	19,82	43,27	18,89	4,92
	Bt1	23,54	43,39	19,85	42,43	18,89	5,08
	Bt2	23,21	43,06	19,85	42,08	18,87	5,19
	Bc	23,47	43,36	19,89	42,47	19,00	4,68
	C	23,76	43,67	19,91	42,84	19,08	4,35

Pcv: peso cápsula vacía.

Pc+ssa: peso cápsula con suelo seco al aire.

Pssa: peso suelo seco al aire.

Psse: peso suelo seco a estufa (105° C).

Pc+sse: peso cápsula con suelo seco a estufa.

H.H (%): Humedad Higroscópica.

Humedad Equivalente (HE)

Suelo	Horizonte	P cv	Pc+ssa	Pc + sse	HE (%)	Promedio HE (%)	
1	Ap	23,52	50,16	46,90	13,94	14,02	
		24,03	48,45	45,43	14,11		
	Ad	23,14	46,47	43,47	14,75	14,63	
		24,12	46,92	44,03	14,51		
	A3	22,87	45,78	42,86	14,60	14,68	
		22,94	49,49	43,46	14,76		
	Ck	23,36	42,60	38,78	24,77	24,48	
		22,70	42,05	38,28	24,19		
	2	Ap	23,67	46,36	41,94	24,25	24,36
			23,18	46,17	41,65	24,47	
Abd		23,87	46,77	41,92	26,87	26,74	
		22,75	46,16	41,24	26,61		
Bt1		23,50	47,32	42,28	26,84	26,87	
		23,50	48,27	43,02	26,90		
Bt2		22,93	48,19	43,07	25,42	25,45	
		23,31	46,85	42,07	25,48		
Bc		24,30	47,31	42,73	24,85	24,64	
		24,06	47,19	42,65	24,42		
C		23,35	47,38	42,83	23,36	23,41	
		25,07	49,65	44,98	23,46		

Retención Hídrica (% v/v)

Suelo	pF 0	Promedio pF 0	pF 1	Promedio pF 1	pF 1,8	Promedio pF 1,8	pF 2,5	Promedio pF 2,5
1	44,3	45,8	43,1	43,8	33,11	34,1	23,16	24,4
	47,7		45,6		32,96		24,14	
	47,96		43,3		36,41		27,21	
	41,68		40,4		36,74		26,12	
	47,47		46,4		31,35		21,38	
2	52,11	50,7	50,7	48,6	40,9	39,3	33,52	32,7
	51,53		49,7		39,43		32,78	
	47,7		45,5		38,25		31,23	
	47,55		46,4		39,66		34,85	
	51,69		48,5		38,62		32,02	
	53,78		50,6		38,9		31,63	

Porosidad total y distribución por tamaño de los huecos del suelo (%)

Suelo	PT	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
1	45,8	11,7	9,7	13,6	7,15	3,68	54,2
2	50,7	11,4	6,6	15,9	11,26	5,51	49,3

Estabilidad Estructural (EE)

Suelo 1

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	61,38	92,59
2,8	31,33	90,25
2,0	23,08	89,16
1,0	-	84,67
0,5	-	75,06
0,0	-	0

Sup (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
32,4	3,240	15,43	Estabilidad mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Suelo 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	67,37	96,11
2,8	37,46	94,24
2,0	28,42	92,54
1,0	-	85,23
0,5	-	68,36
0,0	-	0

Sup (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
30,9	3,09	16,13	Estabilidad mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Determinaciones químicas

Fósforo total

Suelo	Horizonte	Absorbancia	mg P /L	mg P /kg
1	Ap	0,159	0,180	225,4
	Ad	0,119	0,144	180,8
	A3	0,132	0,159	199,7
	Ck	0,246	0,297	372,1
2	Ap	0,315	0,381	477,2
	ABd	0,292	0,353	442,4
	Bt1	0,235	0,284	356,2
	Bt2	0,179	0,217	271,2
	Bc	0,205	0,248	310,8
	C	0,210	0,254	317,6

Determinaciones de sales solubles

Sodio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
1	Ap	197	0,8
	Ad	243	1,0
	A3	182	0,7
	Ck	164	0,6
2	Ap	265	1,0
	Abd	158	0,6
	Bt1	173	0,7
	Bt2	193	0,8
	Bc	219	0,9
	C	151	0,6

Potasio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
1	Ap	293	1,1
	Ad	116	0,4
	A3	82	0,3
	Ck	12	0,0
2	Ap	397	1,5
	ABd	119	0,5
	Bt1	80	0,3
	Bt2	45	0,2
	Bc	51	0,2
	C	55	0,2

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Suelo	Horizonte	mL EDTA	me/L Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
1	Ap	0,75	3,75
	Ad	0,74	3,70
	A3	0,69	3,45
	Ck	0,5	2,50
2	Ap	0,19	0,95
	Abd	0,41	2,05
	Bt1	0,91	3,6
	Bt2	0,38	1,90
	Bc	0,39	1,95
	C	0,40	2,00

Bicarbonatos

Suelo	Horizonte	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL alícuota	me HCO ₃ ⁻ /L
1	Ap	0,71	2	3,55
	Ad	0,25	2	1,25
	A3	0,4	2	2
	Ck	0,42	2	2,12
2	Ap	0,19	2	0,95
	Abd	0,24	2	1,2
	Bt1	0,27	2	1,35
	Bt2	0,19	2	0,95
	Bc	0,2	2	1
	C	0,18	2	0,9

Cloruros

Suelo	Horizonte	mL AgNO ₃ ⁻²	mL alícuota	me Cl ⁻ /L
1	Ap	0,47	2	1,17
	Ad	0,37	2	0,93
	A3	0,38	2	0,95
	Ck	0,43	2	1,07
2	Ap	0,36	2	0,91
	Abd	0,31	2	0,77
	Bt1	0,38	2	0,95
	Bt2	0,38	2	0,95
	Bc	0,34	2	0,85
	C	0,31	2	0,78

Sulfatos

Suelo	Horizonte	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² /L
1	Ap	0,1	0,4
	Ad	0,4	2,2
	A3	0,1	0,6
	Ck	0,1	0,3
2	Ap	0,1	0,4
	ABd	0,1	0,6
	Bt1	0,4	2,0
	Bt2	0,1	0,5
	Bc	0,1	0,6
	C	0,1	0,4

Determinaciones de fertilidad

Fósforo disponible

Suelo	Absorbancia	me P /L	mg P /kg
1	0,058	0,088	3
2	0,363	0,556	19

Potasio asimilable

Suelo	UE	me K ⁺ /L	mg K ⁺ /kg
1	210	31,52	315
2	350	52,54	525

Determinaciones en muestra de agua

Sodio

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
Molino	SD	960	5,38

Potasio

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
Molino	SD	23	0,08

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ / L
Molino	0,78	1,3

Bicarbonatos

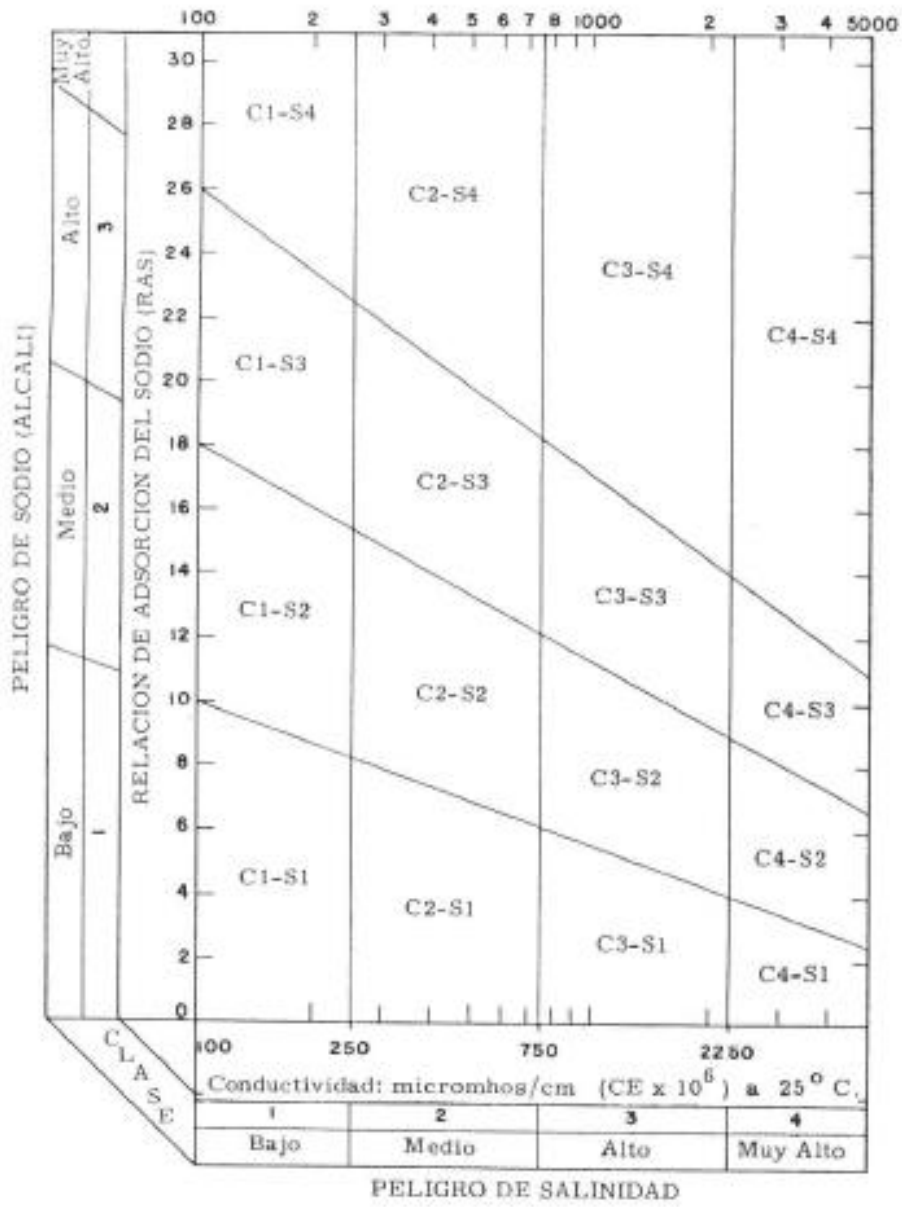
Muestra	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL de alícuota	me HCO ₃ ⁻¹ /L
Molino	1,1	2	2,95

Cloruros

Muestra	mL Ag NO ₃ ⁻²	mL de alícuota	me Cl ⁻ / L
Molino	0,8	5	0,8

Sulfatos

Muestra	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² / L
Molino	0,05	0,23



Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).

