



TRABAJO FINAL

TECNICATURA SUPERIOR AGRARIA EN SUELOS Y AGUAS

2023

Departamento de agronomía
Universidad Nacional del Sur

**CARACTERIZACIÓN DE DOS PERFILES DE SUELOS,
UBICADOS EN EL ESTABLECIMIENTO EL MARTILLO,
PARTIDO DE CORONEL DORREGO.**



Santiago Maggiolo
Serena Velutti



Índice

Introducción.....	2
Objetivos.....	4
Caracterización del área de estudio	5
Ubicación	5
Clima	6
Caracterización del recurso suelo.....	7
Vegetación	10
Materiales y métodos	11
Trabajo de campo.....	11
Trabajo de laboratorio.....	12
Análisis físicos.....	12
Análisis químicos	16
Análisis microbiológicos	19
Resultados.....	20
Suelo 1	20
Factores de sitio	20
Clasificación del suelo.....	30
Interpretación de resultados	31
Procesos pedogenéticos.....	32
Suelo 2	33
Factores de sitio	33
Clasificación del suelo.....	44
Interpretación de resultados	45
Procesos pedogenéticos	46
Calidad de aguas	47
Clasificación del agua	48
Bibliografía	49
Apéndice	50

Introducción

El partido de Coronel Dorrego cuenta con una superficie de 5.832 km² en el que habitan 16.057 personas, según el Censo 2022. Limita al oeste con los partidos de Coronel Rosales y Coronel Pringles, al norte con Coronel Pringles, al este con Tres Arroyos y al sur con el municipio urbano de Monte Hermoso y el Mar Argentino. Sus límites naturales son, al este el Río Quequén Salado y al oeste el Sauce Grande. Sus localidades son: Oriente, El Perdido, Aparicio, San Román, Marisol, Irene, Faro, Gil, Zubiaurre, El Zorro y Nicolas Descalzi.

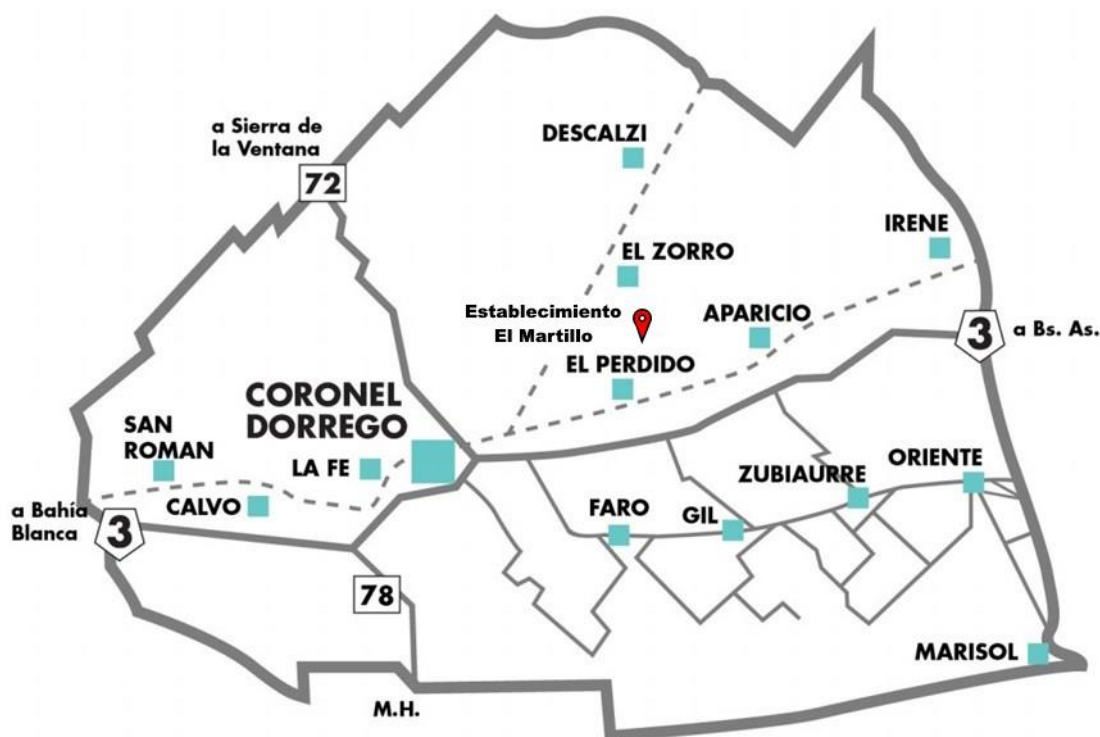


Figura 1. Partido de Coronel Dorrego.

Sus principales actividades económicas se relacionan con el cultivo de cebada cervecera, trigo y soja y la producción de ganado bovino. También posee en desarrollo las industrias relacionadas vinculadas a la reparación de máquinas y equipos.

El partido fue creado el 29 de diciembre de 1887, fecha de promulgación de la ley respectiva y la primera Comisión Municipal fue presidida por Don Guillermo Lozano. El impulsor de su creación fue el Sr Alberto Lartigau, uno de los pobladores de la zona y por entonces presidente del Senado de la Provincia de Buenos Aires, quien presentó al Gobernador Máximo Paz la



inquietud de creación de un nuevo partido. Elevado el proyecto a la Legislatura, ésta sanciona el 14 de octubre de 1887 la ley que dispone la creación del Partido de Coronel Dorrego afectando tierras de los Partidos de Tres Arroyos y Coronel Pringles.

El Perdido (Est. José A. Guisasola) es una pequeña localidad del partido de Coronel Dorrego. Es la localidad más cercana a la ciudad cabecera (se encuentra a 22 kilómetros).

El pueblo llegó a tener una población cercana a las 2 mil personas, que se incrementaba notoriamente en época de cosecha con la llegada de los peones golondrina.

También fue importante el desarrollo comercial, pero como ocurrió con otros sitios de similares características, se vio seriamente afectado por el progreso tecnológico del campo y la paralización de la actividad ferroviaria.

En su edición del 1 de mayo de 1901, «La Nueva Provincia» daba cuenta de la existencia no sólo de una nueva estación ferroviaria, sino también del surgimiento de una comunidad. Una resolución del 18 de abril de 1901 decía: «Se ha autorizado a la empresa del Ferro Carril del Sur, para denominar El Perdido a la estación que ha construido en la línea de Tres Arroyos, entre Aparicio y Coronel Dorrego». La nueva estación se ubicaba a la altura de la posta de La Flor de El Perdido, por donde cruza el pequeño arroyo que identifica a la población. En 1928, y por el lapso de 69 días, la estación ferroviaria se llamó Francisco Meeks, nombre que fue rechazado, aceptándose el de José Antonio Guisasola hasta que, en 1986, definitivamente se determinó que la localidad llevaría el nombre de El Perdido (Estación José A. Guisasola). Se localiza próximo al centro del partido, ligeramente al este de la cabecera, sobre la traza del ferrocarril Ferrosur Roca, a unos 20 km de la ciudad cabecera, y se accede por tramo de alrededor de 7 km de camino consolidado que lo vincula con la ruta nacional N.º 3.



Objetivos

- Caracterización física y química de dos perfiles de suelo pertenecientes al establecimiento “El Martillo”, ubicado en El Perdido, partido de Coronel Dorrego, Provincia de Buenos Aires.
- Aplicar los métodos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera.
- Evaluar las propiedades físicas y químicas y aptitud para consumo animal de dos muestras de agua, tomadas en el establecimiento “El Martillo”, ubicado en El Perdido, partido de Coronel Dorrego, Provincia de Buenos Aires.

Caracterización del área de estudio

Ubicación

La estación El Perdido se encuentra sobre la Ruta Nacional N°3, en el kilómetro 577 ($38^{\circ} 40' 34,7''$ S, $61^{\circ} 5' 44,2''$ O). Allí en el establecimiento “El Martillo”, se procedió a muestrear dos perfiles de suelos el primero ubicado en $38^{\circ} 36' 16,6''$ S, $61^{\circ} 3' 46,2''$ O y el segundo en $38^{\circ} 36' 13,6''$ S, $61^{\circ} 3' 38''$ O.

El establecimiento es agrícola ganadero.

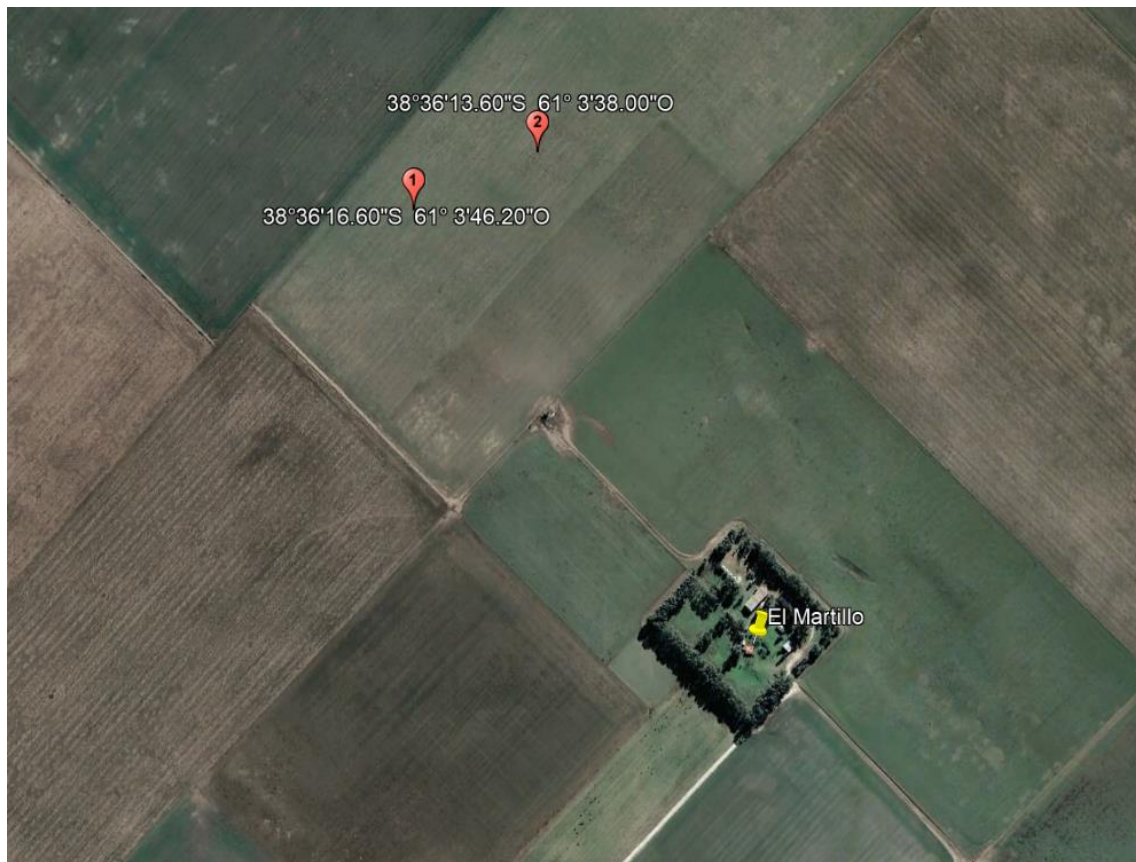


Figura 2. Ubicación de las dos calicatas.

Clima

El clima de Coronel Dorrego es templado y húmedo, según el sistema Köppen-Geiger clasifica como Cfb (templado, sin estación seca, verano cálido). La ciudad de Coronel Dorrego experimenta una cantidad significativa de precipitaciones, incluso durante el mes con niveles de precipitación históricamente bajos. La temperatura anual es en promedio 15,4 °C y las precipitaciones un promedio de 705 mm por año.

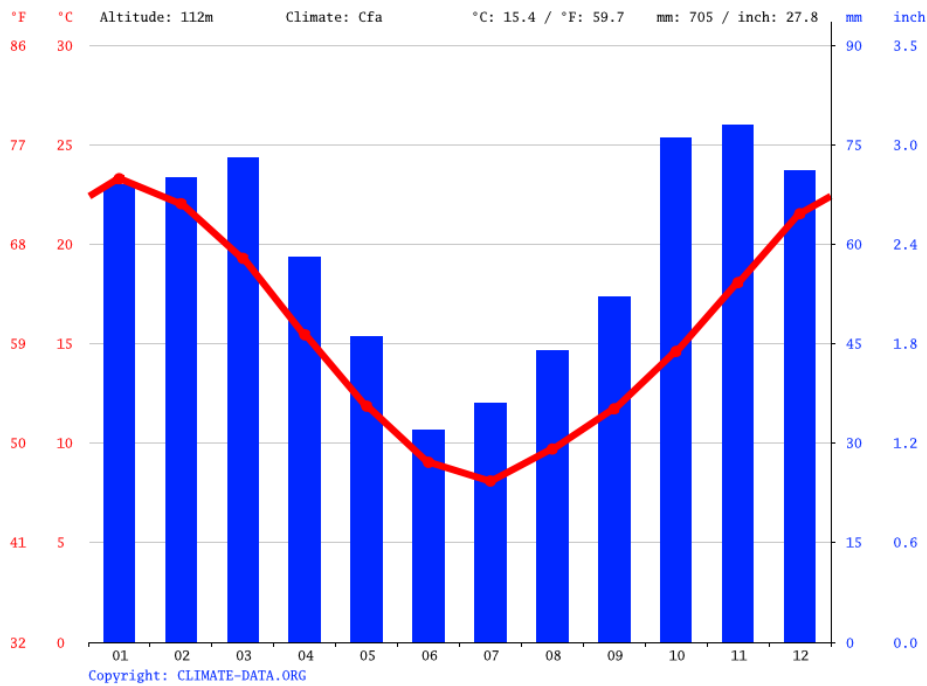


Figura 3. Climograma del partido de Coronel Dorrego (climate-data.org)

Junio es el mes con menor cantidad de precipitaciones, con sólo 32 mm registrado, siendo el registro más alto en noviembre con una cantidad media de 78 mm.

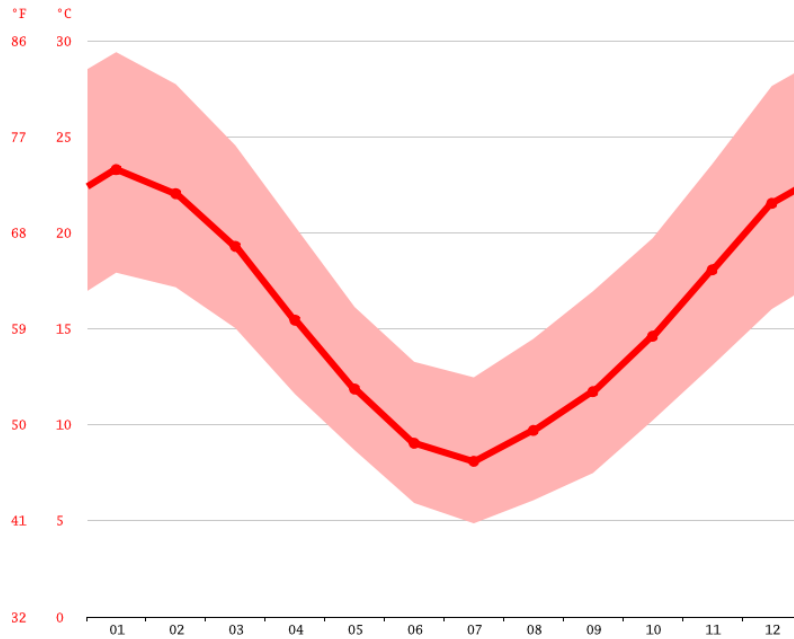


Figura 4. Diagrama de temperatura del partido de Coronel Dorrego (climate-data.org)

Las temperaturas más altas se registran en enero. La temperatura media durante este periodo alcanza hasta 23,3 °C, por lo que es la época más calurosa del año. Durante el mes de julio, la temperatura media registra un valor mínimo de 8,1 °C. Esto representa la media mensual más fría de todo el año.

Caracterización del recurso suelo

El lote estudiado se encuentra dentro del dominio edáfico número 12 según el Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires escala 1:500.000, más precisamente en la unidad cartográfica 12a. Esta unidad consta de un complejo entre Argiustol típico (50 %) en pendientes suaves, Argiustol típico, somero (30 %) en las partes elevadas del paisaje y Natrustalf típico (20 %) en las zonas deprimidas y cercanas al arroyo Sauce Grande.

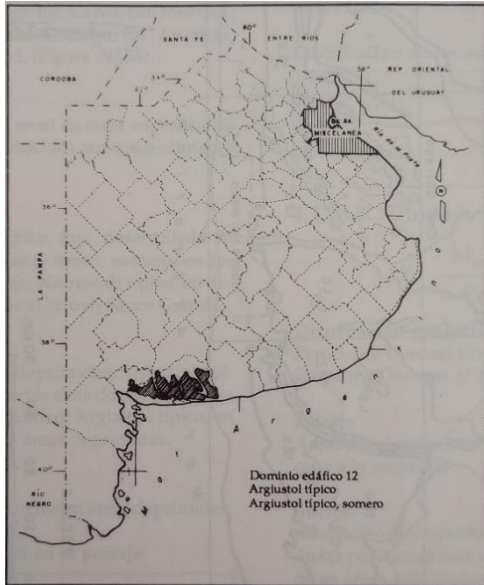


Figura 5. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires.

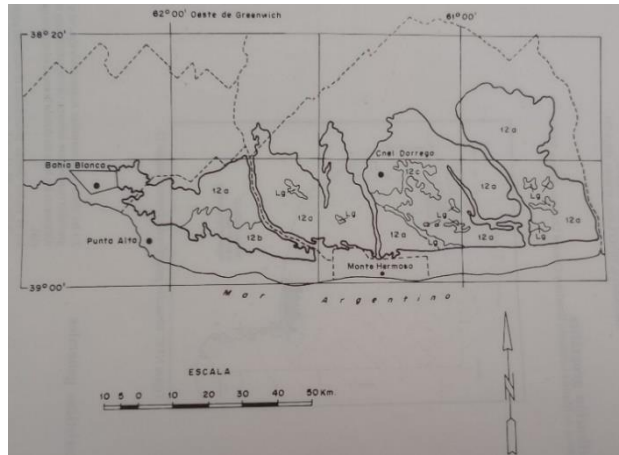


Figura 6. Mapa de suelos de Coronel Dorrego.

Tomando como referencia, el mapa de suelos escala 1:50.000 de la provincia de buenos aires (INTA 2023, <https://zenodo.org/record/7837467>) el lote se encuentra en la consociación Tres Arroyos 27, integrada por las series Tres Arroyos (80 %), Pillahuincó (10 %) y La Ponderosa (10 %).



Figura 7. Ubicación del campo “El Martillo” (Fuente INTA 2023)



La serie Tres Arroyos se trata de un Argiudol petrocálcico, localizado en posición de lomada con pendientes entre el 1 y el 3 % y una profundidad de entre 75 y 90 cm.

La serie Pillahuincó consiste en un Argiudol petrocálcico, en posición de loma plana con pendientes menores al 1 %, tiene una profundidad de 40 a 50 cm.

La serie La Ponderosa es un Calciudert petrocálcico, se encuentra en bajos entre montículos arenosos con pendiente menor al 0,5 %, la profundidad varía entre 15 y 25 cm.

Vegetación

Según el estudio de las regiones fitogeográficas de Argentina (Cabrera, 1971) los perfiles analizados se encuentran en el distrito pampeano austral de la provincia Pampeana, dentro del dominio chaqueño.

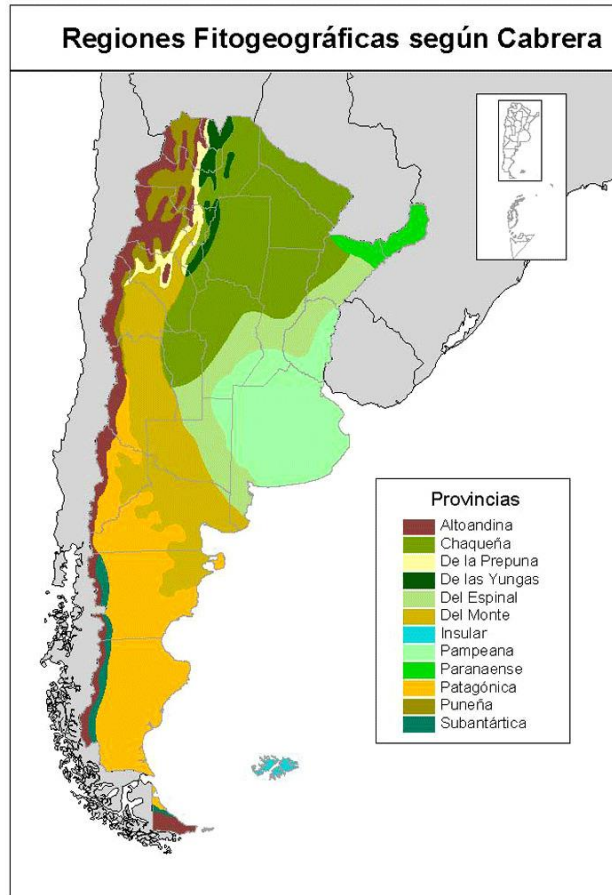


Figura 8. Regiones fotogénicas de la República Argentina (Fuente Cabrera, 1971)

La vegetación predominante es la estepa de gramíneas, mayormente del género *Stipa*, de la familia de las poáceas. Algunas especies destacadas de la región son *Nassella Tenuis* (coirón), *Stipa ambigua* (paja vizcachera), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra) y *Nassella longiglumis*.



Figura 9. *Nassella Tenuis*



Figura 10. *Stipa Ambigua*



Materiales y métodos

Trabajo de campo

Al llegar al lugar, se reconoció el área de estudio, la cual se encontraba con rastrojo de maíz. Luego se procedió a la apertura de dos calicatas.

El primer perfil se encuentra en una geoforma de lomada y el segundo perfil se encuentra en una geoforma de cañadón - paleo cauce.

En ambos casos se describieron los factores de sitio y la morfología tomando las muestras de la siguiente manera:

- Muestras disturbadas de todos los horizontes.
- Muestras compuestas del área circundante a ambas calicatas, de una profundidad de 0-15cm, para determinar la fertilidad química.
- Muestras sin disturbar de los horizontes superficiales de ambos perfiles.
- Muestras disturbadas del horizonte superficial de ambos perfiles para actividad biológica (respiración).

Por otro lado, se tomaron dos muestras de agua, una correspondiente a una bomba y otra correspondiente a un molino, las cuales se mantuvieron refrigeradas hasta el momento de ser analizadas.

El agua del molino es utilizada para consumo animal y el agua de la bomba se usa para higiene.



Trabajo de laboratorio

Análisis físicos

Análisis granulométrico de la pipeta de Robinson

1. Destrucción de la materia orgánica por medio de agua oxigenada 130 volúmenes (diluida al 50%).
2. Destrucción de carbonatos con ácido clorhídrico 1M, a los horizontes que presenten reacción al mismo.
3. Lavado de cloruros (Cl^-), por medio de filtrado con bomba de vacío, Kitasato y embudo Büchner.
4. Se dispersa la muestra añadiéndole hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio.
5. Se agita mecánicamente la muestra durante 10 horas y luego se procede a separar las fracciones de la siguiente manera:
 - Limo más arcillas: Se pipetea a 10cm de profundidad y el tiempo depende de la temperatura de la muestra. Una vez tomada, esta deberá ser secada en estufa a 60°C hasta peso constante.
 - Arcilla: Se pipetea luego de 4 horas de reposo, a la profundidad determinada según la temperatura de la muestra y luego llevada a estufa a 60°C hasta peso constante.
 - Limo: se calcula a partir de la diferencia entre el peso de las anteriores.
 - Arenas: Se tamizan con agua en un tamiz de 50 micrones y se lleva a estufa. Una vez secas, se pasan por una batería de tamices, para separarlos en las fracciones arenas muy gruesas, arenas gruesas, arenas medias, arenas finas y arenas muy finas, se pesan y se calcula su porcentaje.

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:

$$\delta r = \frac{(P2 - P1)}{[(P4 - P1) - [(P3 - P1) - (P2 - P1)]]} * \delta w$$

Dónde:

δr = densidad real.

δw = densidad del agua corregida por temperatura.

P1= peso del picnómetro vacío.

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

P3= peso del picnómetro lleno con suelo y agua.

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

Humedad equivalente

Se colocan las muestras correspondientes a cada horizonte en unas celdillas de metal de la centrifuga, se deben llenar apropiadamente hasta la mitad de su volumen y se las coloca en una bandeja con agua hasta que lleguen al punto de saturación. Luego se centrifugan por 20 minutos a una velocidad de 2400rpm y se traspasa su contenido a una capsula de aluminio para ser llevada a estufa a 105°C hasta peso constante, por último, se debe calcular el porcentaje gravimétrico de humedad en base al peso del suelo seco a estufa.

Humedad higroscópica

Se colocan las muestras de suelo secas al aire en capsulas de aluminio y se llevan a estufa a 105°C hasta peso constante. El peso perdido por evaporación representa la humedad higroscópica del suelo. Esta diferencia se expresa en porcentaje.

Densidad aparente. Método del cilindro.

Se extraen muestras sin disturbar, por medio de cilindros con un volumen conocido (100cm³), se emparejan bien los bordes de este cortando los excedentes de suelo y se tapan. Una vez en el laboratorio, se pesan y se llevan a estufa a 105°C. Cuando están secos se pesa y se calcula la densidad aparente empleando la siguiente formula:

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



Curva de retención hídrica y distribución por tamaño de poros. Método de la mesa de tensión, olla y membrana 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 poder determinar la distribución del espacio poroso de dichas muestras.

Valores de pF calculados:

- 1 y 1,8 que se calculan en la mesa de tensión.
- 2,5 se calcula con la olla de presión
- 4,2 con la membrana de presión

Para este último valor, que corresponde con el punto de marchitez permanente, se utilizan muestras disturbadas, las cuales se colocan en anillos y en una placa saturada con agua se les aplica una presión 15atm hasta peso constante obteniéndose así el dato de humedad gravimétrica y multiplicándolo por la densidad aparente del suelo se puede obtener el dato de humedad volumétrica en el punto de marchitez permanente del suelo.

Estabilidad estructural. Método de Leenheer y de Boodt.

En este método se determina el cambio en el Diámetro Medio Ponderado (DMP) de los agregados, teniendo en cuenta la comparación del estado inicial con el estado final después de haber sometido al suelo a fuerzas destructivas (golpeteo de la gota de agua simulando la lluvia) y dispersión (tamizado en agua).

Estado inicial:

- Tamizado en seco (batería de tamices de 8 – 4,8 – 2,8 – 2 y 1 mm).
- Se calcula el porcentaje de cada fracción y se construye una curva acumulativa.
- Se somete la muestra a la simulación del impacto de la gota de lluvia.
- Incubación 24 horas 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 y 0,5 mm).
- Se colocan las muestras en estufa a 60°C hasta peso constante.
- Se obtiene el porcentaje de cada fracción y se construye una 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. Se mide el área comprendida entre ambas curvas. Este valor se divide por 10 y se obtiene el índice de estabilidad estructural.

$$\text{Cambio de la relación (mm)}: \frac{\text{superficie}}{10}$$

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

Tabla 1. Clasificación del índice de estabilidad estructural.

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



Análisis químicos

Conductividad eléctrica. Método conductímetro.

Determinada en el extracto de saturación y en las muestras de agua expresadas en dS m^{-1} .

pH. Método potenciométrico.

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

Calcio + Magnesio. Método complexométrico.

Se realiza una titulación complexométrica con EDTA. Donde primero el EDTA comienza a reaccionar formando complejos con los metales que están en solución y luego desplaza al colorante del complejo metal-indicador. De la siguiente manera:



Sodio y Potasio. Método por fotometría de llama.

Consiste en la introducción de la muestra, en un estado finamente disperso, sobre una llama y se compara el incremento de la intensidad luminosa, con aquel que produce una solución de concentración conocida.

Esta determinación se realizó tanto en los extractos de saturación, como en las muestras de agua. Previamente, se realizó una curva de calibrado para Sodio y una para Potasio.

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.

Cloruros. Método argentométrico.

Para esta determinación, la solución debe estar ligeramente alcalina, para esto se utiliza hidróxido de sodio para ajustar el pH. Como indicador se utiliza cromato de potasio y para titular nitrato de plata.



Sulfatos. Método turbidimétrico.

Se basa en la precipitación de sulfato como sulfato de bario. Para esto se agrega 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 fotocolorímetro y se determina la concentración comparándola con una curva de calibrado previamente creada a partir de soluciones con concentración conocida.

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 descrito.

Capacidad de intercambio catiónico.

Se satura el complejo de intercambio con acetato de amonio a pH 7, se lava con alcohol etílico el exceso de amonio hasta obtener una conductividad eléctrica menor a $20 \mu\text{S cm}^{-1}$. Luego se desplaza el amonio adsorbido con cloruro de potasio, y el amonio desplazado se determina mediante destilación por arrastre de vapor con óxido de magnesio. El extracto se titula con H_2SO_4 0,01 N. Se expresa en $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Materia orgánica.

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

Fosforo 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, previamente creada a partir de soluciones con concentración conocida.



Fosforo 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 mediante espectrofotometría como en procedimiento de fósforo extraíble.

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 H₂SO₄ 1 M de una muestra calcinada a 550°C (fosforo inorgánico + fosforo orgánico) y de otra sin calcinar.

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. Los resultados se comparan con una curva previamente construida con soluciones de concentración conocida.

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 NH₄⁺. Luego se destila el digesto en un destilador por arrastre de vapor y se cuantifican los amonios desplazados en una titulación con H₂SO₄ 0,01N.



Análisis microbiológicos.

Determinación de la actividad respiratoria de la biomasa 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:

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

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).

Resultados

Suelo 1

Factores de sitio.

- **Ubicación:** Coronel Dorrego, El Perdido, establecimiento “El Martillo”. (38° 36’ 16,6’’ S, 61° 3’ 46,2’’ O).
- **Altura:** 138 msnm.
- **Material originario:** Sedimentos loessoides.
- **Relieve:** Normal a plano suavemente ondulado.
- **Geoforma:** Lomada.
- **Pendiente:** Gradiente menor al 1%. Largas y complejas, con orientación NO-SO.
- **Vegetación:** Rastrojo de maíz, con un 32,15% de cobertura.
- **Erosión:** Signos de erosión hídrica, costras en la superficie del suelo como resultado del golpeteo de las gotas de las lluvias y el bajo porcentaje de cobertura. Susceptibilidad a la erosión hídrica media.
- **Uso del lote:** Agrícola-ganadero.
- **Drenaje:** Bien drenado.



Figura 11. Lote muestreado.



Tabla 2. Descripción morfológica del Suelo 1

Horizonte	Descripción
Ap 0 - 13 cm	(10 YR 3/1) en húmedo (10 YR 5/2) en seco; franco; bloques medios y finos, moderados; consolidado; consistencia dura en seco y firme en húmedo; raíces comunes; abundantes pellets fecales; límite claro y plano.
Bt₁ 13 - 33 cm	(10 YR 2/2) en húmedo (10 YR 5/2) en seco; franco arcilloso; prismas medios y finos, fuertes; consolidado a poco consolidado; consistencia dura en seco y firme en húmedo; raíces muy comunes; abundantes barnices húmicos arcillosos; pellets fecales; límite claro y plano.
Bt₂ 33 - 57 cm	(10 YR 4/3) en húmedo (10 YR 5/4) en seco; arcilloso; prismas medios y finos, fuertes; consolidado a poco consolidado; consistencia dura en seco y friable a firme en húmedo; raíces escasas; abundantes barnices húmicos arcillosos; límite abrupto y plano.
Ck 57 - 80 cm	(10 YR 7/4) en húmedo (10 YR 8/2) en seco; arcilloso; bloques finos y medios, débiles; consolidado; consistencia en seco ligeramente dura a dura; moderada reacción al HCl; límite abrupto y ondulado; abundantes concreciones de CaCO₃, medianas a gruesas.
2Ckm + 80 cm	Horizonte petrocálcico.

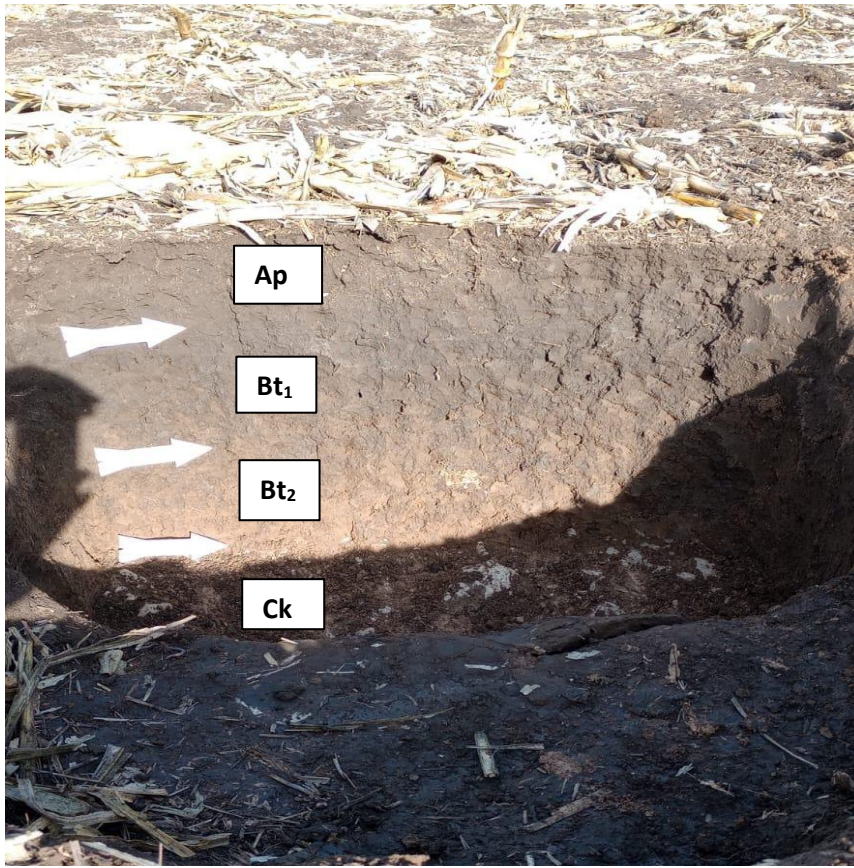


Figura 12. Secuencia de horizontes del Suelo 1.

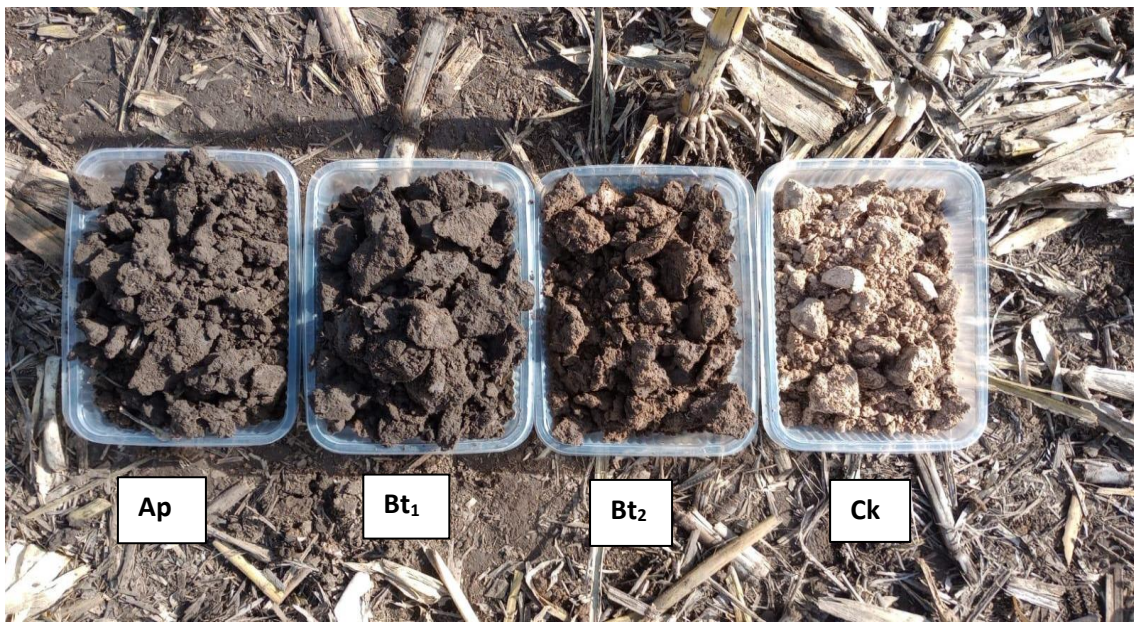


Figura 13. Muestras de los horizontes correspondientes al Suelo 1.

Características físicas.

Tabla 3. Resultados de las determinaciones físicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Bt ₁	Bt ₂	Ck
Profundidad	cm	0-13	13-33	33-57	57-80
Análisis Granulométrico	Arcilla	208	283	421	597
	Limo	311	275	235	140
	Arena muy fina	391	357	276	186
	Arena fina	87	83	66	71
	Arena media	2	1	1	3
	Arena gruesa	1	1	1	2
	Arena muy gruesa	0	0	0	1
Clase Textural		F	Fa	a	a
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,34	-	-	-
Densidad real		2,67	-	-	-
Porosidad total	% *	49,81	-	-	-
Humedad Equivalente		21,55	24,99	32,75	35,23
Humedad Higroscópica		2,42	2,98	4,96	3,54

*Corresponde al porcentaje gravimétrico

Estabilidad estructural.

Tabla 4. Resultados y clasificación de la estabilidad estructural del Suelo 1.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE%	Clasificación
14,41	1,441	34,71	Buena

Tabla 5. Clasificación de los resultados según su índice de estabilidad.

Índice de estabilidad	
Mayor de 50	Estabilidad excelente
40-50	Estabilidad muy buena
33-40	Estabilidad buena
25-33	Estabilidad insatisfactoria
Menor de 25	Estabilidad mala

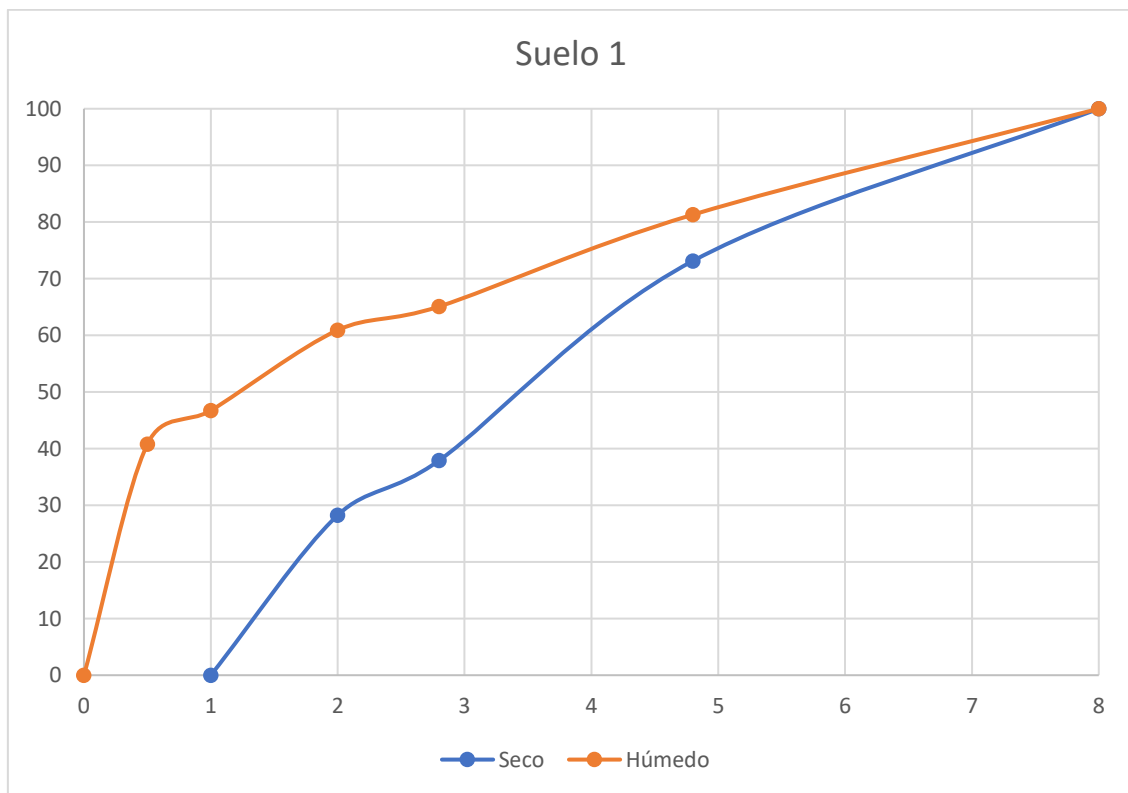


Figura 14. Gráfico de las curvas acumulativas en seco y en húmedo.

Curva de retención hídrica.

Tabla 6. Resultados de la curva de retención hídrica del Suelo 1 (porcentajes volumétricos).

%pF 0	%pF 1	%pF 1,8	%pF 2,5	%pF 4,2	%pF 4,5	%pF 7
47,57	43,85	36,46	29,96	14,32	3,24	0

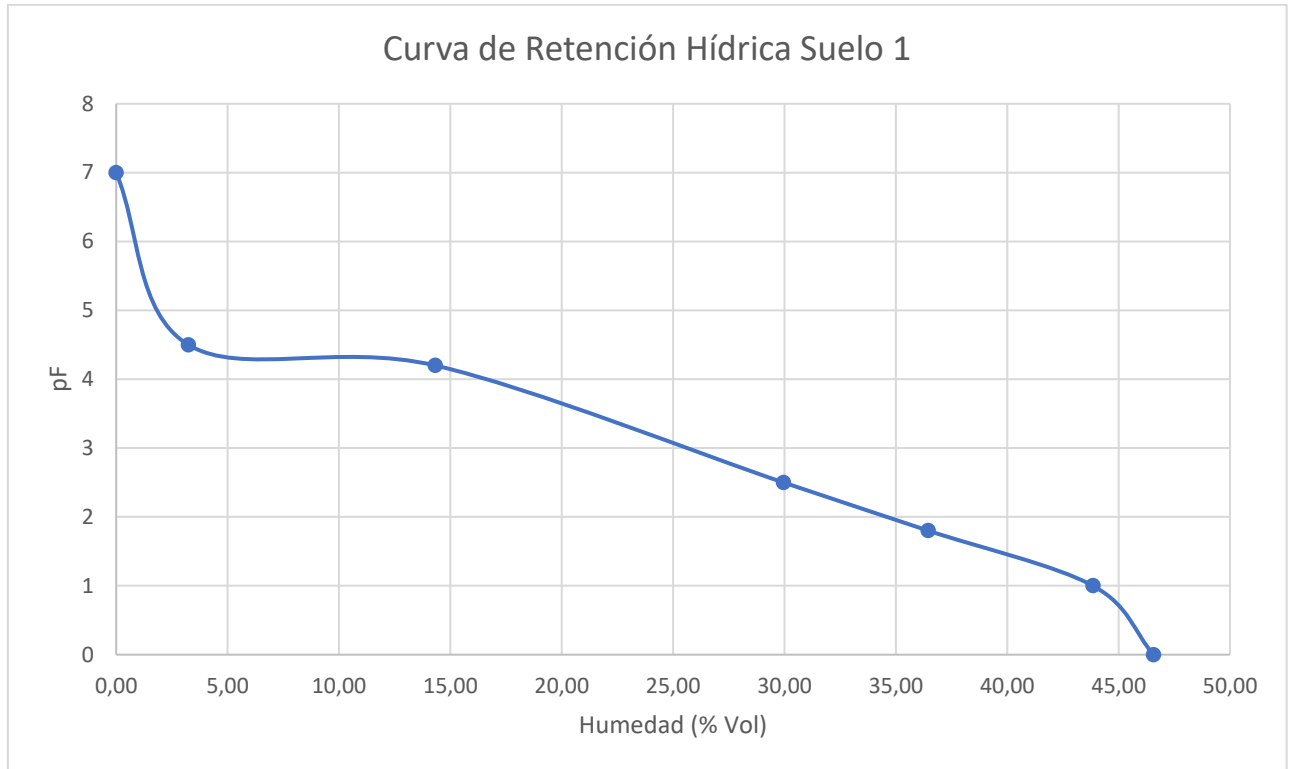


Figura 15. Gráfico de la curva de retención hídrica del suelo 1.

Distribución del espacio poroso.

Tabla 7. Distribución del espacio poroso correspondiente al Suelo 1.

Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultra microporos	Sólidos	Porosidad total
10,11	6,50	15,64	11,08	3,24	53,43	47,57

- Macroporos > 50 μ
- Mesoporos grandes 50 – 9 μ
- Mesoporos chicos 9 – 0,2 μ
- Microporos 0,2 – 0,1 μ
- Ultra microporos < 0,1 μ

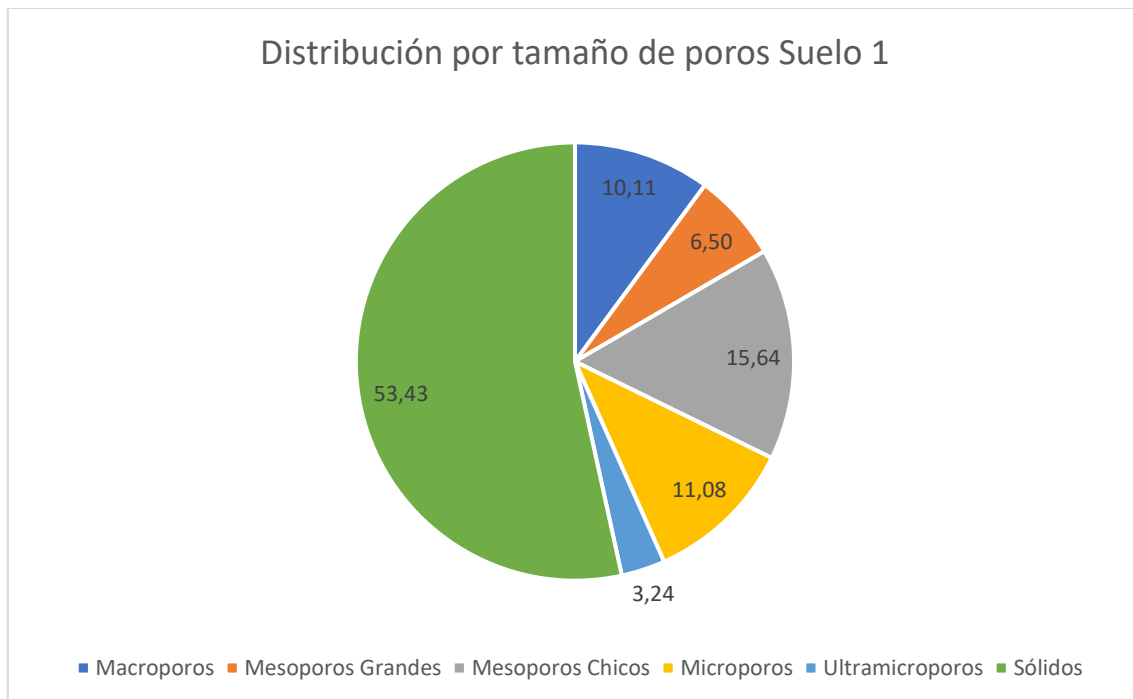


Figura 16. Distribución por tamaño de poros.

Características químicas.

Tabla 8. Resultados de las determinaciones químicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Bt ₁	Bt ₂	Ck	
Profundidad	cm	0-13	13-33	33-57	57-80	
pH (suspensión 1:2,5)		6,5	6,8	7,6	8,5	
Calcáreo	g kg ⁻¹	-	-	-	400	
Materia Orgánica		29,9	23,4	15,7	19,1	
Carbono Orgánico		17,4	13,6	9,1	11,1	
Fósforo Orgánico	mg kg ⁻¹	234	158	94	127	
Fósforo Inorgánico		83	77	127	315	
Fósforo Total		317	235	221	442	
Relación C/P		74	86	97	87	
Cationes Intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	8,2	11,2	17,5	-
	Na ⁺		0,6	0,7	0,9	0,9
	K ⁺		2,5	2,2	2,6	1,7
	Sumatoria		11,3	14,1	21,0	-
CIC		12,6	15,6	22,4	17,0	
Saturación bases	%	90	90	94	-	
PSI		5,1	4,7	3,8	5,2	

Composición de las sales solubles.

Tabla 9. Composición de las sales solubles del Suelo 1.

Horizonte		Ap	Bt ₁	Bt ₂	Ck
Profundidad	cm	0-13	13-33	33-57	57-80
pH		6,9	7,1	7,2	8,2
Conductividad Eléctrica	dS m ⁻¹	0,44	0,23	0,26	0,36
Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	3,0	1,9	2,3	3,8
	Na ⁺	1,0	0,8	1,1	1,3
	K ⁺	0,9	0,3	0,2	0,2
	Sumatoria	4,9	3,1	3,7	5,3
Aniones	Cl ⁻	3,6	3,0	3,0	3,3
	SO ₄ ⁼	0,2	0,2	0,1	0,2
	CO ₃ ⁼	0,0	0,0	0,0	0,0
	HCO ₃ ⁻	0,7	1,1	1,1	3,1
	Sumatoria	4,5	4,3	4,2	6,5
RAS		0,8	0,8	1,1	0,9

Fertilidad química.

Tabla 10. Fertilidad química de la capa arable del Suelo 1.

pH (suspensión 1:2,5)		6,3
Materia Orgánica	g kg⁻¹	26,8
Carbono Orgánico		15,6
Nitrógeno Total		1,3
Relación C/N		12,0
Fósforo Disponible	mg kg⁻¹	25
Potasio Disponible		681

Actividad biológica.

Tabla 11. Respiración microbiana del Suelo 1.

Horizonte	mg CO₂/g/día	Clasificación
Ap	16,59	Moderada
Bt ₁	7,29	Baja

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

Tabla 12. Clasificación de la actividad biológica.

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



Clasificación del Suelo 1

Determinación del índice de productividad (SAGyP-INTA,1989).

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

Tabla 13. Índice de productividad del Suelo 1

H	Condición climática	60
D	Drenaje	100
Pe	Profundidad efectiva	80
Ta	Textura del horizonte superficial	100
Tb	Textura del horizonte subsuperficial	100
Sa	Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75cm	100
Na	Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro	100
MO	Contenido de materia orgánica	100
T	Capacidad de intercambio catiónico	95
E	Erosión	90
IP	INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LA UNIDAD TAXONOMICA	41,04

IP= Buena productividad, según RIQUIER/FAO.

Clasificación taxonómica del Suelo 1

Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022)

El suelo presenta las siguientes características diagnósticas:

Epipedón Mólico, Endopedones Argílico, Cálxico y Petrocálxico y un edafoclima que corresponde al régimen údico-térmico.

Clasifica como:

Argiudol Petrocálxico, franco fino, térmico.



Interpretación de los resultados obtenidos

El Suelo 1, evoluciona en un relieve plano a suavemente ondulado, a partir de sedimentos loessicos. Según la clasificación taxonómica es un Argiudol Petrocálcico, franco fino, térmico; Está compuesto por una secuencia de horizontes Ap, Bt₁, Bt₂, Ck y Ckm. Según el análisis granulométrico sus texturas son, franco, franco arcilloso, arcilloso, arcilloso, respectivamente.

La estabilidad estructural del horizonte superficial, resulto ser buena, esto podría deberse a que tiene una textura optima, bajo un clima údico y un manejo conservacionista del recurso, como lo son el barbecho con cobertura y así también podría considerarse la siembra directa si se quiere. La densidad aparente que es definida como la masa de suelo por unidad de volumen, da por resultado 1,34 lo cual es esperable para un suelo de textura fina. El perfil posee una porosidad total del 49,8% (gravimétrica), siendo cercano al valor que se esperaría para un suelo con una textura franca.

Según la curva de retención hídrica, el perfil posee un rango de agua útil de 15,64% (volumétrica) indicando una disponibilidad media de agua para los cultivos, ya que lo esperable es que los perfiles tengan un 25% de su volumen ocupado por agua, esto puede deberse a los signos de compactación en los primeros 12cm de suelo debido a la siembra directa.

En cuanto a los parámetros de fertilidad química, el suelo posee 26,8 g kg⁻¹ de materia orgánica, lo que corresponde con un valor de 15,6 g kg⁻¹ de carbono orgánico, por otro lado, el nitrógeno total arroja un valor de 1,3 g kg⁻¹, los cuales son valores medios para la textura del suelo, dando por resultado una relación C/N de 12,0 que se puede considerar un valor óptimo para suelos cultivados. Según el índice de materia orgánica (IMO), el horizonte superficial tiene un valor cercano a 6 lo cual indica un valor de materia orgánica medio a bajo para el contenido de limo + arcilla del horizonte.

El valor de capacidad de intercambio catiónico da dentro de lo esperable para el horizonte Ap, con 12,6 meq kg⁻¹ y teniendo una textura franca. Para los horizontes Bt₁, Bt₂ y Ck la CIC da 15,56 meq kg⁻¹, 22,35 meq kg⁻¹ y 16,98 meq kg⁻¹ respectivamente siendo bajos para lo que se esperaría para esas texturas. El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) da por resultado 5,1%, 4,7%, 3,8% y 5,2%, respectivamente, estos valores no



presentan ningún inconveniente para suelo, ya sea física o químicamente. Los resultados de CE y RAS en el extracto, no muestran problemas de alcalinidad ni sodicidad. En cuanto al pH los valores van de neutros a ligeramente alcalino, los resultados van de 6,9 a 8,2.

La actividad biológica del suelo es moderada para el horizonte Ap y baja para el horizonte Bt₁.

Procesos pedogenéticos

Los procesos pedogenéticos explican la formación y evolución de los suelos ocurrente en fases sucesivas.

La pedogénesis involucra reacciones bio-físico-químicas tendientes al desarrollo de la morfología de perfil y a la adquisición de rasgos pedológicos.

- **Melanización:** Se evidencia en los horizontes Ap, Bt₁ y Bt₂. Esto sucede por la transformación y descomposición de la materia orgánica, luego esta se mezcla con el material mineral del suelo por actividad de las lombrices, dando por resultado, un oscurecimiento de los horizontes.
- **Calcificación:** Se puede ver este proceso en el horizonte Ck. Este proceso consta de dos fases, el lavado y la concentración secundaria de carbonato de calcio.
- **Genesis de estructura:** Presente en los horizontes Ap, Bt₁, Bt₂ y Ck. Es decir, los horizontes evidencian un desarrollo de estructura en forma de agregados.
- **Iluviación:** en los horizontes Bt₁ y Bt₂. En estos horizontes se acumularon arcillas provenientes del horizonte Ap, generando, a su vez, barnices sobre las paredes de los agregados.

Suelo 2

Factores de sitio.

- **Ubicación:** Coronel Dorrego, El Perdido, establecimiento “El Martillo”. (-38° 36' 13,6" S, -61° 3' 38" O).
- **Altura:** 137 msnm.
- **Material originario:** Sedimentos loessoides.
- **Relieve:** Normal a planos bajos.
- **Geoforma:** Cañadón-Paleo cauce.
- **Pendiente:** Gradiente menor al 1%. Complejas, con orientación NO-SO.
- **Vegetación:** Rastrojo de maíz, con un 44,25% de cobertura.
- **Erosión:** Susceptibilidad a la erosión hídrica baja.
- **Uso del lote:** Agrícola-ganadero.
- **Drenaje:** Bien drenado.



Figura 17. Lote muestreado.

Tabla 14. Descripción morfológica del Suelo 2.

<u>Horizonte</u>	<u>Descripción</u>
Ap 0 - 11 cm	(10 YR 3/2) en húmedo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques medios y finos, moderados; consolidado; consistencia dura en seco y friable a firme en húmedo; raíces medias, pellets fecales abundantes; límite claro y plano.
A₂ 11 -35 cm	(10 YR 3/2) en húmedo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; bloques finos y medios, moderados; consolidado; consistencia dura a moderadamente dura en seco y friable a firme en húmedo; raíces medias; pellets fecales abundantes; límite claro y plano.
AC 35 -57 cm	(10 YR 3/3) en húmedo (10 YR 5/5) en seco; franco arenoso; bloques medios, moderados a débiles; poco consolidado a consolidado; consistencia duro en seco y friable en húmedo; raíces medias; pellets fecales abundantes; límite claro y plano.
C 57 - 200 cm	(10 YR 4/3) en húmedo (10 YR 6/4) en seco; franco arenoso; bloques finos, muy débiles; poco consolidado; consistencia blanda a ligeramente dura en seco y muy friable en húmedo; raíces medias; no hay presencia de horizonte petrocálcico a más de 2 metros.

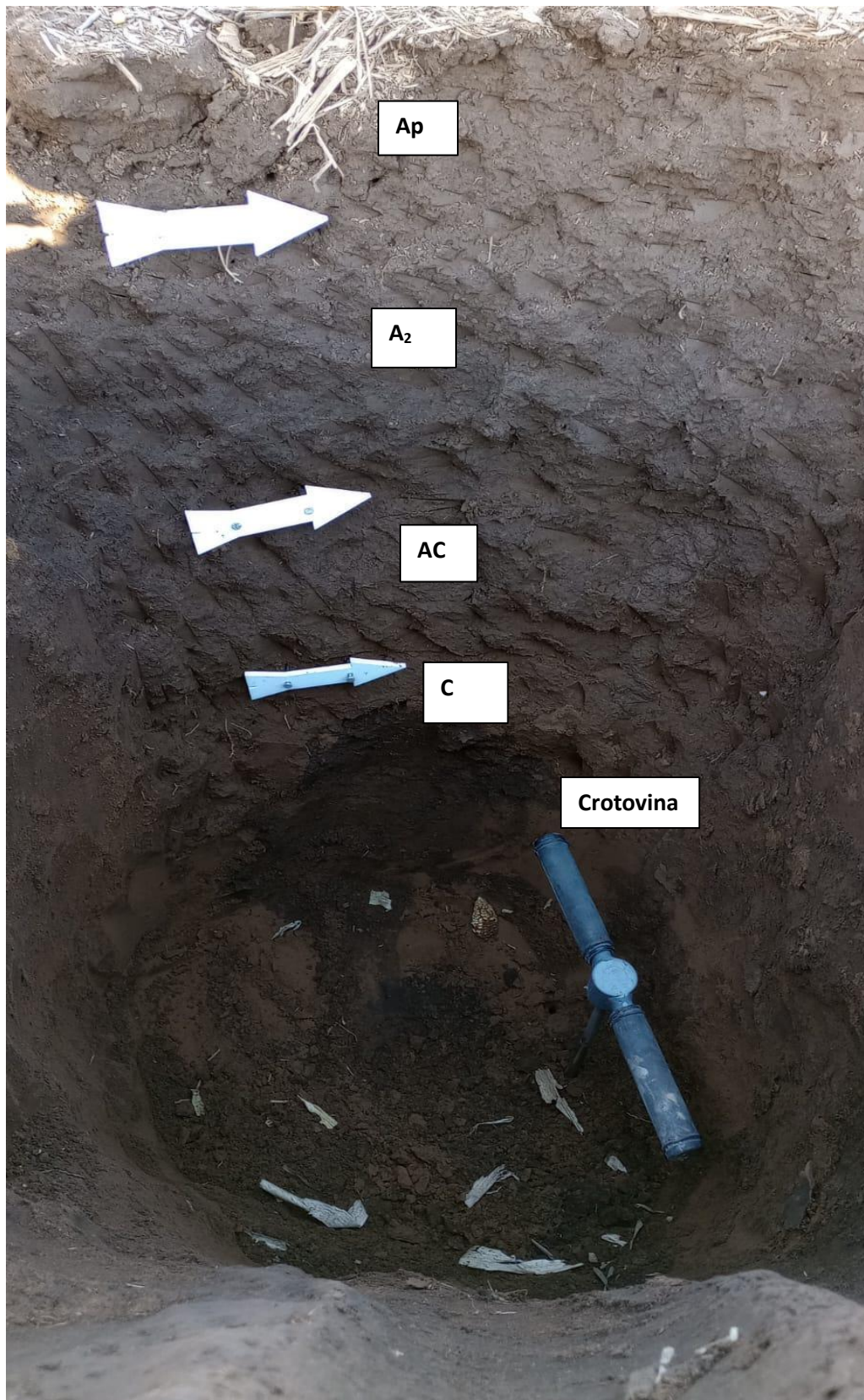


Figura 18. Secuencia de horizontes correspondiente al Suelo 2.



Figura 19. Crotovina reconocida en el Suelo 2.

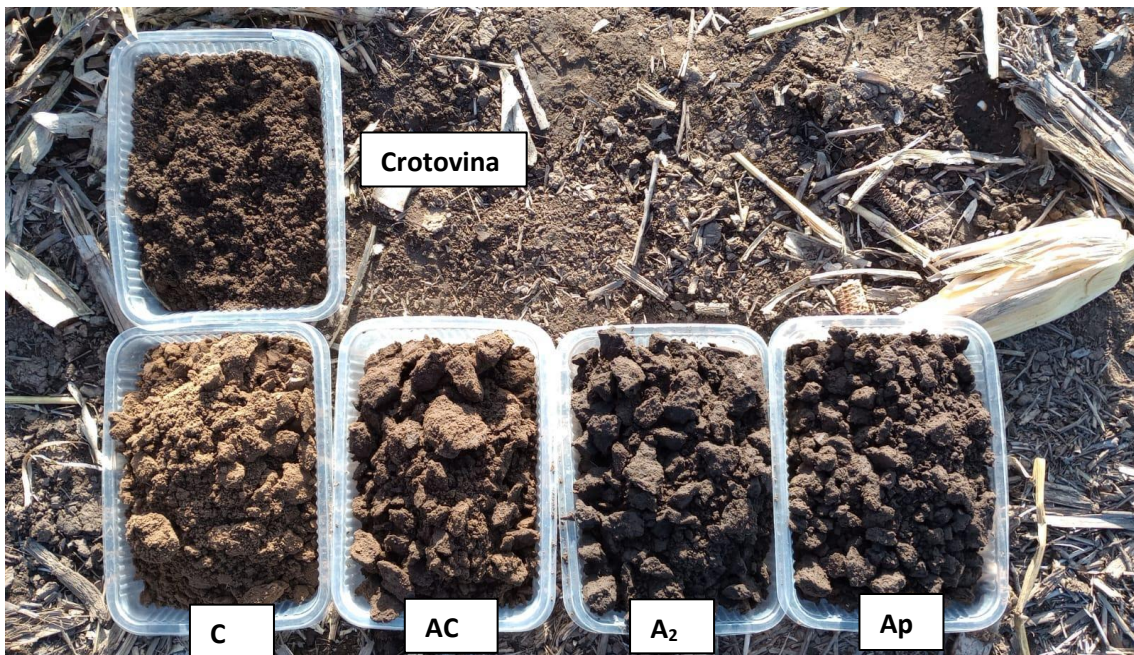


Figura 20. Muestras correspondientes a la secuencia de horizontes del Suelo 2.

Características físicas.

Tabla 15. Resultados de las propiedades físicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	A ₂	AC	C	Crotovina	
Profundidad	cm	0-11	11-35	35-57	57-200	-	
Análisis Granulométrico	Arcilla	g kg⁻¹	168	191	177	106	157
	Limo		259	260	190	160	205
	Arena muy fina		465	455	503	567	489
	Arena fina		107	93	129	166	148
	Arena media		1	0	1	1	1
	Arena gruesa		0	0	0	0	0
	Arena muy gruesa		0	0	0	0	0
Clase Textural		FA	FA	FA	FA	FA	
Densidad aparente	Mg m⁻³	1,34	-	-	-	-	
Densidad real		2,62	-	-	-	-	
Porosidad total	% *	48,86	-	-	-	-	
Humedad Equivalente		21,37	20,42	17,71	13,15	17,34	
Humedad Higroscópica		2,22	2,41	2,25	1,83	2,49	

*Corresponde a porcentaje gravimétrico

Estabilidad estructural.

Tabla 16. Resultados y clasificación de la estabilidad estructural del Suelo 2.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE%	Clasificación
12,26	1,226	40,78	Muy buena

Tabla 17. Clasificación de los resultados según su índice de estabilidad.

Índice de estabilidad	
Mayor de 50	Estabilidad excelente
40-50	Estabilidad muy buena
33-40	Estabilidad buena
25-33	Estabilidad insatisfactoria
Menor de 25	Estabilidad mala



Figura 21. Gráfico de curvas acumulativas en seco y en húmedo.

Curva de retención hídrica.

Tabla 18. Resultados de la curva de retención hídrica del Suelo 1 (porcentajes volumétricos).

%pF 0	%pF 1	%pF 1,8	%pF 2,5	%pF 4,2	%pF 4,5	%pF 7
46,22	42,94	36,91	30,00	12,94	2,97	0

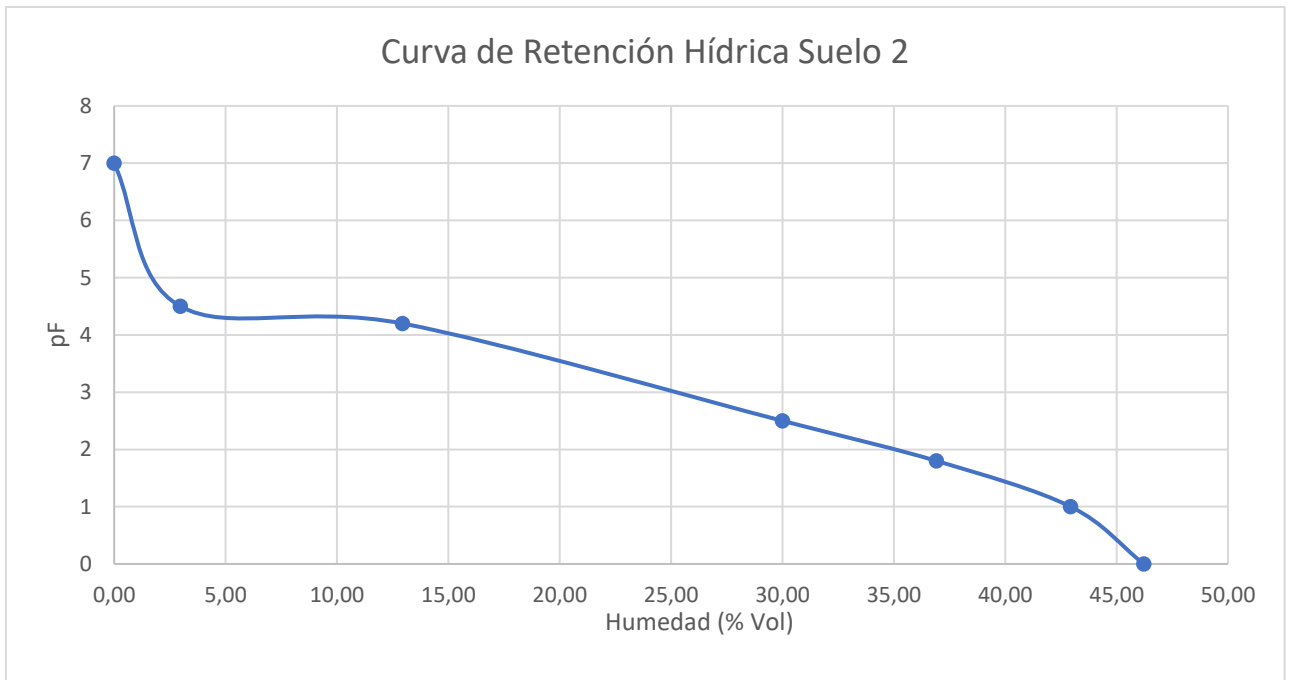


Figura 22. Gráfico de la curva de retención hídrica.

Distribución del espacio poroso.

Tabla 19. Distribución del espacio poroso Suelo 2.

Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultra microporos	Sólidos	Porosidad total
9,31	6,91	17,06	9,97	2,97	53,78	46,22

- Macroporos > 50 μ
- Mesoporos grandes 50 – 9 μ
- Mesoporos chicos 9 – 0,2 μ
- Microporos 0,2 – 0,1 μ
- Ultra microporos < 0,1 μ

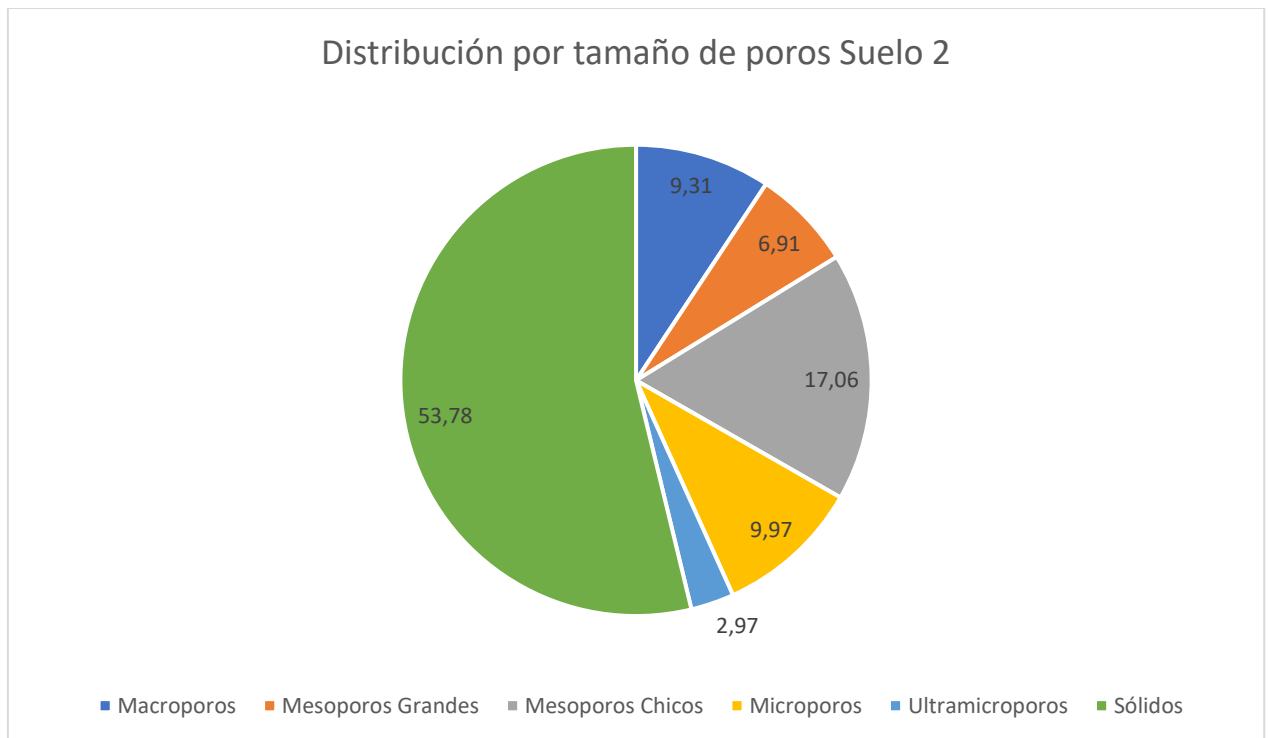


Figura 23. Distribución por tamaño de poros.

Características químicas.

Tabla 20. Resultados de las características químicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	A ₂	AC	C	Crotovina	
Profundidad	cm	0-11	11-35	35-57	57-200	-	
pH (suspensión 1:2,5)		6,1	6,8	7,3	7,4	7,3	
Calcáreo		-	-	-	-	-	
Materia Orgánica	g kg ⁻¹	29,8	27,9	15,8	10,5	19,8	
Carbono Orgánico		17,3	16,2	9,2	6,1	11,5	
Fósforo Orgánico		mg kg ⁻¹	132	187	109	54	131
Fósforo Inorgánico	391		112	255	298	221	
Fósforo Total	523		299	364	352	352	
Relación C/P		131	87	84	113	88	
Cationes Intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	7,0	8,1	8,1	6,8	8,4
	Na ⁺		0,8	0,7	0,6	0,7	0,9
	K ⁺		2,6	2,5	1,9	1,3	1,5
	Sumatoria		10,4	11,3	10,6	8,8	10,8
CIC		11,4	12,3	11,3	9,4	11,4	
Saturación bases		%	91	92	94	94	95
PSI			6,7	5,7	5,5	7,2	8,2

Composición de sales solubles.

Tabla 21. Composición de las sales solubles del Suelo 2.

Horizonte		Ap	A ₂	AC	C	Crotovina
Profundidad	cm	0-11	11-35	35-57	57-200	-
pH		7,0	7,2	7,3	7,4	7,3
Conductividad Eléctrica	dS m ⁻¹	0,32	0,29	0,17	0,18	0,24
Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	2,4	2,4	1,9	1,6	2,2
	Na ⁺	0,8	0,8	0,7	0,7	1,0
	K ⁺	0,9	0,6	0,3	0,2	0,2
	Sumatoria	4,1	3,9	2,9	2,5	3,3
Aniones	Cl ⁻	3,4	3,3	3,2	2,2	2,5
	SO ₄ ⁼	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
	CO ₃ ⁼	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	HCO ₃ ⁻	0,4	0,6	0,5	0,7	0,7
	Sumatoria	4,0	4,1	3,8	2,9	3,4
RAS		0,7	0,7	0,7	0,8	1,0

Fertilidad química.

Tabla 22. Determinaciones de la fertilidad química de la capa arable del Suelo 2.

pH (suspensión 1:2,5)		6,2
Materia Orgánica	g kg⁻¹	27,5
Carbono Orgánico		16,0
Nitrógeno Total		1,2
Relación C/N		13,3
Fósforo Disponible	mg kg⁻¹	14
Potasio Disponible		807

Actividad biológica.

Tabla 23. Resultados y clasificación de la respiración microbiana del suelo 2.

Horizonte	mg CO₂/g/día	Clasificación
Ap	13,77	Moderadamente baja
A ₂	6,73	Baja

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

Tabla 24. Clasificación de la actividad biológica.

mg CO₂ 100g⁻¹ día⁻¹	Clasificación
< 5	Muy baja
5 - 10	Baja
10 - 15	Moderadamente baja
15 - 20	Moderada
20 - 25	Optima
> 25	Elevada



Clasificación del Suelo 2

Determinación del índice de productividad (SAGyP-INTA,1989).

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

Tabla 25. Índice de productividad del Suelo 2

H	Condición climática	60
D	Drenaje	100
Pe	Profundidad efectiva	100
Ta	Textura del horizonte superficial	90
Tb	Textura del horizonte subsuperficial	100
Sa	Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75cm	100
Na	Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro	100
MO	Contenido de materia orgánica	100
T	Capacidad de intercambio catiónico	95
E	Erosión	90
IP	INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE LA UNIDAD TAXONOMICA	46,17

IP= Buena productividad, según RIQUIER/FAO.

Clasificación taxonómica del Suelo 2

Clasificación del suelo según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022)

El suelo presenta las siguientes características diagnósticas:

Epipedón Mólico y un edafoclima que corresponde al régimen údico-térmico.

Clasifica como:

Hapludol Típico, franco grueso, térmico.



Interpretación de los resultados obtenidos

El Suelo 2, evoluciona en un relieve plano a bajos y en una geoforma de cañadón, a partir de sedimentos loessicos. Según la clasificación taxonómica es un Hapludol Típico, franco grueso, térmico; Está compuesto por una secuencia de horizontes Ap, A₂, AC, C. En el horizonte C se encuentra una crotovina, a la cual también se le realizaron todas las determinaciones. Según el análisis granulométrico todos los horizontes son de textura franco arenosa.

La estabilidad estructural del horizonte superficial, resulto ser muy buena, esto podría deberse al contenido de materia orgánica (cerca al 3 %) y al contenido de limo + arcilla (alrededor del 43 %), bajo un clima udico y un manejo conservacionista del recurso, como lo son el barbecho con cobertura y la siembra directa. La densidad aparente, que es definida como la masa de suelo por unidad de volumen, da por resultado 1,34 por lo que es menor a lo que se esperaría para suelos de textura franco arenosa. El perfil posee una porosidad total del 48,9% (gravimétrica), siendo un poco menor a lo que se podría considerar como óptimo.

Según la curva de retención hídrica, el perfil posee un rango de agua útil de 17,06% (volumétrica) indicando una disponibilidad media a buena de agua para los cultivos, ya que lo esperable es que los perfiles posean un 25% de agua y un 25% de aire, completando el resto del porcentaje (50%) con sólidos, esto podría deberse a su textura gruesa y por ello una mayor cantidad de macroporos los cuales no retienen el agua.

En cuanto a los parámetros de fertilidad química, el suelo posee 27,5 g kg⁻¹ de materia orgánica, lo que corresponde con un valor de 16,0 g kg⁻¹ de carbono orgánico, por otro lado, el nitrógeno total arroja un valor de 1,2 g kg⁻¹, los cuales son valores altos para la textura franco arenosa del perfil, dando por resultado una relación C/N de 13,3 que se considera óptima para suelos agrícolas. El índice de materia orgánica (IMO) para el horizonte superficial da un valor de 7 lo que indica un contenido de materia orgánica aceptable para la textura de dicho horizonte.

Los valores de capacidad de intercambio catiónico dan dentro de lo esperable para la textura franco arenosa, siendo estos de entre 9,30 y 12,25 meq kg⁻¹. El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) está entre 5,2 y 8,2%, estos valores no presentan ningún inconveniente para suelo, ni



física, ni químicamente. Los resultados de CE y RAS en el extracto, no muestran problemas de alcalinidad ni sodicidad. En cuanto al pH los valores son neutros, los resultados van de 7 a 7,4.

Por otro lado, la actividad biológica del suelo es moderadamente baja para el horizonte Ap y baja para el horizonte A₂.

Procesos pedogenéticos

- **Melanización:** Puede verse de forma marcada en los horizontes Ap y A₂ mientras que en el horizonte AC se observa de una leve melanización. Poseen un color oscuro resultante de la descomposición y transformación de la materia orgánica y su mezcla con el material mineral del horizonte.
- **Genesis de estructura:** Se evidencia principalmente en los horizontes Ap y A₂. Estos horizontes tienen una buena formación de agregados.



Calidad de Aguas

Tabla 26. Determinaciones químicas de dos muestras de agua.

Muestra		Bomba	Molino	
pH		8,2	8,0	
CE		dS m ⁻¹	1,68	1,14
Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	1,6	3,8	
	Na ⁺	17,7	11,4	
	K ⁺	0,1	0,2	
	Sumatoria	19,5	15,3	
Aniones	Cl ⁻	8,7	4,5	
	SO ₄ ⁼	1,9	0,5	
	CO ₃ ⁼	1,0	1,3	
	HCO ₃ ⁻	6,3	6,2	
	Sumatoria	17,8	12,4	
RAS		19,7	8,3	



Clasificación del Agua

Para riego:

Según las normas Riverside (Richards, 1954) y de acuerdo a la conductividad eléctrica ambas aguas clasifican como aguas altamente salinas (C3), limitando su uso a suelos con un drenaje adecuado y aun así se deben tomar medidas de control de salinidad para evitar una degradación del suelo. Teniendo en cuenta la RAS el agua de la bomba clasifica como agua muy alta en sodio (S4), siendo inadecuada para el riego. El agua del molino clasifica como agua media en sodio (S2), se recomienda su uso en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos con buena permeabilidad.

Según Ayers y Westcot (FAO, 1985) ambas muestras cuentan con una restricción de uso ligera a moderada para los factores de salinidad (disminución de la disponibilidad de agua para los cultivos) y sodicidad (disminución de la permeabilidad del suelo).

Para consumo animal:

Según Ayers y Westcot (FAO, 1985), en base a la conductividad eléctrica, el agua de la bomba ($1,68 \text{ dS m}^{-1}$) clasifica como muy satisfactoria, se considera que es apta para toda clase de ganado y aves de corral, aunque puede provocar diarrea en ganado no acostumbrado y excreciones líquidas en aves. El agua del molino ($1,14 \text{ dS m}^{-1}$) clasifica como excelente, lo cual la hace apta para toda clase de ganado y aves de corral.

Según Gamieta (INTA, 2022) ambas muestras se consideran seguras para el ganado bovino con respecto a la concentración de sulfatos. El agua de la bomba contiene 91 mg L^{-1} y el agua del molino contiene 24 mg L^{-1} .



Bibliografía

- SAGyP – INTA. 1989. Proyecto PNUD ARG 85/019, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIRN-Instituto de Evaluación de Tierras. Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires, Escala 1:500000. 525 pp.
- Soil Survey Staff. 2022. Keys to Soil Taxonomy 13th Edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Ayers, R.S. y Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Handbook 60.
- Klingebiel A. A. and P. H. Montgomery 1961. Land Capability Classification, USDA Agriculture Handbook No. 210. Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC
- Gamieta I. J. 2022. Calidad del agua de bebida para bovinos. INTA.

Páginas web consultadas

- Turismo, sitio oficial de la municipalidad de Coronel Dorrego. Disponible en: <https://dorrego.gob.ar/mun/direcciones/turismo/menu/la-ciudad/ubicacion.php>
- Buenos Aires inteligente, Coronel Dorrego. Disponible en: https://buenosairesinteligente.com.ar/distrito/coronel-dorrego_149
- El Perdido (Coronel A. Guisasola), Pueblos de Buenos Aires. Disponible en: <https://www.conocelaprovincia.com.ar/el-perdido-jose-a-guisasola/>
- Climate Data, Coronel Dorrego. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/buenos-aires/coronel-dorrego-19855/#climate-table>
- Cartas de Suelos República Argentina - Provincia de Buenos Aires. INTA - Instituto de Suelos – CIRN. Disponible en: <https://zenodo.org/records/7837681>

Apéndice

Tipos de terreno según USDA

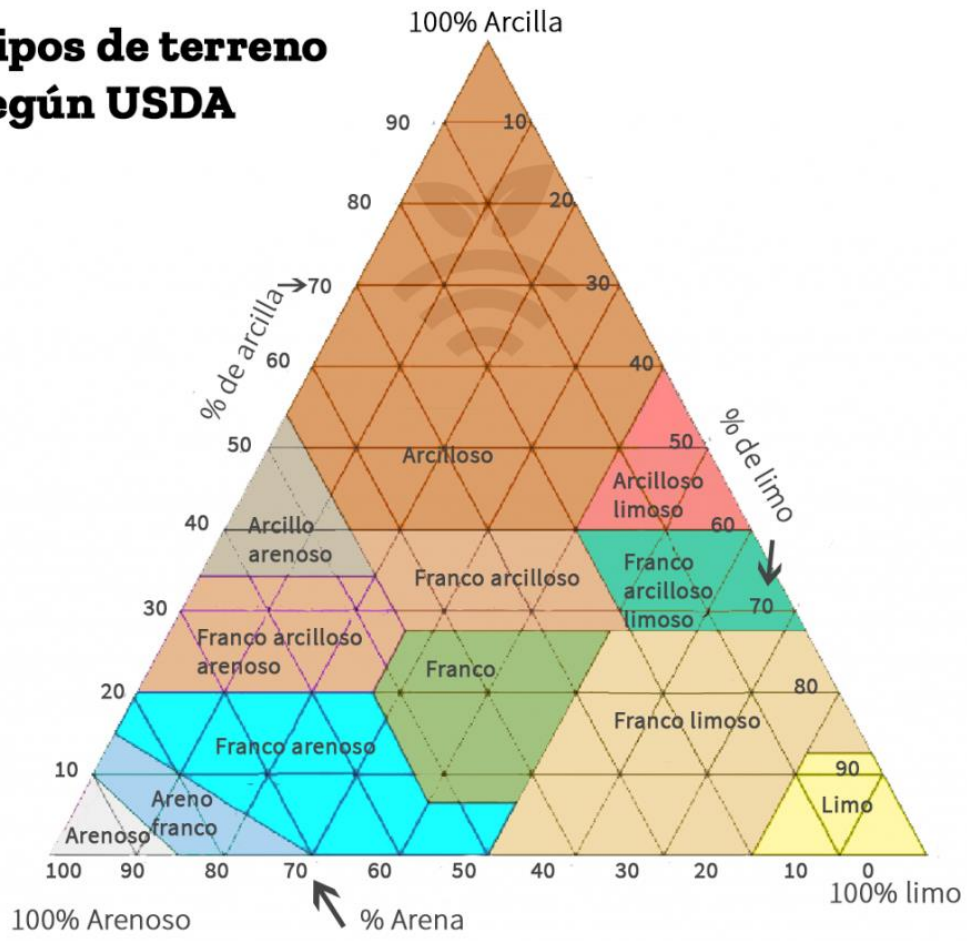


Figura 24. Triangulo textural según USDA.

Características físicas.

Densidad real

Se realizó para ambos suelos 5 repeticiones, para corroborar la calidad de los resultados obtenidos.

Suelo	Repetición	P S	P S W	P W	δ real (Mg m ⁻³)	Promedio (Mg m ⁻³)
Suelo 1	1	11,71	49,30	42,12	2,58	2,66
	2	11,73	48,48	41,16	2,66	
	3	11,72	49,05	41,90	2,57	
	4	11,71	48,74	41,44	2,65	
	5	11,75	47,94	40,59	2,67	
Suelo 2	1	11,82	50,52	43,21	2,62	2,61
	2	11,78	46,44	39,15	2,62	
	3	11,71	48,75	41,54	2,61	
	4	11,76	48,60	41,23	2,68	
	5	11,79	46,52	39,27	2,60	

PS: Peso del suelo corregido por la humedad higroscópica.

Humedad higroscópica:

Suelo 1: 2,42

Suelo 2: 2,22

PSW: Peso del picnómetro con suelo y agua.

PW: Peso del picnómetro más agua.

*Los resultados resaltados en color rojo fueron descartados.



Densidad aparente.

Se tomaron muestras sin disturbar en 5 cilindros para cada suelo, luego los resultados de estos se promediaron para así obtener un resultado más acertado y de mayor calidad.

Suelo	Cilindro	P C + SSE	P C	P SSE	Densidad Aparente (Mg m ⁻³)	Promedio (Mg m ⁻³)
Suelo 1	122	242,78	104,39	138,39	1,38	1,34
	301	238,56	113,51	125,05	1,25	
	318	252,29	113,25	139,04	1,39	
	399	244,46	115,37	129,09	1,29	
	516	252,88	115,58	137,30	1,37	
Suelo 2	243	251,45	115,57	135,88	1,36	1,34
	249	246,66	115,26	131,4	1,31	
	285	236,74	113,79	122,95	1,23	
	462	257,34	115,66	141,68	1,42	
	579	255,33	115,4	139,93	1,40	

P C + SSE: Peso del cilindro más suelo seco a estufa.

P C: Peso del cilindro.

P SSE: Peso del suelo seco a estufa



Retención hídrica (datos volumétricos)

Se realizaron 3 repeticiones por pF, luego los resultados se promediaron y multiplicándolos por la densidad aparente se expresaron los resultados en unidades volumétricas.

Suelo	%H pF 0	%H pF 1	%H pF 1,8	%H pF 2,5	%H 4,2
Suelo 1	46,58	44,42	37,94	29,86	14,35
	47,8	43,03	34,57	27,12	14,34
	46,11	44,5	37,71	31,66	14,26
	51,4	44,05	35,31	29,74	-
	45,97	43,23	36,77	31,44	-
Promedio	47,57	43,85	36,46	29,96	14,32
Suelo 2	48,38	43,1	35,07	26,84	13,11
	46,29	44,06	36,47	29,18	13,01
	42,33	40,45	37,04	30,58	12,70
	47,63	43,91	38,87	32,83	-
	46,49	43,19	37,09	30,57	-
Promedio	46,22	42,94	36,91	30,00	12,94



Humedad higroscópica.

Para determinarla se hicieron dos repeticiones por horizonte y se promediaron los resultados.

Suelo	Horizonte	P Cap	P Cap + SSA	P Cap + SSE	Humedad	Promedio	
Suelo 1	Ap	23,50	51,55	50,88	2,45	2,42	
		24,04	50,52	49,90	2,40		
	Bt ₁	23,66	50,34	49,57	2,97	2,98	
		23,17	50,33	49,54	3,00		
	Bt ₂	23,87	50,92	49,65	4,93	4,96	
		22,75	50,91	49,57	5,00		
	Ck	23,50	50,68	49,76	3,50	3,54	
		24,50	50,22	49,33	3,58		
	Suelo 2	Ap	24,08	50,46	49,89	2,21	2,22
			24,78	50,34	49,78	2,24	
A ₂		21,69	50,32	49,65	2,40	2,41	
		23,33	50,32	49,68	2,43		
AC		22,93	50,37	49,77	2,24	2,25	
		23,45	50,09	49,50	2,26		
C		24,38	50,96	50,48	1,84	1,83	
		23,58	51,01	50,52	1,82		
Crotovina		23,22	50,13	49,48	2,48	2,49	
		23,49	50,82	50,15	2,51		

P Cap: Peso de la capsula.

P Cap + SSA: Peso de la capsula más suelo seco al aire.

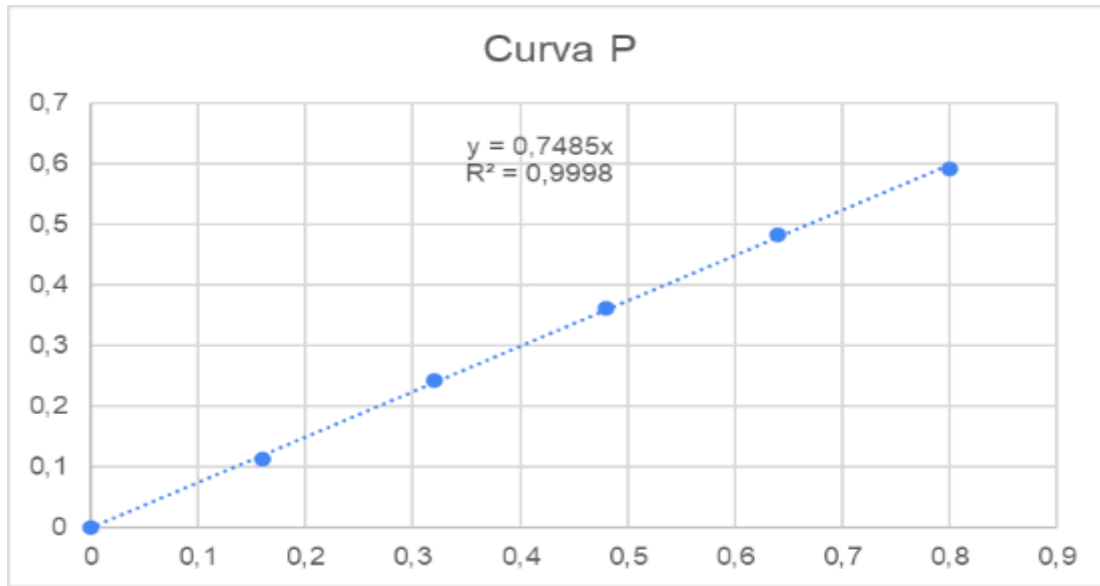
P Cap + SSE: Peso de la capsula más suelo seco a estufa.

Características químicas.

Fosforo total.

El fosforo total es la resultante del fosforo orgánico e inorgánico presente el suelo. Para determinarlo se realizaron dos repeticiones por horizonte.

Suelo	Horizonte	Resultado	mg L ⁻¹	en 25 mL	Promedio	en 100 mL	mg kg ⁻¹
Suelo 1	Ap	0,182	0,243	0,00608	0,00635	0,31730	317
		0,198	0,265	0,00661			
	Bt1	0,140	0,187	0,00468	0,00474	0,23714	235
		0,144	0,192	0,00481			
	Bt2	0,129	0,172	0,00431	0,00444	0,22211	221
		0,137	0,183	0,00458			
	Ck	0,268	0,358	0,00895	0,00893	0,44673	442
		0,267	0,357	0,00892			
Suelo 2	Ap	0,309	0,413	0,01032	0,01057	0,52856	523
		0,324	0,433	0,01082			
	A2	0,188	0,251	0,00628	0,00610	0,30478	299
		0,177	0,236	0,00591			
	AC	0,218	0,291	0,00728	0,00738	0,36907	364
		0,224	0,299	0,00748			
	C	0,220	0,294	0,00735	0,00701	0,35070	352
		0,200	0,267	0,00668			
	Crotovina	0,210	0,281	0,00701	0,00705	0,35237	352
		0,212	0,283	0,00708			

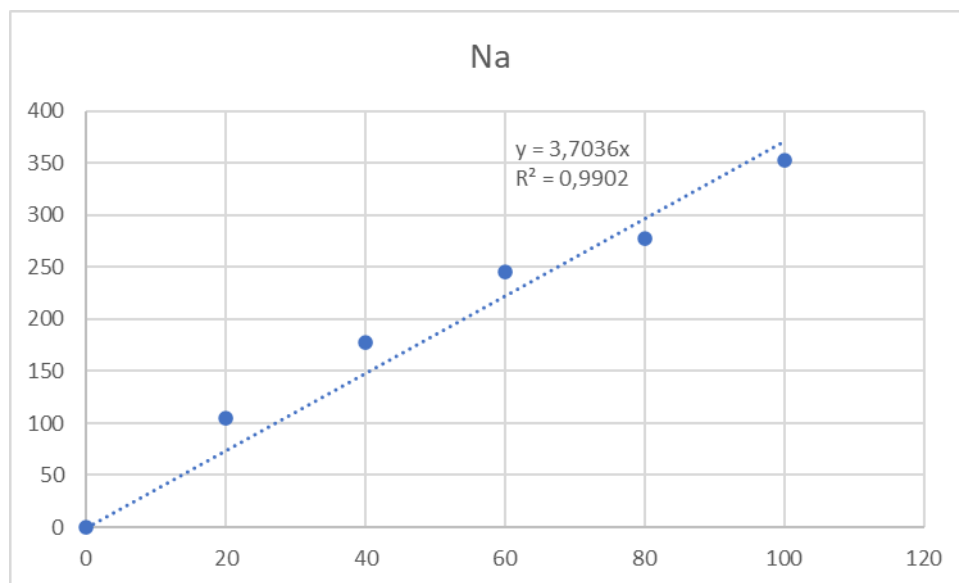


Cationes intercambiables.

Estos cationes se encuentran en la interfaz sólido y líquido.

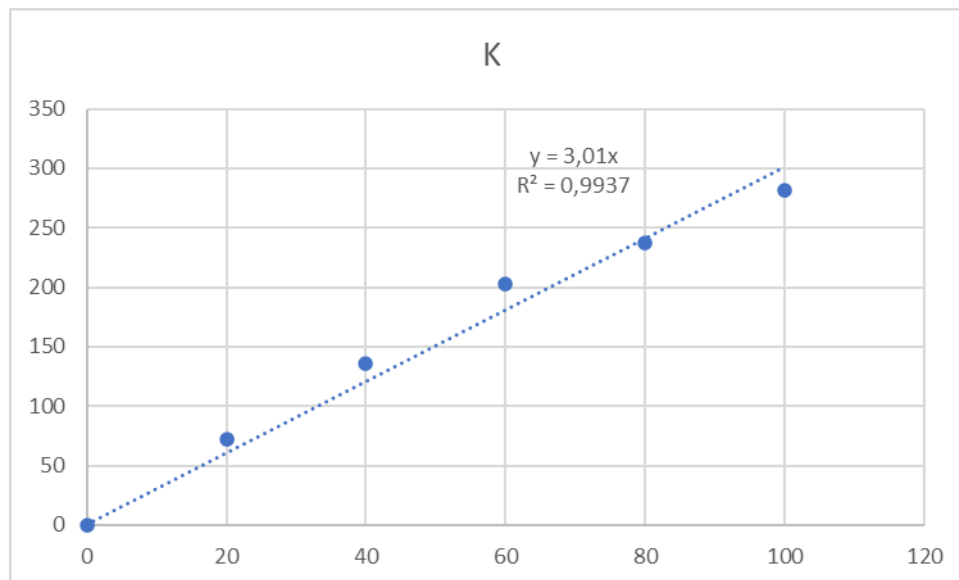
- **Sodio**

Suelo	Horizonte	UE	mg L ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹
Suelo 1	Ap	22	5,94	0,65
	Bt ₁	25	6,75	0,73
	Bt ₂	29	7,83	0,85
	Ck	30	8,10	0,88
Suelo 2	Ap	26	7,02	0,76
	A ₂	24	6,48	0,70
	AC	21	5,67	0,62
	C	23	6,21	0,68
	Crotovina	32	8,64	0,94



- Potasio

Suelo	Horizonte	UE	mg L ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹
Suelo 1	Ap	120	39,87	2,55
	Bt ₁	104	34,55	2,21
	Bt ₂	121	40,20	2,57
	Ck	78	25,91	1,66
Suelo 2	Ap	122	40,53	2,59
	A ₂	119	39,53	2,53
	AC	89	29,57	1,89
	C	60	19,93	1,27
	Crotovina	70	23,26	1,49



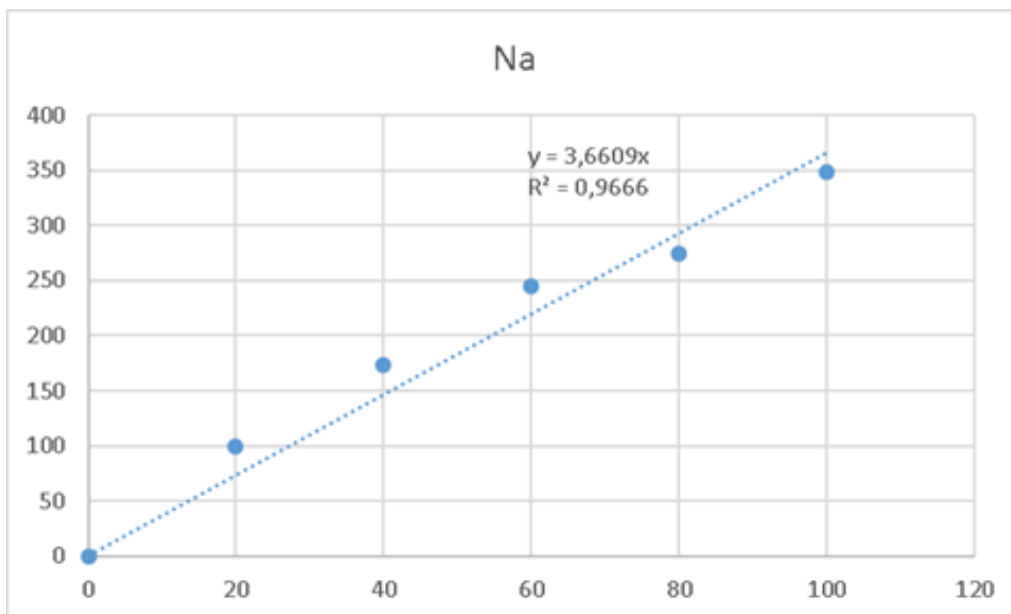
- **Calcio + Magnesio**

Suelo	Horizonte	mL	meq L ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	Promedio
Suelo 1	Ap	1,82	3,28	8,19	8,19
		1,82	3,28	8,19	
	Bt1	2,48	4,46	11,16	11,20
		2,50	4,50	11,25	
	Bt2	3,89	7,00	17,50	17,46
		3,87	6,97	17,42	
	Ck	-	-	-	-
	Suelo 2	Ap	1,53	2,75	6,88
1,58			2,84	7,11	
A2		1,80	3,24	8,10	8,10
		1,80	3,24	8,10	
AC		1,81	3,26	8,14	8,14
		1,81	3,26	8,14	
C		1,52	2,74	6,84	6,75
		1,48	2,66	6,66	
Crotovina		1,87	3,37	8,42	8,44
		1,88	3,38	8,46	

Extracto de saturación

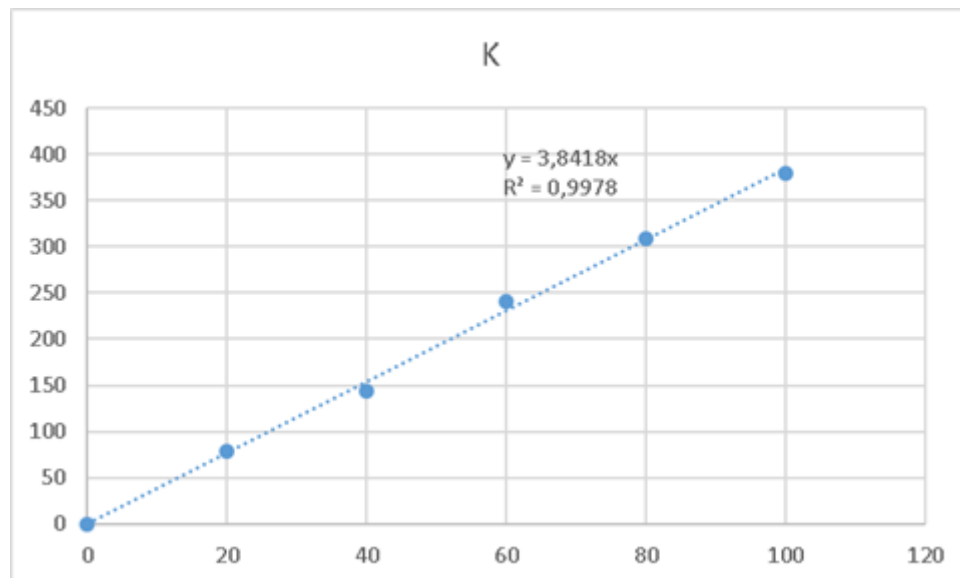
- Sodio

Suelo	Horizonte	UE	meq L ⁻¹
Suelo 1	Ap	80	0,95
	Bt1	66	0,78
	Bt2	96	1,14
	Ck	108	1,28
Suelo 2	Ap	68	0,81
	A2	68	0,81
	AC	55	0,65
	C	61	0,72
	Crotovina	84	1,00



- Potasio

Suelo	Horizonte	UE	meq L ⁻¹
Suelo 1	Ap	140	0,93
	Bt1	50	0,33
	Bt2	35	0,23
	Ck	33	0,22
Suelo 2	Ap	138	0,92
	A2	94	0,63
	AC	49	0,33
	C	23	0,15
	Crotovina	22	0,15



- **Calcio + Magnesio**

Suelo	Horizonte	ml de EDTA	meq L ⁻¹	Promedio
Suelo 1	Ap	0,64	2,88	2,97
		0,68	3,06	
	Bt1	0,44	1,98	1,94
		0,42	1,89	
	Bt2	0,52	2,34	2,34
		0,52	2,34	
	Ck	0,84	3,78	3,83
		0,86	3,87	
Suelo 2	Ap	0,53	2,39	2,41
		0,54	2,43	
	A2	0,54	2,43	2,43
		0,54	2,43	
	AC	0,40	1,80	1,85
		0,42	1,89	
	C	0,36	1,62	1,62
		0,36	1,62	
	Crotovina	0,49	2,21	2,18
		0,48	2,16	



- Cloruros

Suelo	Horizonte	mL	meq L ⁻¹	Promedio	
Suelo 1	Ap	1,46	3,65	3,65	
		1,46	3,65		
	Bt1	1,22	3,05	3,05	
		1,22	3,05		
	Bt2	1,2	3,00	3,00	
		1,2	3,00		
	Ck	1,34	3,35	3,35	
		1,34	3,35		
	Suelo 2	Ap	1,36	3,40	3,43
			1,38	3,45	
A2		1,34	3,35	3,35	
		1,34	3,35		
AC		1,28	3,20	3,20	
		1,28	3,20		
C		0,86	2,15	2,18	
		0,88	2,20		
Crotovina		0,98	2,45	2,48	
		1,00	2,50		



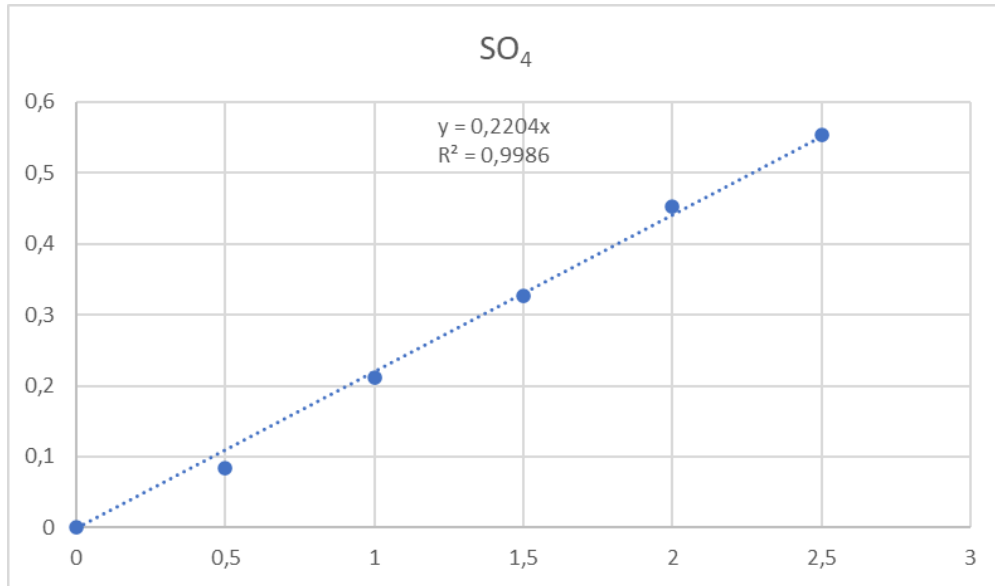
- **Bicarbonatos**

Suelo	Horizonte	mL H ₂ SO ₄	Bicarbonatos	Promedio
Suelo 1	Ap	0,26	0,65	0,68
		0,28	0,70	
	Bt ₁	0,44	1,10	1,05
		0,40	1,00	
	Bt ₂	0,46	1,15	1,10
		0,42	1,05	
	Ck	1,20	3,00	3,08
		1,26	3,15	
Suelo 2	Ap	0,18	0,45	0,40
		0,14	0,35	
	A ₂	0,24	0,60	0,60
		0,24	0,60	
	AC	0,18	0,45	0,48
		0,20	0,50	
	C	0,26	0,65	0,65
		0,26	0,65	
	Crotovina	0,29	0,73	0,74
		0,30	0,75	

*Las muestras resultaron negativas para la presencia de carbonatos.

- Sulfatos

Suelo	Horizonte	UE	meq L ⁻¹	Promedio
Suelo 1	Ap	0,045	0,20	0,20
		0,045	0,20	
	Bt1	0,040	0,18	0,20
		0,047	0,21	
	Bt2	0,019	0,09	0,08
		0,018	0,08	
	Ck	0,027	0,12	0,15
		0,039	0,18	
Suelo 2	Ap	0,045	0,20	0,21
		0,046	0,21	
	A2	0,049	0,22	0,20
		0,040	0,18	
	AC	0,019	0,09	0,09
		0,021	0,10	
	C	0,018	0,08	0,07
		0,014	0,06	
	Crotovina	0,042	0,19	0,18
		0,038	0,17	

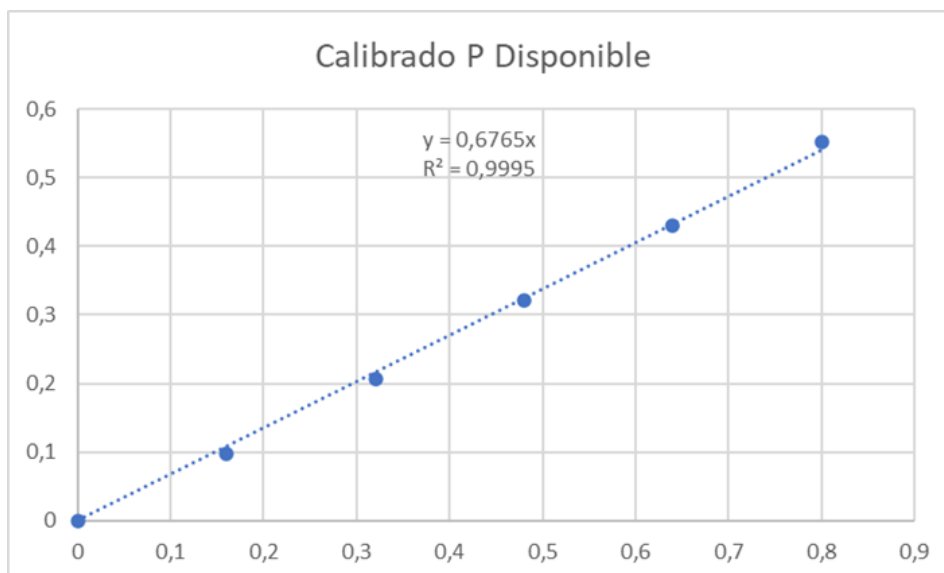


Determinaciones de fertilidad

Se realizaron dos repeticiones para cada elemento a determinar.

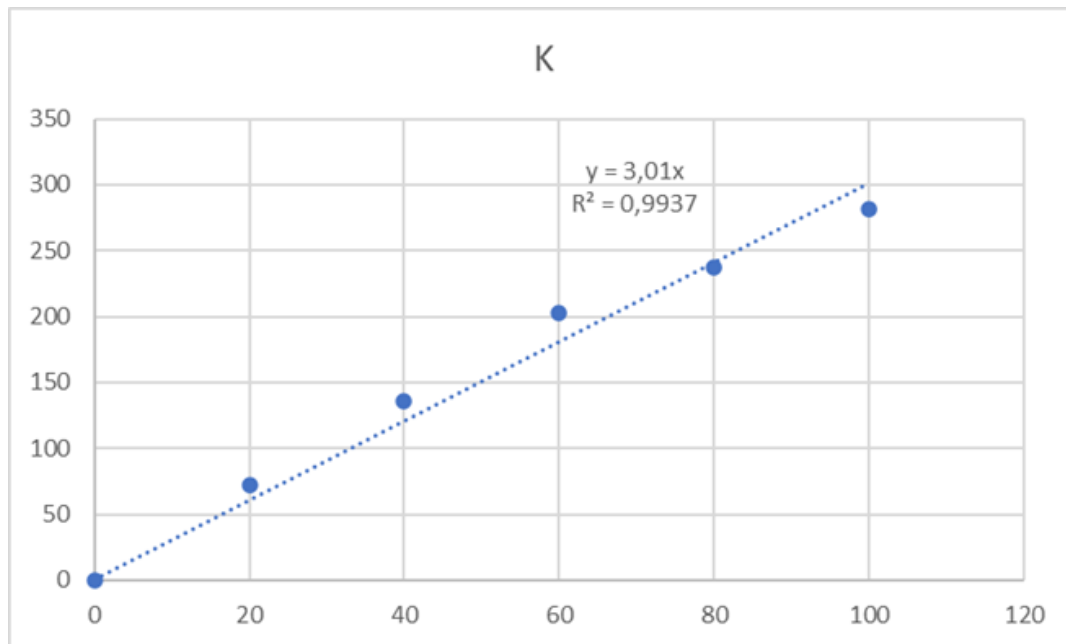
- **Fosforo disponible**

Muestra	Resultado	mg L ⁻¹	en 25 mL	Promedio	en 35 mL	mg kg ⁻¹
Suelo 1	0,188	0,278	0,00695	0,00708	0,12385	25
	0,195	0,288	0,00721			
Suelo 2	0,112	0,166	0,00414	0,00405	0,07081	14
	0,107	0,158	0,00395			



- **Potasio asimilable**

Suelo	UE	mg L ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹
Suelo 1	205	68,11	681,06
Suelo 2	243	80,73	807,31



- **Nitrógeno total**

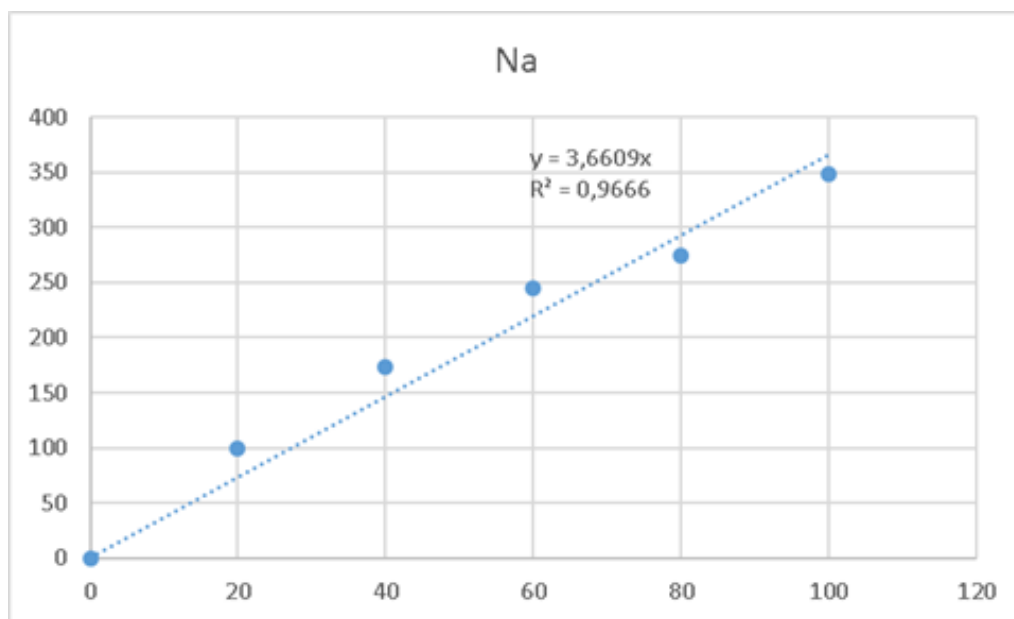
Muestra	Peso de suelo	ml H ₂ SO ₄	meq	en 1000 g	g kg ⁻¹	Promedio
Blanco		0,6				
Suelo 1	0,155	2,04	0,0144	92,9	1,30	1,31
	0,155	2,06	0,0146	94,2	1,32	
Suelo 2	0,16	1,94	0,0134	83,8	1,17	1,20
	0,16	2,00	0,0140	87,5	1,23	

Determinaciones de las muestras de agua

- Sodio

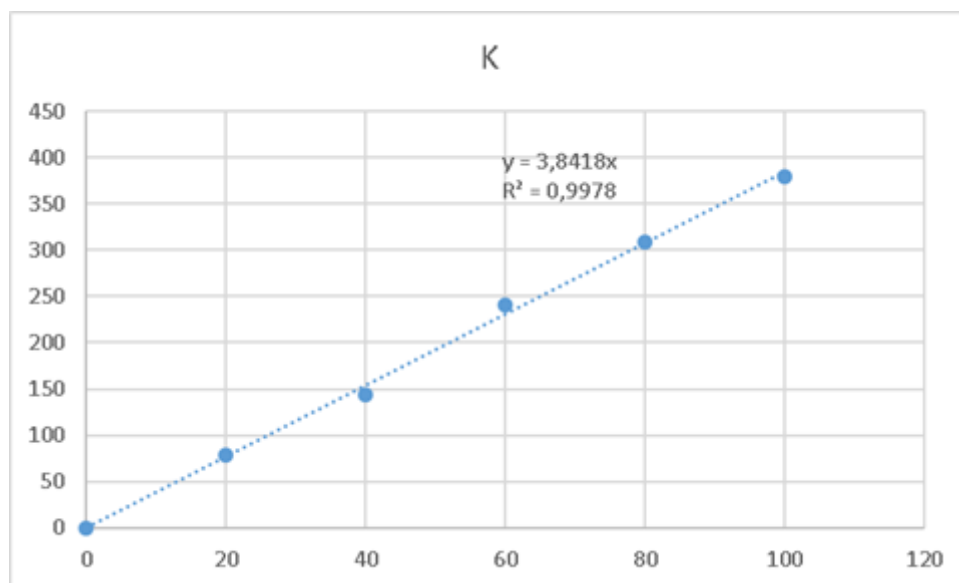
Muestra	UE	meq L ⁻¹
Bomba	298	17,70
Molino	192	11,41

*UE corresponde a dilución 1:5



- **Potasio**

Muestra	UE	meq L ⁻¹
Bomba	21	0,14
Molino	22	0,15

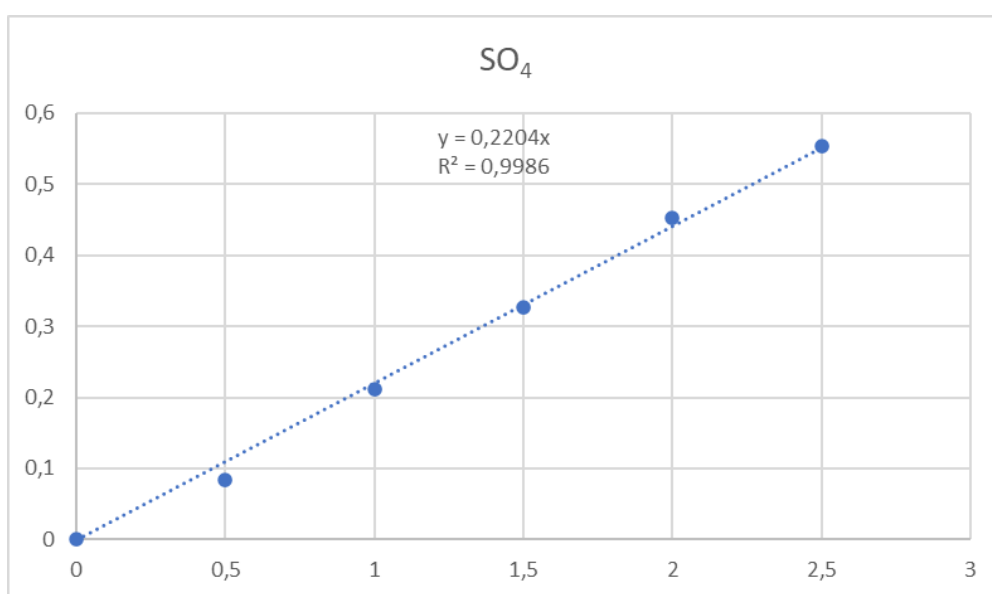


- **Calcio + Magnesio**

Muestra	mL de EDTA	meq L ⁻¹	Promedio
Bomba	0,36	1,62	1,62
	0,36	1,62	
Molino	0,84	3,78	3,78
	0,84	3,78	

- **Sulfato**

Muestra	UE	meq L ⁻¹	Promedio
Bomba	0,416	1,89	1,85
	0,398	1,81	
Molino	0,103	0,47	0,46
	0,098	0,44	



- **Cloruros**

Muestra	mL	meq L ⁻¹	Promedio
Bomba	3,48	8,70	8,69
	3,47	8,68	
Molino	1,80	4,50	4,48
	1,78	4,45	



- **Carbonatos y Bicarbonatos**

Muestra	T1	T2	CO ₃ ⁻²	Promedio	HCO ₃ ⁻	Promedio
Bomba	0,18	2,94	0,90	1,00	6,45	6,30
	0,22	2,90	1,10		6,15	
Molino	0,26	3,00	1,30	1,25	6,20	6,23
	0,24	2,98	1,20		6,25	

T1 = Volumen para titular Carbonatos

T2 = Volumen para titular Bicarbonatos

Resultados	Hidróxidos	Carbonatos	Bicarbonatos
T1 = 0	0	0	T2
T1 < ½ T2	0	2 * T1	T2 - 2 * T1
T1 = ½ T2	0	2 * T1	0
T1 > ½ T2	2 * T1 - T2	2 * (T2 - T1)	0
T1 = T2	T2	0	0