



Caracterización de dos suelos del predio “La Nicolasa”, partido de Coronel Suárez.



TECNICATURA SUPERIOR AGRARIA EN SUELOS Y AGUAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

ALUMNO: PIGRETTI, GASTÓN EMILIANO

TÍTULO DEL TRABAJO: Caracterización de dos suelos del predio La Nicolas, Pdo. de Coronel Suárez

DOCENTE TUTOR: Dr. BRAVO, OSCAR

DOCENTE CONSEJERA 1: Mg. BOUZA, MARIANA

DOCENTE CONSEJERA 2: Dra. SUÑER, LILIANA

Diciembre, 2024.

RESUMEN

Se han estudiado dos perfiles de suelo que pertenecen al Establecimiento La Nicolasa, ubicado en el Pdo. de Coronel Suárez. El objetivo principal fue aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas para evaluar la calidad agronómica de estos suelos. El paisaje corresponde a la llanura sur ventánica oriental, conocida también como pampa interserrana. Los sitios de estudio corresponden a un plano alto y un plano bajo de un lote bajo producción agrícola convencional. Los resultados indican que los dos suelos presentan como características comunes a los sedimentos loésicos como materiales originarios, en un clima regional húmedo, con pradera gramínea como vegetación originaria. El relieve suavemente ondulado genera planos con buen drenaje (perfil 1), alternando con planos deprimidos (perfil 2) que funcionan como vías de agua o lagunas en épocas de mayor precipitación. Los resultados indican claras diferencias entre sitios. El suelo 1 presenta una secuencia Ap-A2-AC-2Bt-2BC-2Ck, texturas francas a franco arcillosas, excelente estabilidad estructural, alto contenido de materia orgánica (48 g kg^{-1}), y baja sodicidad. Se clasificó como Hapludol Thaptho Argico franco fino, térmico, con una alta productividad (IP: 76,5%). El suelo 2 presenta una secuencia Ap-E-Btn-BCn-Cxn, texturas franco arcillosas a arcillosas, mala estabilidad estructural, bajo contenido de materia orgánica (17 g kg^{-1}), y alta sodicidad en todo el perfil ($\text{PSI} > 15$). Se clasificó como Natralbol Típico, franco fino, térmico, con una muy pobre productividad (IP: 6,5%). El Perfil 1 es apto para agricultura y ganadería, con un manejo adecuado y rotación de cultivos. El Perfil 2, debido a su alta sodicidad y pobre drenaje, es más adecuado para ganadería, con pasturas y verdeos tolerantes al anegamiento y sodicidad. Este estudio proporciona una base para seleccionar prácticas culturales que mejoren la productividad y sustentabilidad del recurso suelo en el predio La Nicolasa.

PALABRAS CLAVE: Coronel Suárez, Suelos, Perfiles.

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.2 TRABAJO DE LABORATORIO	13
3.2.1 DETERMINACIONES FÍSICAS	13
3.2.2 DETERMINACIONES QUÍMICAS	17
3.2.3 ANÁLISIS QUÍMICO EN AGUA	22
4. RESULTADOS	23
4.1.1 PERFIL 1	24
4.1.2 Factores de sitio	24
4.1.3 Morfología del perfil 1	27
4.1.4 Determinaciones físicas del perfil 1	28
4.1.5 Estabilidad estructural perfil 1	29
4.1.6 Curva de retención hídrica.	30
4.1.7 Distribución del espacio poroso.	31
Tabla 6. Distribución del espacio poroso del suelo 1.	31
4.2 Determinaciones químicas del perfil 1	32
4.2.1 Características químicas de los horizontes del perfil 1	32
4.2.2 Composición de sales solubles del extracto	33
4.3 Parámetros de fertilidad y actividad biológica	34
4.3.1 Parámetros de fertilidad (0-15 cm)	34
4.3.2 Actividad microbiana.	34
4.4 Interpretación de resultados de campo y laboratorio	35
4.5 Clasificación del perfil 1.	36
5.1 PERFIL 2	38
5.1.1 Factores de sitio perfil 2	38
5.1.3 Determinaciones físicas perfil 2.	42
5.1.4 Estabilidad estructural del perfil 2.	43
5.1.5 Curva de retención hídrica del perfil 2.	44
5.1.5 Distribución del espacio poroso del perfil 2.	45

5.2.1 Características químicas del perfil 2.	46
5.2.2 Composición de sales solubles del perfil 2.	47
5.3 Parámetros de fertilidad y actividad biológica.	48
5.3.1 Parámetros de fertilidad (0-15 cm).	48
5.3.2 Respiración microbiana del perfil 2.	49
5.4 Interpretación de resultados del perfil 2.	49
5.5 Clasificación del perfil 2.	51
6.1 Calidad de aguas.	52
7. CONCLUSIONES	55
8. BIBLIOGRAFÍA	56
9. Apéndice	57

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo fue llevar a la práctica todos los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas. Con este trabajo se pretende caracterizar, interpretar y establecer la calidad agronómica de dos suelos de un establecimiento ubicado en el partido de Coronel Suárez.

El 28 de mayo de 1883 se crea a través de la ley N°2829 el partido de Coronel Suárez. Se encuentra al sudoeste de la provincia de Buenos Aires limitando al norte con Guamini, al oeste con Saavedra y Tornquist, al sur con Coronel Pringles y al este con General Lamadrid. El 29 de octubre de 1878, los actuales territorios de los partidos de Coronel Suárez, General Lamadrid, Coronel Pringles y Saavedra fueron otorgados en concesión “como premio a los servicios prestados” al coronel Ángel Plaza Montero. El territorio que ocupa Coronel Suárez en el centro de estas localidades es de 300.000 hectáreas que, en 1881 fueron transferidas a Eduardo Casey.

En 1884 un grupo reducido de galeses provenientes del Chubut ocuparon ocho leguas que les fueron cedidas con destino a la agricultura. Dos años más tarde, en 1886, el colonizador Eduardo Casey dispuso una considerable extensión de territorio a fin de posibilitar la radicación de 50 familias cuyo origen alemán había incorporado algunos rasgos culturales después de más de un siglo de radicación en las orillas del Río Volga. A través de los años se fundan tres pueblos denominados Santa Trinidad, San José y Santa María.

En 1884 el Ferrocarril del Sud habilitó la Estación local como paso intermedio entre la Plaza Constitución y Bahía Blanca.

En el año 1907 comenzó a correr el Ferrocarril Rosario-Puerto Belgrano uniendo ambos puertos. Con el Ferrocarril se vió fortalecido el flujo de inmigrantes de diversos orígenes que se asentaban en el Partido de Coronel Suárez. Posteriormente por Decreto N°4224 con fecha 17 de Julio de 1934 el pueblo de Coronel Suárez fue declarado ciudad.

El 29 de octubre de 1878, los actuales territorios de los partidos de Coronel Suárez, General Lamadrid, Coronel Pringles y Saavedra fueron otorgados en

concesión “como premio a los servicios prestados” al coronel Ángel Plaza Montero.

En la actualidad, Coronel Suárez cuenta con una población aproximada de 42.676 habitantes. Tiene elevaciones de los sistemas de Tornquist, Cura Malal y Sierra de La Ventana, con alturas de hasta 1.200 msnm y el territorio del partido se dedica en un 80% a la agricultura y la ganadería

La Provincia de Buenos Aires ha sido dividida en cinco regiones (figura 1), según su perfil productivo: Buenos Aires Norte, Buenos Aires Oeste, Cuenca del Salado y Depresión de Laprida, Mar y Sierras y por último Buenos Aires Suroeste. Coronel Suárez se ubica en el sector norte de la región del suroeste.

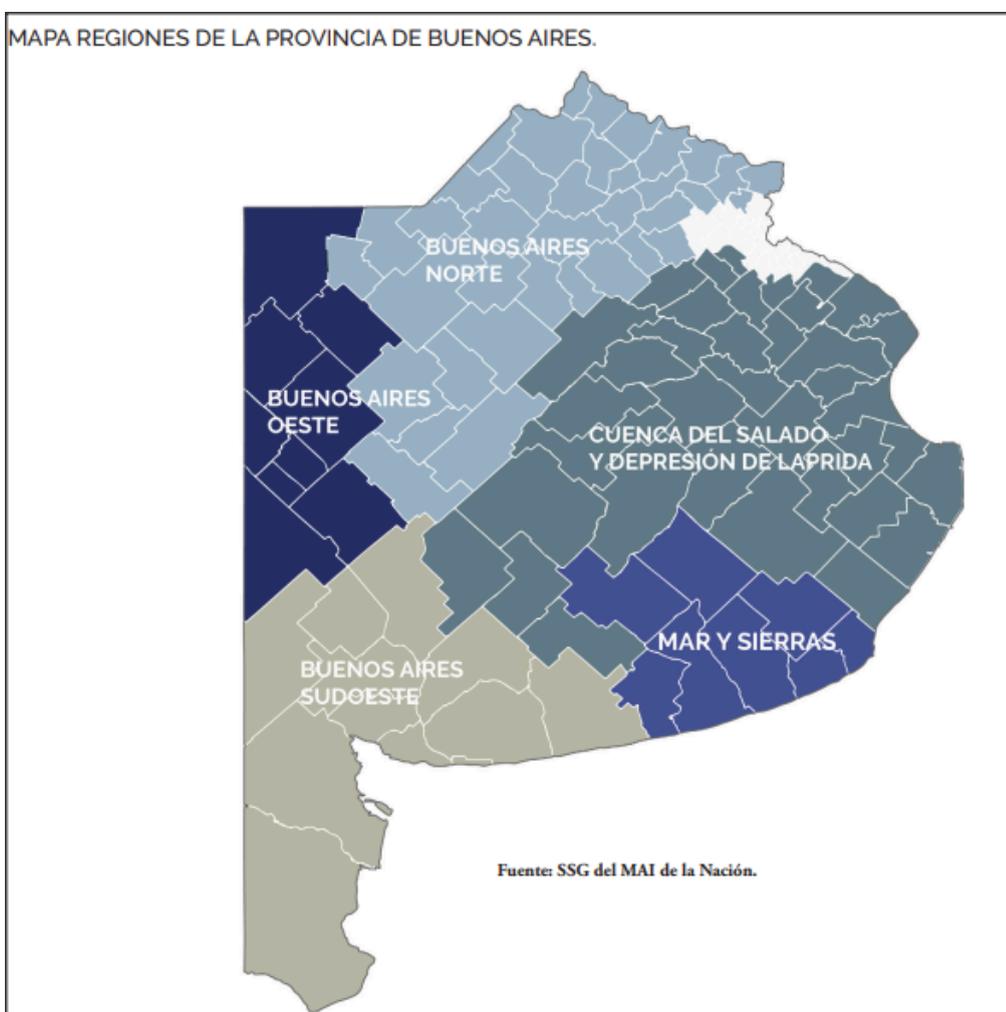


Figura 1. Mapa de regiones de la provincia de Buenos Aires.

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO.

2.1 UBICACIÓN

El partido de Coronel Suárez se encuentra en el Sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Está ubicado a 546 Km de Buenos Aires, en la República Argentina a los 37° 27' de latitud Sur y 61° 55' de longitud Oeste. Dentro del partido se encuentran las localidades de: Cascada, Pasman, Huanguelén, D'Orbigny, Villa Arcadia, Estación Piñeyro, Santa Trinidad, San José y Santa María. Limita con las localidades de Lamadrid, Cnel. Pringles, Tornquist, Saavedra, Guaminí y Daireaux.

Las muestras se extrajeron del predio "La Nicolasa" (figura 2) ubicado a 45 km al Sudoeste de dicha localidad, a 29 km de La Colina, a 59 km de General Lamadrid, a 46 km de Líbano y a 64 km de Coronel Pringles.



Figura 2. Ubicación del área de estudio en la imagen satelital de Google Earth

2.2 CLIMA

El clima de Coronel Suárez se clasifica como cálido y templado. Coronel Suárez es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. La temperatura promedio en Coronel Suárez es de 13.8 °C. La precipitación anual es de 796 mm. (Climate-data.org)

La menor cantidad de lluvia ocurre en agosto. El promedio de este mes es 23 mm. La mayor parte de la precipitación aquí se produce en marzo, promediando 101 mm.

Las temperaturas son más altas en promedio en enero, alrededor de 22.0 °C. julio es el mes más frío, con temperaturas promediando los 7.0 °C.

CLIMOGRAMA CORONEL SUÁREZ

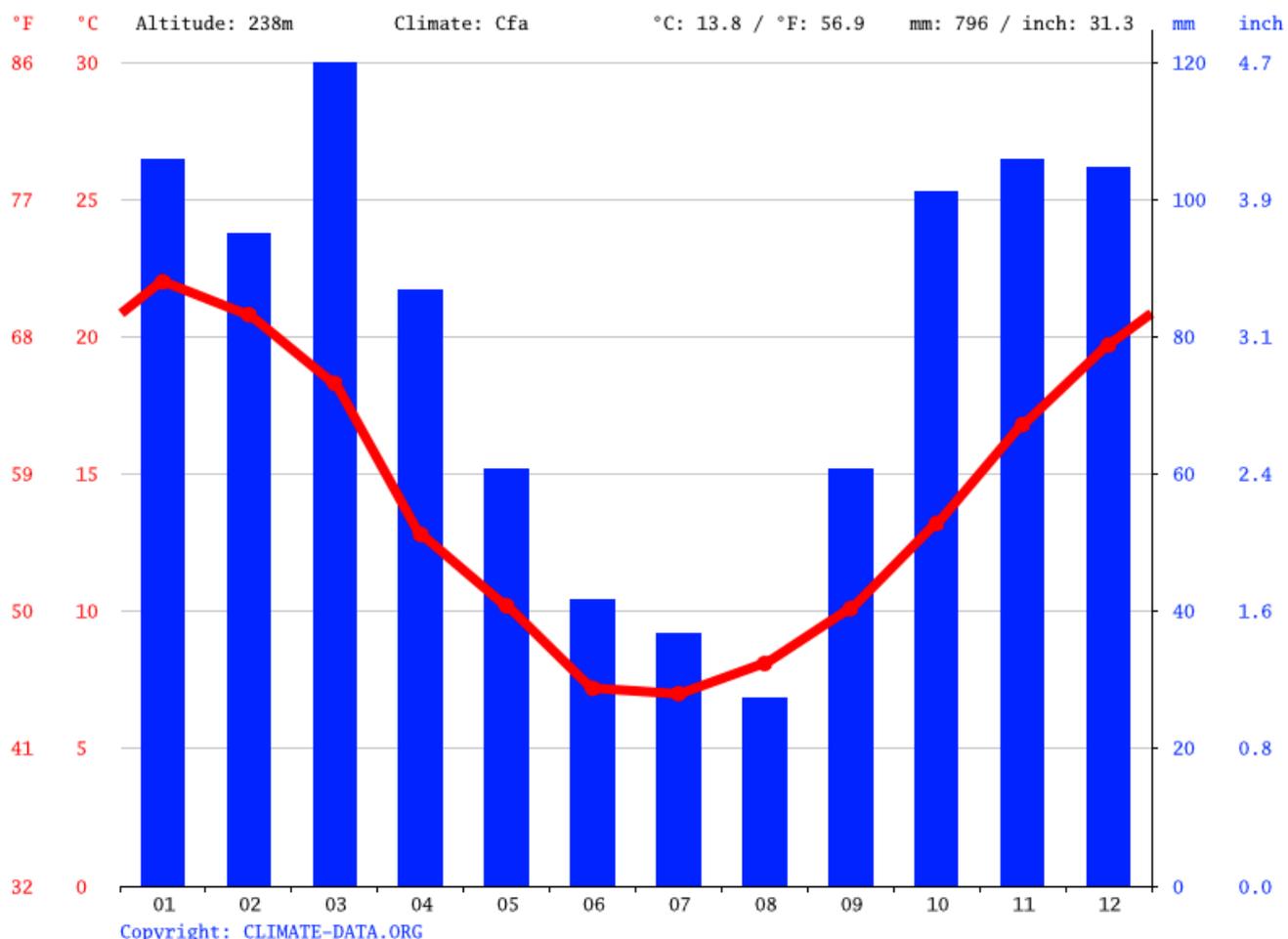


Figura 3. Climograma de Coronel Suárez. Fuente: (Climate-data.org).

DIAGRAMA DE TEMPERATURA. PARTIDO DE CORONEL SUÁREZ

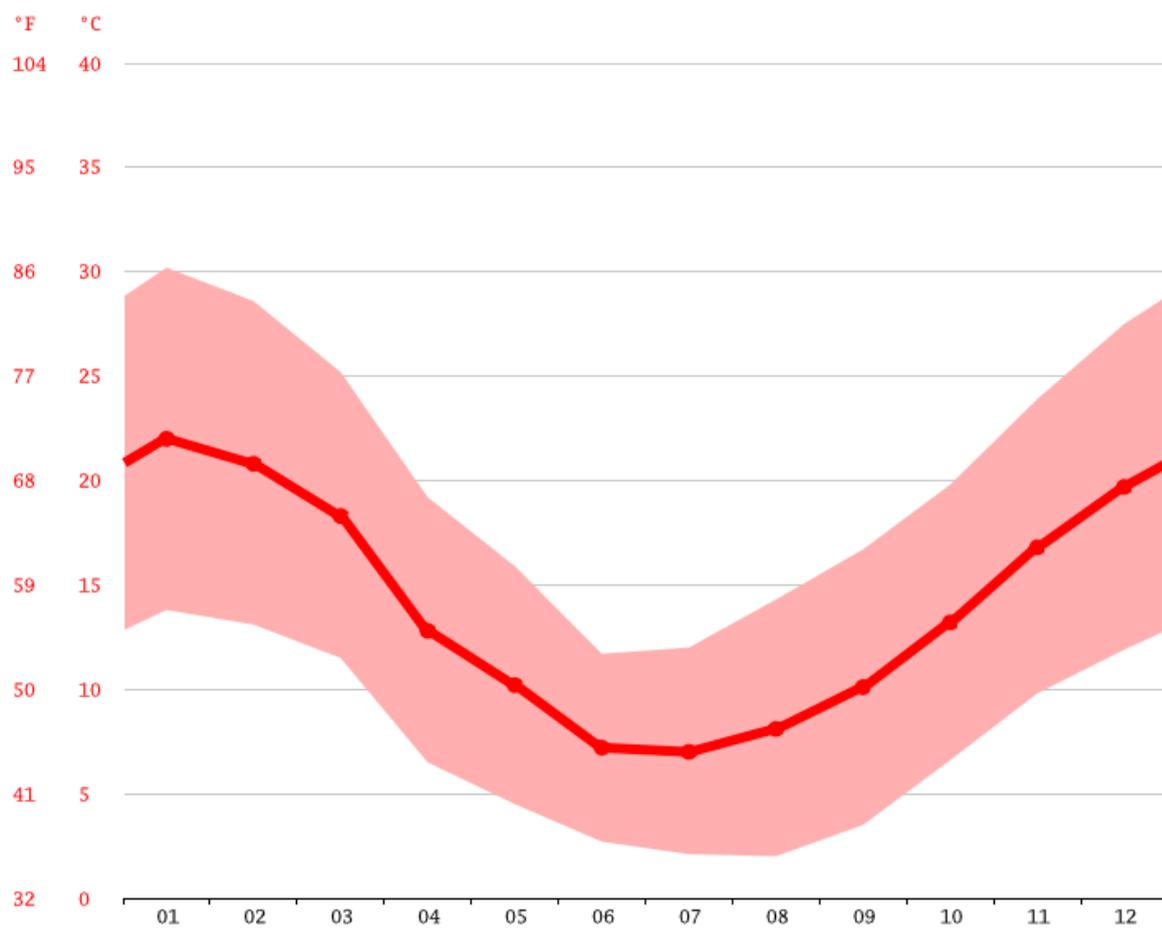


Figura 4. Diagrama de temperatura de Coronel Suárez. Fuente: (Climate-data.org).

2.3 DOMINIO EDÁFICO

En el partido de Coronel Suárez predomina el dominio edáfico 2. (figura 5 y 6)

Este dominio posee suelos que se formaron a partir del loess que cubrió los faldeos de Sierra de la Ventana como ocurrió en todo el resto de la llanura pampeana. Estos sedimentos loessicos se encuentran cubriendo la capa de carbonato de calcio consolidado pueden tener un espesor promedio de un metro, debido a la topografía de esta capa cementada la cual es mucho más irregular que la parte superior del suelo. En las zonas del pedemonte es donde se observan las ondulaciones más pronunciadas, y cuanto más nos acercamos a las Sierras, mayor son las ondulaciones. En toda la región podemos diferenciar los siguientes suelos: - Hapludoles petrocálcicos: en partes superiores de las lomas donde la tosca está más cerca de la superficie. - Argiudoles típicos, francos finos y sus fases someras e inclinadas: en las pendientes y senos entre lomas. - Argiudoles típicos asociados con Argiudoles acuicos: En las partes distales del pedemonte donde el relieve se atenúa. - Argialboles arguiacuicos, Udipsamentes típicos, Ustifluventes molicos, Natracualfes típicos y Natracuoles típicos: En las vías de escurrimiento que nacen en los faldeos. - Haplustoles y Argiustoles típicos: Al oeste de las Sierras de la ventana en diversas posiciones del paisaje. - Hapludoles énticos y sus fases someras: En las unidades del norte y noroeste donde los elementos originarios son más gruesos.

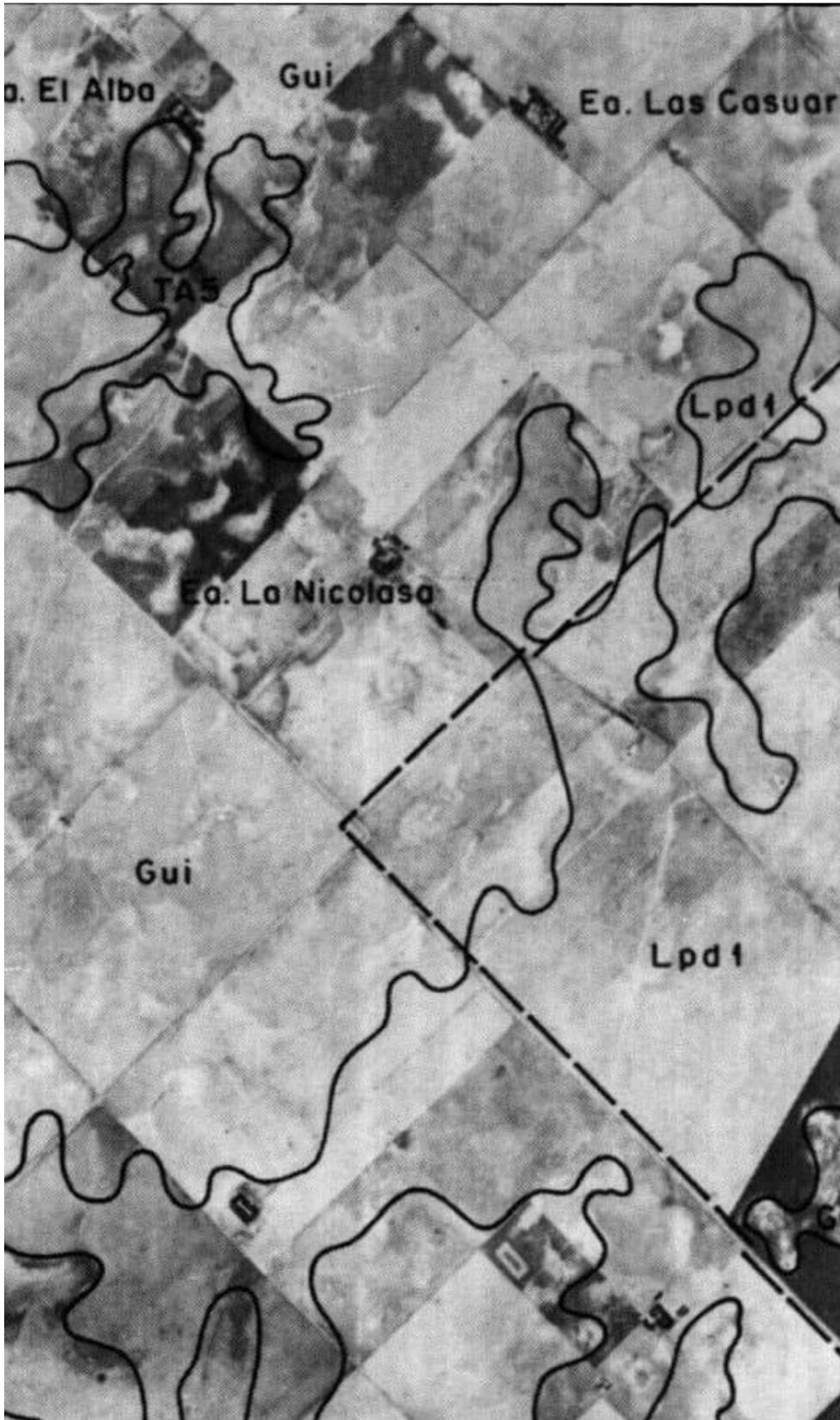


Figura 5. dominio edáfico, zona La Nicolasa.

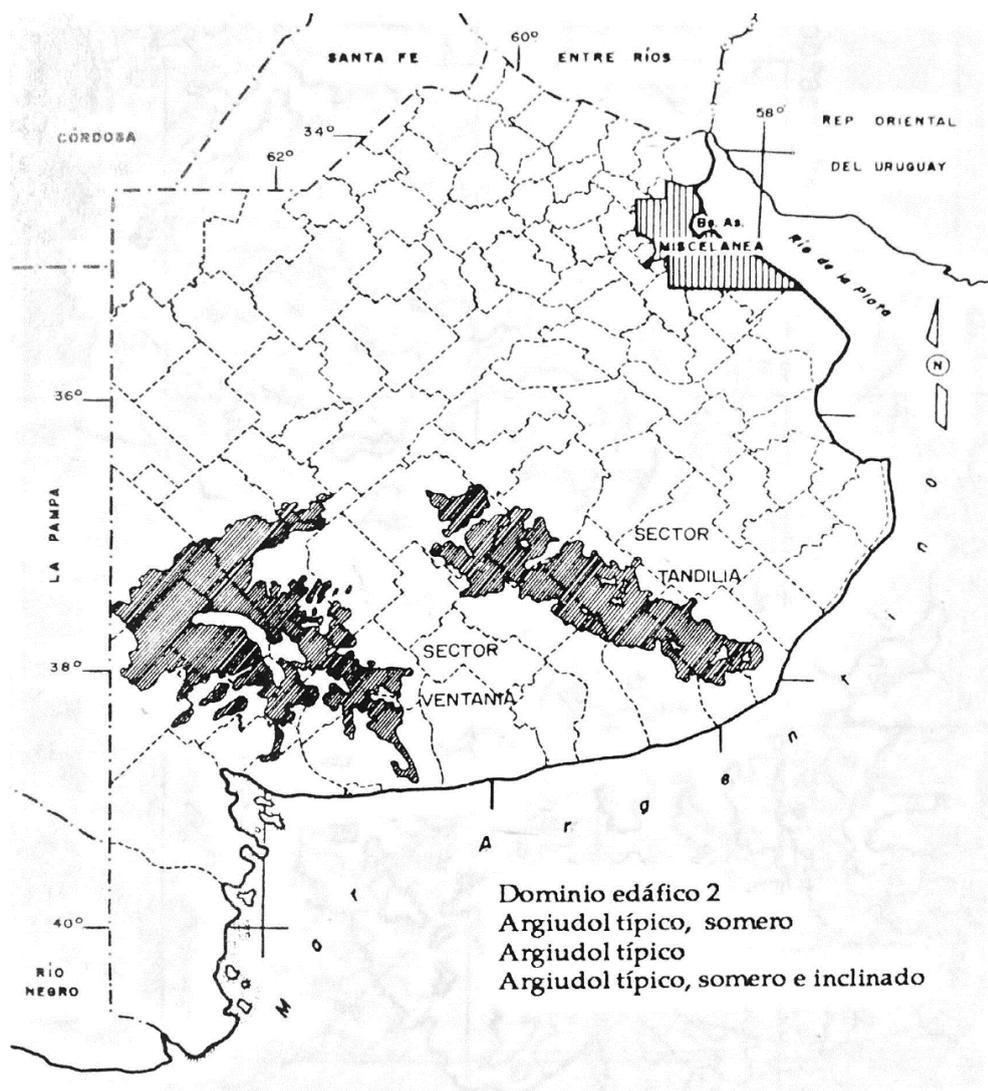


Figura 6. Ubicación geográfica del Dominio Edáfico 2 en la provincia de Buenos Aires.

2.4 VEGETACIÓN

Según la clasificación de las Regiones Fitogeográficas de Cabrera (1976), (figura 7), el bioma natural de la región es el pastizal pampeano, constituido principalmente por gramíneas o poáceas. Dentro de este bioma, el tipo de vegetación dominante es la pradera, seguido por la estepa. Gran parte de la región fue modificada profundamente debido a que han sido destinadas desde hace dos siglos a la producción agrícola y ganadera.

La llanura pampeana presenta al este un clima templado y un bioma de pastizal, mientras que hacia el oeste, se distingue una franja árida con bioma semidesértico

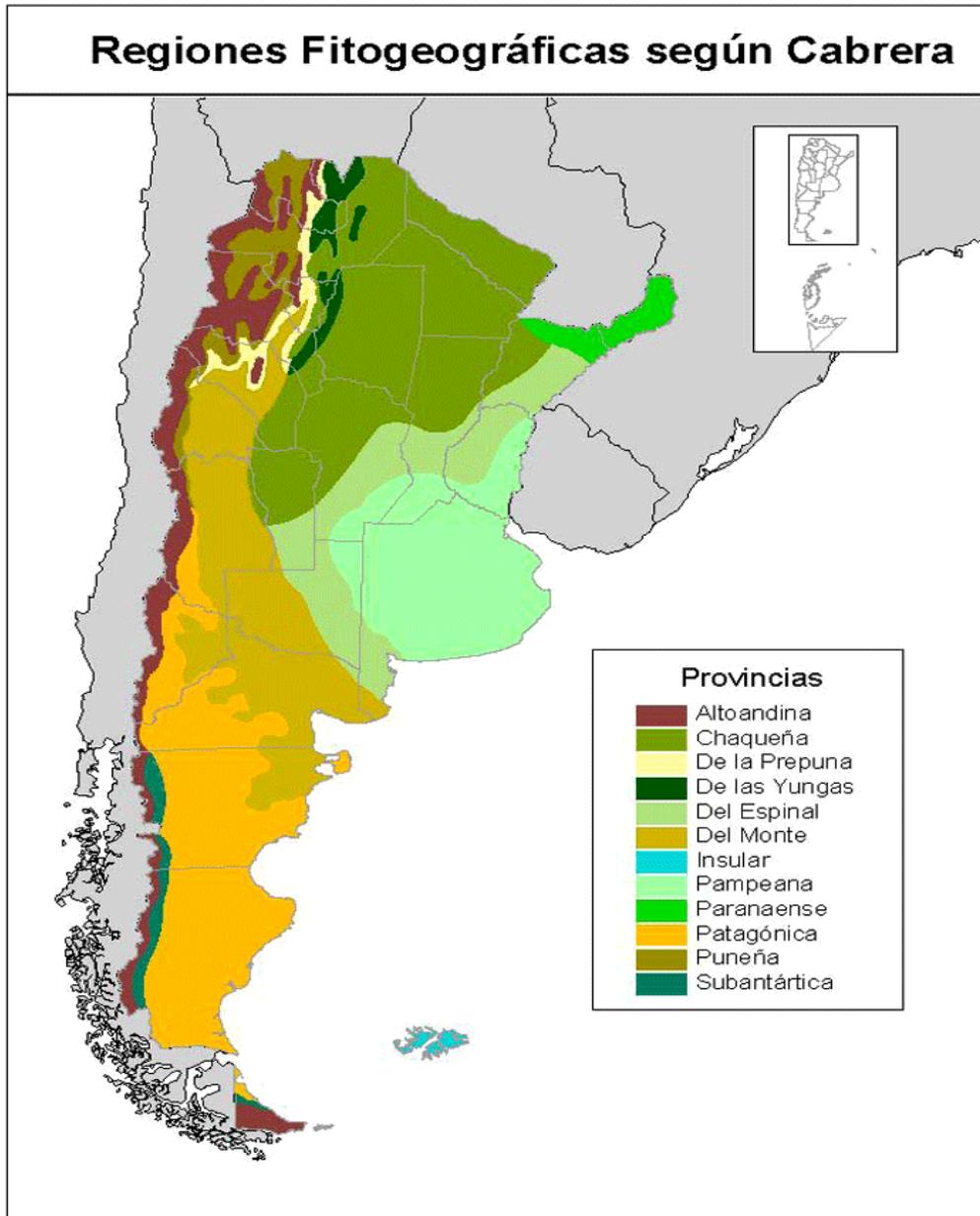


Figura 7. Regiones fitogeográficas argentinas (Cabrera, 1971).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Se realizó un reconocimiento en el área de estudio y la apertura de dos calicatas en lugares representativos del lote. En cada una de las calicatas se describieron los factores de sitio y la morfología de los perfiles. Luego se llevó a cabo la toma de muestras de la siguiente manera:

- ❖ Muestra de cada horizonte, para posterior análisis químico
- ❖ Muestras compuestas en áreas cercanas a la calicata, con muestreo de balde, para determinación de fertilidad
- ❖ Muestra superficial extraída con pala para determinación de actividad biológica, la cual se mantuvo refrigerada hasta el momento de su determinación.
- ❖ Muestra de los horizontes superiores, sin disturbar, con los cilindros para la determinación de densidad aparente, porosidad y curva de retención hídrica.

Se recolectaron, además, dos muestras de agua destinadas al análisis químico de perforaciones dentro del predio utilizadas para consumo animal.

3.2 TRABAJO DE LABORATORIO

3.2.1 DETERMINACIONES FÍSICAS

- ❖ *Densidad aparente (Método del cilindro)*: En este método se utiliza un cilindro de 4 cm de altura por 5,7 cm de diámetro. *Procedimiento*: Se pesa el cilindro limpio y seco, y luego se extrae una muestra de suelo sin alterar su estructura, introduciendo el cilindro con un martillo y retirándolo cuidadosamente. Se alisan los extremos con un cuchillo, se tapan para evitar la evaporación y se pesa nuevamente. La muestra se

seca en una estufa a 105°C hasta peso constante, tras lo cual se realiza un último pesaje para calcular la densidad aparente.

- ❖ *Densidad Real (Método del picnómetro)*: La densidad real corresponde a la relación entre la masa total de las partículas sólidas del suelo y el volumen que ocupan, expresado en $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Para determinarla, se pesa un picnómetro limpio y seco, al que se añaden 10 g de suelo seco al aire, tamizado por una malla de 2 mm. Luego, se llena parcialmente con agua destilada, se elimina el aire atrapado mediante ebullición, y se enfría a temperatura ambiente. Posteriormente, se completa el llenado con agua destilada hervida y fría, se pesa nuevamente, y se registra la temperatura. Finalmente, se llena el picnómetro solo con agua destilada a la misma temperatura y se realiza un último pesaje.

- ❖ *Determinación de la Humedad Higroscópica*: Capacidad del suelo de absorber el vapor de agua. *Procedimiento*: Se pesan 5 gramos de suelo seco al aire y tamizado por 2 mm, se colocan en una cápsula de aluminio y se vuelve a pesar. Se lleva la cápsula destapada a estufa, hasta peso constante y luego se coloca en un desecador durante 15 minutos. La pérdida de peso entre el suelo seco al aire y el suelo seco a estufa representa la humedad higroscópica del suelo en estudio, eliminada por evaporación, la que se expresa ya sea como porcentaje o como $\text{Kg}\cdot\text{Kg}^{-1}$.

- ❖ *Humedad Equivalente*: Se utiliza cuando no se dispone de una apreciación suficientemente exacta de la capacidad de campo, por la rapidez y facilidad de su determinación. En texturas gruesas arroja valores menores que la capacidad de campo, mientras que en texturas finas sucede lo contrario. *Procedimiento*: Se cubre la malla de bronce de las celdillas de la centrifugadora con papel de filtro. Se colocan en cada una de las celdas de la centrifuga las distintas muestras de suelo, previamente pasadas por un tamiz de 2 mm. Se colocan las celdillas con la muestra en una bandeja a la que se le ha agregado agua, tomando la precaución de no cubrir por completo las celdillas. Se dejan las muestras

hasta alcanzar la saturación. Se colocan las celdillas numeradas en orden correlativo en el plato de la centrífuga. Luego se enciende la centrífuga y cuando alcance los 2400 rpm, se gradúa el reloj a 20 minutos. Transcurridos los mismos, la unidad se detiene en forma automática. Se toma una alícuota de cada muestra, se pasa a una cápsula previamente pesada y se pesa la muestra en la capsula. Se lleva a la estufa hasta peso constante. Se saca, se enfría y se vuelve a pesar. Se calcula el porcentaje gravimétrico de humedad en base a peso seco

- ❖ *Análisis Granulométrico: Método de la pipeta de Robinson:* El método consiste en extraer alícuotas, mediante una pipeta, de un volumen definido en suspensión a una determinada profundidad y temperatura, después de tiempos calculados, se determina la materia seca contenida en ese volumen. *Procedimiento:* Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada 130 volúmenes (diluida al 50%). Destrucción de CO_3^{2-} 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 hexametáfosfato 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 se lavan con agua por un tamiz de 50 micrones. Se llevan a estufa y una vez secas se separan a través de tamices (apéndice) 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.

- ❖ *Curva de retención hídrica y distribución por tamaño de poros – método de la mesa de tensión, olla y membrana de presión (apéndice):* 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. Los valores de pF calculados fueron: 1 y 1,8 (mesa de tensión); 2,5 (olla) y 4,2 (membrana). En éste último valor de 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.
- ❖ *Estabilidad estructural – método de De Leenheer y De Bood:* En este método se determina 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 se mide dicho cambio y 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 y 1 mm). Se obtiene el porcentaje de cada fracción y se ubican sus valores en la curva acumulativa. Golpeteo (simulación del 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 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 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 un 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

3.2.2 DETERMINACIONES QUÍMICAS

- ❖ *Conductividad Eléctrica (Método potenciométrico):* Se determina la conductividad eléctrica (C.E.) en $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ en el extracto de saturación y en las muestras de agua. *Extracto de Saturación:* Se prepara la pasta saturada, se coloca el papel de filtro en el Büchner y se conecta al sistema de vacío. La pasta saturada se transfiere al Büchner. Se continúa con la extracción hasta obtener una cantidad suficiente de extracto o hasta que la superficie de la pasta esté seca. Se detiene la succión cuando aparecen grietas en la pasta.

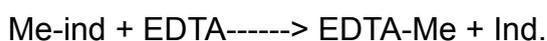
Conductividad eléctrica (C.E.) del extracto de saturación. Procedimiento: Obtener el extracto de saturación y medir su temperatura con el objeto de fijar el dial de corrección de temperatura del puente de conductividad. Llenar la celda con el extracto de saturación y hacer la lectura. Informar

la C.E. del extracto en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ a 25°C . Si la solución es altamente salina es necesario hacer diluciones hasta que la conductividad determinada esté dentro del intervalo del puente de conductividad.

- ❖ *pH (Método potenciométrico)*: Se determina en una suspensión de suelo y agua en una relación 1:2,5, en los extractos de saturación y en las muestras de agua.

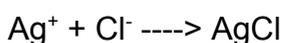
pH del extracto de saturación: Procedimiento: Obtener el extracto de saturación. Calibrar el peachimetro usando soluciones estándar. Sumergir el electrodo en el extracto y tomar la lectura.

- ❖ *Determinación de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (Método volumétrico)*: Valoración complexométrica con EDTA. El EDTA reacciona primero con los iones metálicos que quedan libres en solución y luego desplaza al colorante del complejo Me-indicador. Se produce una variación progresiva del color, esto ocurre según la siguiente reacción:

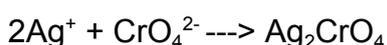


Procedimiento: Pipetear una alícuota (por duplicado) de 2 ml y colocarlo en un Erlenmeyer de 125ml. Seguidamente incorporar 1ml de reactivo Buffer y 3 gotas de NET. Titular con EDTA, usando una bureta hasta el viraje de rojo vinoso a azul o verde. Anotar los ml gastados de EDTA.

- ❖ *Determinación de cloruros (Método argentométrico)*: Titulación de precipitación con nitrato de plata (AgNO_3), utilizando como indicador cromato de potasio (K_2CrO_4). Mientras haya cloruros, se desencadena la siguiente reacción:



Agotados los cloruros:



En este punto se produce el viraje del indicador.

Procedimiento: Pipetear una alícuota (por duplicado) de 2 ml y colocarlo en un Erlenmeyer. Colocar 1 ml de cromato de potasio (K_2CrO_4). Titular

con nitrato de plata (AgNO_3) hasta el viraje de amarillo claro a amarillo turbio.

- ❖ *Determinación de Sodio y Potasio (Método fotométrico):* Se determina por fotometría de emisión a la llama. Se midió en los extractos de saturación y en las muestras de agua. Introduciéndoles el capilar que transporta parte de la muestra hacia la llama. Se compara el incremento de la intensidad luminosa que resulta de las muestras con la que se produce una solución de concentración conocida. Previamente se construyó una curva de calibrado, luego se calculó la concentración de sodio y potasio de cada muestra.

Procedimiento: Para construir la curva de calibración, se aspira un pequeño volumen de cada una de las soluciones testigos, efectuando las lecturas correspondientes. Con las lecturas hacemos un gráfico con unidades de escala vs concentración. Siguiendo el mismo procedimiento, se efectúan las lecturas de las muestras y calculamos sus concentraciones a partir de la curva de calibrado.

- ❖ *Carbonatos y bicarbonatos:* Valoración de la muestra con ácido sulfúrico (H_2SO_4). Se utiliza fenolftaleína para indicar la presencia de carbonatos, de encontrarse presente se manifiesta un color rosado, por lo tanto se procede a titular la muestra hasta la desaparición del mismo. Luego se añade anaranjado de metilo y se continúa con la titulación hasta un nuevo viraje para determinar bicarbonatos.
- ❖ *Sulfatos (Método turbidimétrico):* El ion sulfato precipita con cloruro de bario, de modo que forma cristales de sulfato de bario. Este procedimiento debe ser llevado a cabo en un medio ácido para evitar la reacción del reactivo precipitante. Se añade una solución estabilizadora compuesta por cloruro de sodio, glicerina, ácido clorhídrico, y agua destilada. Se mide la absorbancia luminosa de la suspensión de sulfato de bario con un espectrofotómetro y se determina la concentración de sulfatos por comparación con la lectura de la curva patrón realizada anteriormente.

- ❖ *Fósforo extraíble - método de Bray y Kurtz N° 1*: 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 horas. Se determina el fósforo presente mediante fotolorimetría como en procedimiento de fósforo extraíble.
- ❖ *Determinación de nitrógeno orgánico (método de kjeldahl)*. La mayor parte del N se encuentra en los suelos de forma orgánica. Por lo general hay cantidades relativamente pequeñas en forma de N-NH₄ y NO₃ que son las formas asimilables. Para la determinación Nt el método más difundido es el de kjeldahl que incluye las formas orgánicas, NH₄ y con ciertas modificaciones también el NO₃. Este método consiste en una oxidación húmeda de la MO que permite transformar el N orgánico en NH₄. No hay ni oxidación ni reducción del N si no liberación de los distintos compuestos que lo contienen. El método consta de dos etapas, la primera es digestión de la muestra y la segunda es destilación y titulación.

Cálculo:

$$\text{g de N. Kg}^{-1} \text{ de suelo} = \frac{(V_m - V_b) * N * 14,0}{\text{Peso}}$$

V_m: mililitros gastados de HCl.

V_b: mililitros gastados de HCl en el blanco.

- ❖ *Nitrógeno inorgánico (mediante destilación por arrastre de vapor)*: El método de destilación por arrastre de vapor permite cuantificar una o

más de las formas inorgánicas del N en un único extracto de suelo. El NH_4 se estima a partir de la liberación de NH_3 por la destilación de una alícuota de extracto de suelo con un compuesto alcalino (MgO). Para incluir el NO_2 y NO_3 se emplea un agente reductor (aleación de Devarda). El NH_3 liberado por destilación es recibido en una solución de H_3BO_3 e indicador y determinado por titulación.

Cálculo:

$$\text{mg de N. Kg}^{-1} = \frac{7 \cdot 10^4 (\text{vm} - \text{vb}) \cdot \text{N}}{\text{Peso}}$$

vm: mililitros de HCl gastados .

vb: mililitros de HCl gastados en el blanco.

- ❖ *Materia orgánica*: Se estimó a partir del resultado de carbono orgánico obtenido a través del analizador automático de carbono marca LECO por combustión seca.
- ❖ *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. En el extracto obtenido se determinan sodio y potasio por fotometría de emisión de llama y calcio + magnesio por titulación complexométrica de acuerdo a lo descrito.
- ❖ *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 $\mu\text{S cm}^{-1}$, luego se desplaza el sodio adsorbido con acetato de amonio 1 M a pH 7,0 y se mide por fotometría de emisión de llama. Se expresa en $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$.
- ❖ *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.
- ❖ *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 actividad biológica:* Se pesan 20 g de suelo seco al aire preservando la estructura de campo (la muestra no se tamiza ni tampoco se utiliza un mortero) y se colocan dentro de un recipiente con tapa hermética. Previamente se humedece la muestra hasta alcanzar la capacidad de campo con 10 mL de agua destilada. Luego se coloca dentro del mismo recipiente otro frasco pequeño (o vaso de precipitado) con 20 mL de NaOH 0,1 N. Se cierra herméticamente y se pone a incubar a 30 °C durante 7 días en una cámara de crecimiento. Paralelamente se prepara un blanco sin muestra de suelo, es decir, un solo frasco con 20 mL de NaOH y se coloca dentro de un recipiente hermético. Luego de 7 días, se toma una alícuota de 5 mL, se agregan cristales de cloruro de bario y dos gotas de solución alcohólica de fenolftaleína (color rosado). Se titula con HCl 0,1 N hasta viraje al blanco o ausencia de color. Por último, se calculan los mg de CO₂ desprendidos cada 100 g de suelo por día aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{mg CO}_2 / \text{g suelo/ día} = ((B-V) \cdot (N \cdot E) \cdot (T/A)) / (D \cdot P)$$

donde:

B: Volumen en mL de HCl necesario para titular el blanco

V: Volumen en mL de HCL necesario para titular la muestra

N: Normalidad del ácido

E: Peso equivalente del C (22)

T: Volumen de NaOH (mL) usados en la incubación

A: Alícuota de NaOH (mL) utilizada para la titulación

D: Días de incubación

P: Peso del suelo (g)

3.2.3 ANÁLISIS QUÍMICO EN AGUA

- ❖ pH (Método potenciométrico)
- ❖ Conductividad eléctrica (Método potenciométrico)
- ❖ Calcio más Magnesio (Método valoración complexométrica por titulación)
- ❖ Sodio y Potasio (Método espectroscópico por emisión de llama)
- ❖ Cloruros (Método de Mohr)
- ❖ Carbonatos y bicarbonato (Método titulométrico)
- ❖ Sulfatos (Método turbidimétrico)

4. RESULTADOS

4.1 Historial del lote: Perfil 1 - Perfil 2

2007 – 2015: aptitud ganadera, bajo pastura natural de avenilla, botón de amarillo, gramon, paja vizcachera y agropiro implantado en los bajos.

2015: se sembró trigo, por el método de siembra convencional. Se sembró soja, método de siembra directa.

2016 – 2017: pastoreo animal.

2017 – 2019: se sembró maíz, por siembra convencional, para pastoreo.

2019: se sembró trigo, bajo el sistema de siembra convencional.

4.1.1 PERFIL 1

4.1.2 Factores de sitio

Fecha de observación: 07/06/2019

Ubicación: Establecimiento “La Nicolasa”, partido de Coronel Suárez.

Latitud sur: 37° 31' 18.92" S

Longitud oeste: 61° 35' 24.25" W

Altitud: 221 msnm

Paisaje: Pampa Húmeda.

Geoforma: planicie.

Posición: planicie

Relieve: normal.

Gradiente: 0.5 - 1%

Material Parental: Sedimentos loessoides.

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

Drenaje: Bien drenado

Uso de la tierra: Ganadero-Agrícola.

Vegetación: verdeo de trigo sobre rastrojo de maíz (no se observan malezas).

Cobertura: 30%

Erosión: no se observan signos de erosión.



Figura 8. Ubicación en el paisaje del Suelo 1.

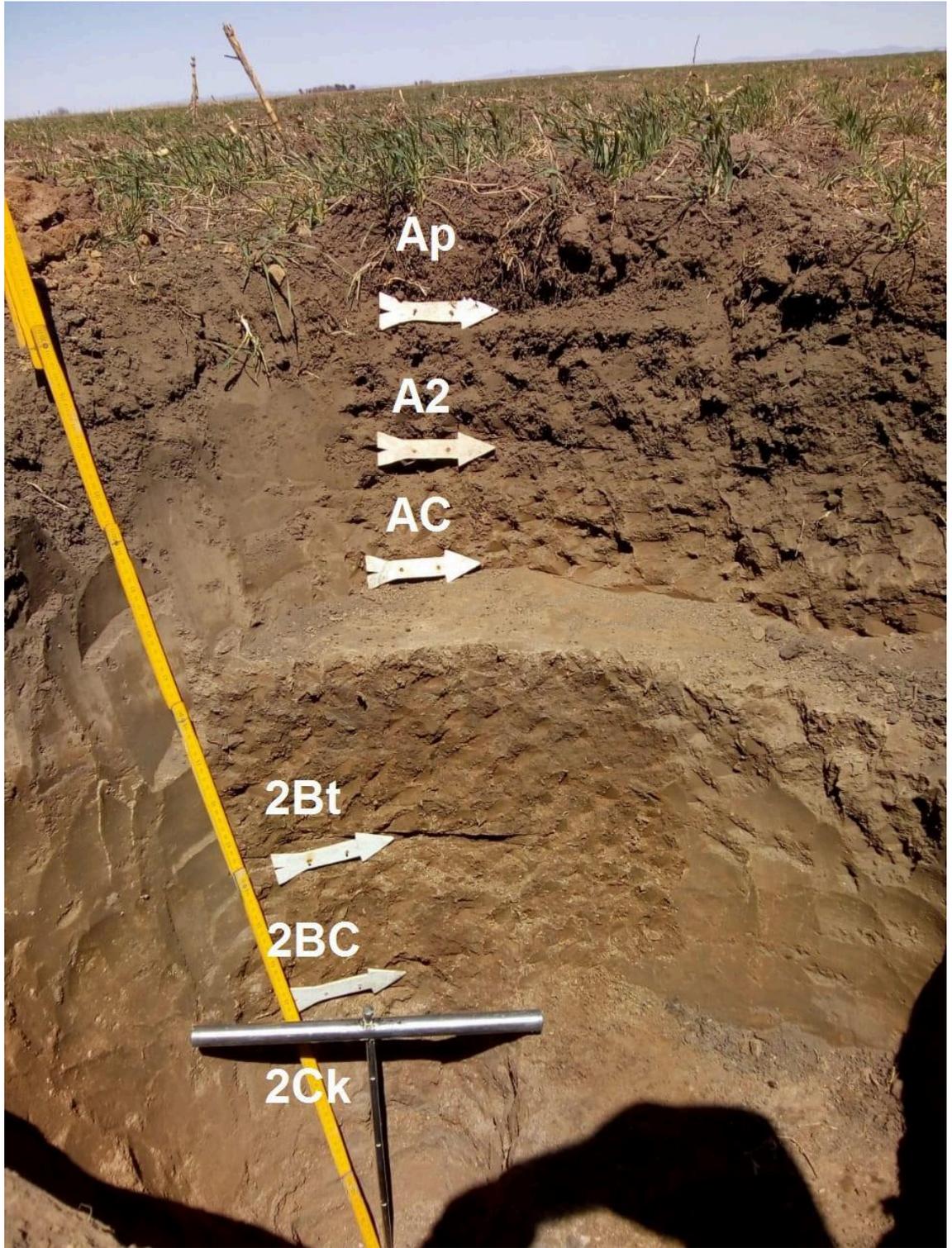


Figura 9. Perfil del Suelo 1

4.1.3 Morfología del perfil 1

Tabla 2. Descripción morfológica del Suelo 1.

Horizonte	Descripción
Ap 0-15 cm	pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo, pardo oscuro a pardo (10 YR 4/3) en seco; franco; granular, medio fino; poco consolidado; moderadamente húmedo; friable, plástico y adhesivo en húmedo; abundantes pellets fecales; raíces comunes; no presenta reacción al HCl 10%; límite claro y plano.
A2 15- 32 cm	pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo, pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; franco; bloques, medios y finos; húmedo; poco consolidado; friable, plástico y adhesivo; abundantes pellets fecales; raíces moderadas; no presenta reacción a HCl 10%; límite claro y plano.
AC 32 - 47 cm	pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco; bloques subangulares, medios y finos; húmedo; poco consolidado; friable, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; comunes pellets fecales; raíces escasas; sin reacción al HCl 10%; límite abrupto, moderadamente plano.
2Bt 47 - 71 cm	Pardo oscuro a pardo (10 YR 4/3) en húmedo, pardo (10 YR 5/3) en seco; franco arcillo; prismas moderados a gruesos; húmedo; poco consolidado; friable, plástico y muy adhesivo; barnices muy abundantes; raíces muy escasas; sin reacción al HCl 10%; límite claro y plano .
2BC 71 - 88 cm	Pardo (10 YR 5/3) en húmedo, pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; franco limoso; bloques subangulares, medios finos, moderadamente duro; húmedo; consolidado; friable, muy plástico y muy adhesivo; presenta barnices; raíces muy escasas; leve reacción al HCl 10%; límite abrupto y plano .

2Ck 88 – 168+ cm	pardo claro (10 YR 6/3) en húmedo, pardo muy claro (10 YR 8/3) en seco; franco; estructura masiva; muy húmedo; muy consolidado; escasos calcitanes de CaCO ₃ ; moteados comunes de hierro y manganeso finos, escasos.
---------------------	--

4.1.4 Determinaciones físicas del perfil 1

Tabla 3. Determinaciones físicas del Suelo 1.

HORIZONTE		Ap	A2	AC	2Bt	2BC	2Ck	
PROFUNDIDAD		cm	0-15	15-32	32-47	47-71	71-88	88-168+
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ARCILLA (<0,002)	g kg ⁻¹	237	219	190	313	115	134
	LIMO (0,002-0,05)		500	478	458	386	548	483
	ARENA MUY GRUESA		0,4	0,4	0,9	0,4	0,5	0,4
	ARENA GRUESA		1,7	0,3	0,2	4,0	1	1,3
	ARENA MEDIA		3,7	0,9	0,7	1,9	1,4	4,8
	ARENA FINA		29,0	272,3	36,9	34,3	33,8	29,9
	ARENA MUY FINA		228,5	29,0	313,6	263,5	300,2	346,4
CLASE TEXTURAL		F	F	F	Fa	Fl	F	
DENSIDAD APARENTE		Mg m ⁻³	1,2	-	-	-	-	-
DENSIDAD REAL			2,55	-	-	-	-	-
POROSIDAD TOTAL		%vol.	52	-	-	-	-	-
HUMEDAD EQUIVALENTE			22,1	23,1	18,4	24,9	27,1	21,6
HUMEDAD HIGROSCÓPICA			2,64	2,67	1,85	3,32	3,59	2,29
ESTABILIDAD ESTRUCTURAL		CDMP	0,879					
		IE	56,95	Estabilidad excelente				

4.1.5 Estabilidad estructural perfil 1

Tabla 4. Estabilidad estructural del Suelo 1.

Sup (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
8,78	0,878	56,95	Excelente

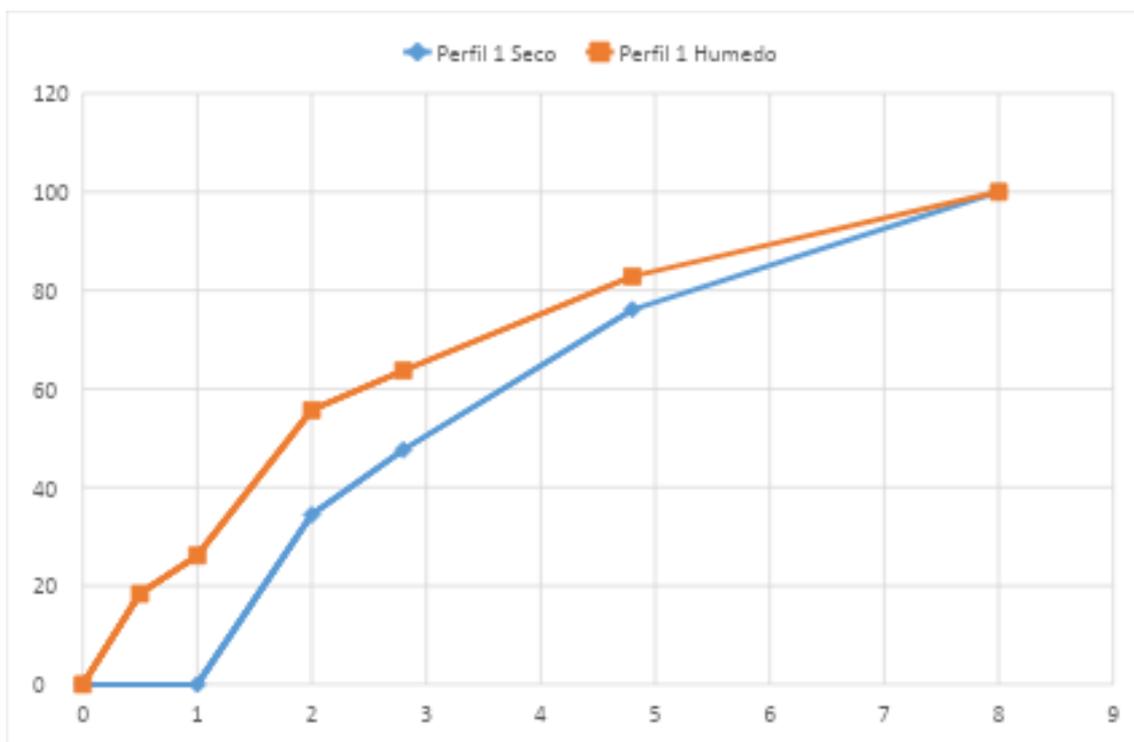


Figura 10. Estabilidad estructural del Suelo 1.

4.1.6 Curva de retención hídrica.

Tabla 5. Curva de retención hídrica del Suelo 1.

pF	0	1	1,8	2,5	4,2	4,5	Agua útil
Agua %	52	46,6	36,4	31,4	13,7	3,2	17,7

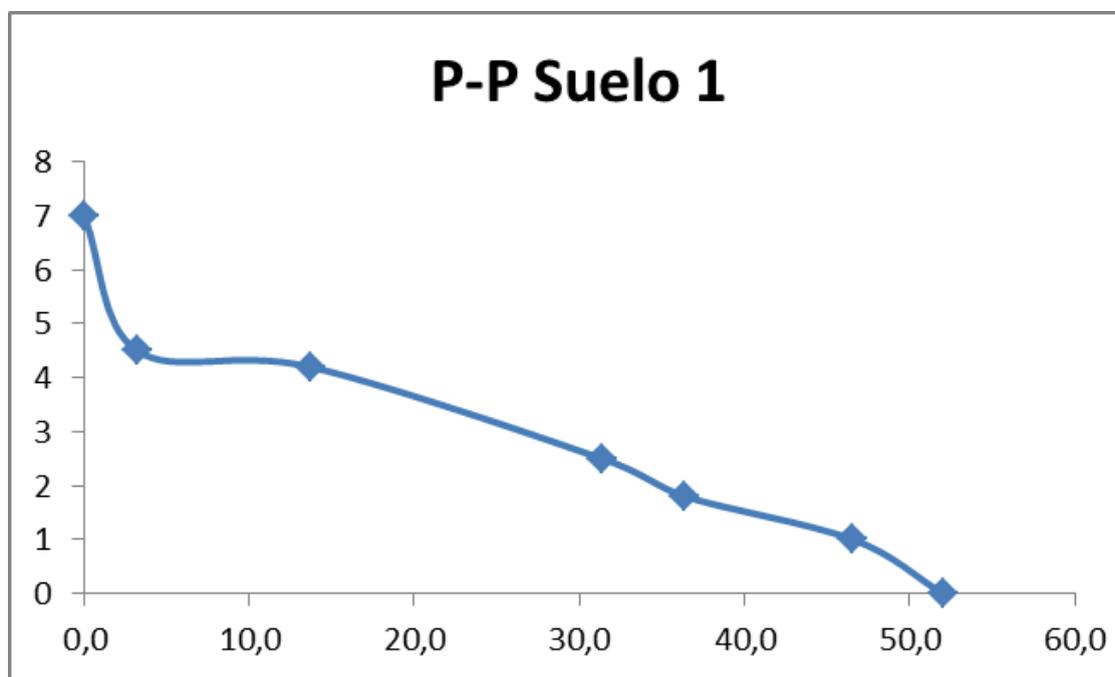


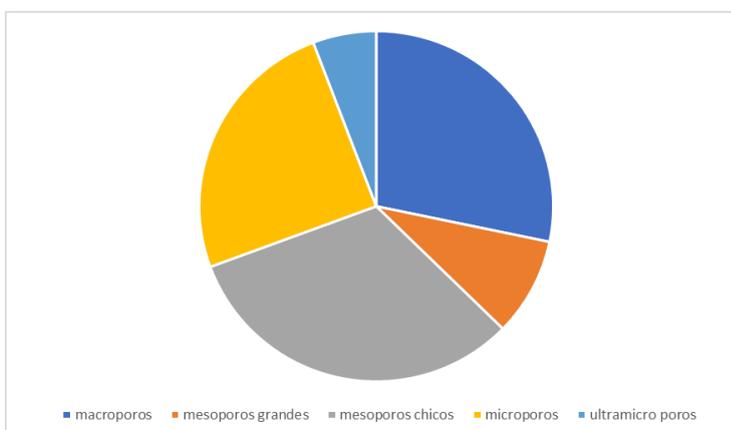
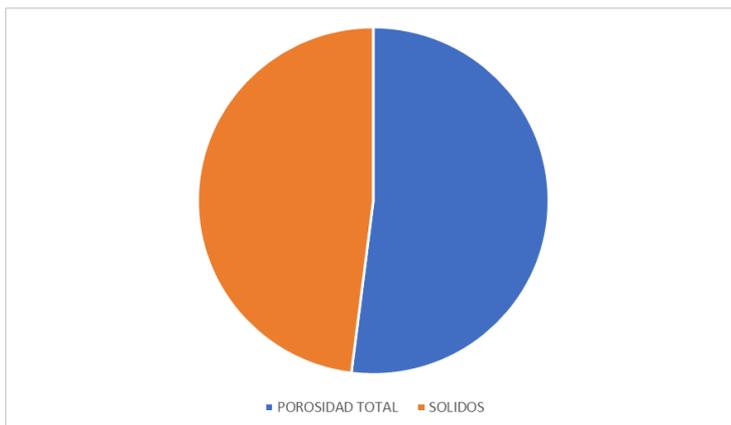
Figura 11. Curva de retención hídrica del Suelo 1.

4.1.7 Distribución del espacio poroso.

Tabla 6. Distribución del espacio poroso del suelo 1.

Suelo	Por Total	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	microporos	ultra microporos	Sólidos
1	52,0	15,6	5,00	17,7	13,7	3,2	48,0

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



Figuras 11 y 12. Distribución por tamaño de poros del Suelo 1.

4.2 Determinaciones químicas del perfil 1

4.2.1 Características químicas de los horizontes del perfil 1

tabla 7. Determinaciones químicas del Suelo 1.

HORIZONTE		Ap	A2	AC	2Bt	2BC	2Ck		
PROFUNDIDAD	cm	15	17	15	24	17	81+		
MATERIA ORGÁNICA	gkg ⁻¹	48	33	12	0,6	0,4	0,6		
CARBONO ORGÁNICO		28	19	0,6	0,3	0,2	0,4		
FÓSFORO TOTAL	mg kg ⁻¹	515	489	348	375	650	659		
FÓSFORO ORGÁNICO		169	117	121	166	152	295		
FÓSFORO INORGÁNICO		271	278	138	142	187	370		
RELACIÓN C/P	CO/PO	165	162	5	2	1,3	1,3		
CALCÁREO	gkg ⁻¹	-	-	-	-	11	110		
PH (EN SUSPENSIÓN 1:2,5)		6,1	6,1	6,8	6,8	7,9	8,5		
c o m p l e j o d e c a m b i o	BASES INTERCAMBIABLES	Ca ⁺ +Mg ⁺	cmol _c kg ⁻¹	13,3	13,0	10,7	16,0	-	-
		Na ⁺		0,6	0,6	0,7	1,1	1,2	1,4
		K ⁺		2,5	2,1	1,8	2,6	3,3	2,5
		SUMA		16,4	15,7	13,2	19,7	-	-
CIC		17,8	17,6	15,5	22,5	17,6	17,1		
SATURACIÓN DE BASES		92,0	89,0	85,0	87,0	-	-		
PSI		3,3	3,4	4,5	4,8	6,8	8,2		

4.2.2 Composición de sales solubles del extracto

Tabla 8. Composición de las sales solubles del Suelo 1

Horizonte		Ap	A2	AC	2Bt	2BC	2Ck	
Espesor		cm	15	17	15	24	17	81+
pH (en el extracto de saturación)		7,4	7,4	7,7	7,5	7,9	8,3	
Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,54	0,24	0,28	0,39	0,79	0,71
Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	mEq L ⁻¹	3,5	1,5	1,7	2,6	3,8	3,6
	Na ⁺		0,8	0,6	0,8	1,6	3,9	4,1
	K ⁺		2,0	0,8	0,4	0,5	1,1	0,5
	Suma		6,33	3,0	3,0	4,6	8,9	8,3
Aniones	SO ₄ ⁻²	mEq L ⁻¹	1,0	0,7	0,7	0,4	0,3	0,3
	Cl ⁻		2,6	1,0	0,9	1,8	5,9	2,9
	CO ₃ ⁻²		-	-	-	-	-	1,1
	HCO ₃ ⁻²		2,0	1,2	1,1	1,4	2,3	2,4
	Suma		5,6	2,9	2,7	3,6	8,5	6,7
RAS		0,6	0,6	0,8	1,4	2,8	3,1	

4.3 Parámetros de fertilidad y actividad biológica

4.3.1 Parámetros de fertilidad (0-15 cm)

Tabla 9. Determinaciones de fertilidad en la capa arable del Suelo 1

pH (suelo: 1:2,5)		6,5
Materia orgánica	g.kg⁻¹	48
Carbono orgánico		28
Nitrógeno total		2.0
Relación C / N		13
Fósforo disponible	mg kg⁻¹	10,5
Potasio asimilable		1054

4.3.2 Actividad microbiana.

Tabla 10. Respiración microbiana del Suelo 1

Suelo	Horizonte	mg CO ₂ /100 g.día	Valoración
<i>Perfil 1</i>	<i>Ap</i>	<i>15</i>	Moderada

Tabla 11. Rango de valores de actividad biológica (respiración)

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

20-25	Óptima
>25	Elevada

4.4 Interpretación de resultados de campo y laboratorio

El perfil 1 se encuentra en un paisaje ondulado, ubicado en posición de loma, con un gradiente de 0,5-1%, bien drenado, evoluciona a partir de sedimentos loessicos. El perfil posee una secuencia Ap-A2-AC-2Bt-2BC-2Ck. La textura es franca con predominio de limo en todo el perfil, con un promedio de 476 g kg⁻¹. La fracción arcilla presenta valores de un promedio de 207 g kg⁻¹, con un aumento en el horizonte 2Bt que asciende a 313 g kg⁻¹. Por su parte, la fracción arena presenta valores que oscilan entre 263 g kg⁻¹ a 383 g kg⁻¹ a lo largo del perfil, con predominio de las arenas muy finas y finas.

La estabilidad del horizonte Ap fue clasificada como excelente, esto podría deberse al buen contenido de materia orgánica, texturas finas y al desarrollo de estructura en el perfil. La densidad aparente definida como la masa de suelo por unidad de volumen, fue de 1,2 Mg m⁻³ y la porosidad total de 52% con una predominancia de mesoporos chicos (17,7%) y macroporos (15,6%). Con respecto a la curva de retención hídrica, el contenido de agua útil para los cultivos es de 17,7% (v/v) indicando una buena capacidad para almacenar agua. El contenido de materia orgánica en el horizonte superficial es alto, alcanzando los 48 g kg⁻¹. Los valores de fósforo total a lo largo del perfil son moderados a altos, pero con bajo contenido de fósforo orgánico, los mismos van de 169 mg kg⁻¹ en el perfil Ap hasta los 295 mg kg⁻¹ en el horizonte 2Ck.

Los valores para la CIC fueron de moderados a altos, con un promedio a lo largo del perfil de 18 cmol kg⁻¹, con un máximo de 22,5 cmol kg⁻¹ en el perfil 2Bt, acordes con respecto a la textura y al contenido de materia orgánica. El sodio intercambiable se mantiene con valores bajos en todo el perfil. Los valores de PSI oscilan entre 3,3% en el horizonte Ap a 8,2% en el horizonte 2Ck, los cuales no resultan problemáticos para los cultivos (menores a 15 %).

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

La fertilidad química de la capa arable indica buenos contenidos de carbono orgánico orgánico y nitrógeno total, con valores de 28 g kg⁻¹ y de 2 g kg⁻¹, respectivamente.

Los procesos pedogenéticos presentes fueron: Melanización: se evidencia en el horizonte Ap, A2 (oscurecimiento por la incorporación de materia orgánica por actividad de lombrices), iluviación de arcillas: horizonte 2Bt, por lo que este último posee una mayor concentración de arcilla (presencia de barnices), Calcificación (Lavado y concentración secundaria de CaCO₃): se observa lavado en los horizontes Ap, A2, AC, 2Bt y concentración de carbonato de calcio en los horizontes 2BC y 2Ck (reacción al HCl), Génesis de estructura: se evidencia en Ap, A2, AC y 2Bt. Los cambios de textura marcados indican una discontinuidad litológica.

4.5 Clasificación del perfil 1.

- **Clasificación según Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022)**

El suelo tiene un epipedón mólico y por debajo presenta endopedón argílico. Su régimen de humedad es Údico y el de temperatura es térmico. La clase por tamaño de partículas es franco fino.

De acuerdo a sus características diagnósticas clasificó como:

Hapludol thaptho argico Franco fino, Térmico. Fase pobremente drenada en profundidad

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

El suelo se clasifica como Ilc

e: no presenta susceptibilidad a la erosión hídrica, ni eólica
(I).

w: drenaje: bien drenado (I).

c: condiciones climáticas: ligeramente desfavorables (II)

• **Índice de productividad** (por fórmula)

$$IP: (H \times D \times Pe \times Ta \times Td \times Sa \times Na \times Mo \times T \times E) \times 100$$

IP: Índice de productividad

H: Clima

D: Drenaje.

Pe: Profundidad efectiva.

Ta: Textura del horizonte superficial.

Tb: Textura del horizonte subsuperficial.

Sa: Contenido de sales solubles (dentro de los primeros 75 cm)

Na: Alcalinidad sódica (considerada hasta 1m)

Mo: Contenido de materia orgánica.

T: Capacidad de intercambio catiónico.

E: Erosión potencial y/o actual hidrica o eólica.

$$IP = (0,85 \times 0,90 \times 1 \times 1) \times 100 = 76,5\%$$

muy buena productividad.

Tabla 12. 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 %

5.1 PERFIL 2

5.1.1 Factores de sitio perfil 2

Fecha de observación: 07/06/2019.

Ubicación: Campo La Nicolasa (Coronel Suárez).

Latitud sur: 37° 31' 12.43" S

Latitud oeste: 61° 35' 15.58" W

Altitud: 219 msnm

Paisaje: Pampa Húmeda.

Relieve: normal.

Geoforma: planicie.

Posición: plano bajo.

Gradiente: 0.5 - 1%

Material Parental: Sedimentos loessoides.

Edafoclima:

- Régimen de humedad: Údico.
- Régimen de temperatura: Térmico.

Drenaje: pobremente drenado.

Uso de la tierra: Ganadero-Agrícola.

Vegetación: verdeo de trigo sobre rastrojo de maíz (no se observan malezas).

Cobertura: 10%

Erosión: no se observa.



Figura 13. Ubicación en el paisaje del Suelo 2.



Figura 14. Perfil del Suelo 2.

5.1.2 Morfología perfil 2.

Tabla 13. Descripción morfológica del suelo 2

Horizontes	Descripción
Ap 0-16 cm	pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo, gris pardo claro (10 YR 6/2) en seco; franco; bloques, finos moderado a débil; moderadamente húmedo; poco consolidado; friable; raíces moderadas; sin reacción al HCl; límite abrupto y plano.
E 16-29 cm	pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, gris claro (10YR 7/2) en seco; franco; estructura masiva; muy húmedo; muy consolidado; friable a firme, moderadamente plástico y moderadamente adhesivo; raíces escasas; sin reacción al HCl; límite claro y plano.
Btn 29-55 cm	pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, pardo grisáceo (10YR 5/2) en seco; franco arcilloso; columnar medios moderado; muy húmedo; consolidado a poco consolidado; friable a firme; muy plástico, muy adhesivo; barnices muy abundantes; slickensides, agrietamiento visible; raíces moderadas; sin reacción al HCl; límite claro y plano.
BCn 55-77 cm	pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo, pardo grisáceo claro (10YR 6/2) en seco; franco arcilloso; bloques subangulares medios finos, moderado a débil; húmedo; poco consolidado; firme, muy plástico y muy adhesivo; comunes barnices dispersos en la matriz; raíces muy escasas; sin reacción al HCl; límite claro y plano.
Cxn 77-137+cm	Pardo (10YR 5/3) en húmedo, pardo claro (10YR 6/3) en seco; franco; laminar; húmedo; muy consolidado; firme; comunes a escasos humatos de sodio con deposición horizontal; raíces muy escasas; leve reacción al HCL..

5.1.3 Determinaciones físicas perfil 2.

Tabla 14. Determinaciones físicas del Suelo 2.

HORIZONTES		Ap	E	Btn	BCn	Cxn,	
PROFUNDIDAD		cm	0-16	16-29	29-55	55-77	77-137+
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ARCILLA (<0,002)	g kg ⁻¹	145	157	430	320	176
	LIMO (0,002-0,05)		502	480	331	490	531
	ARENA MUY GRUESA		2	3	1	7	1
	ARENA GRUESA		1	1	1	7	1
	ARENA MEDIA		2	2	2	6	10
	ARENA FINA		41	38	26	21	53
	ARENA MUY FINA		306	320	211	150	306
CLASE TEXTURAL		F	F	a	Fa	F	
DENSIDAD APARENTE	Mg m ⁻³	1,26	-	-	-	-	
DENSIDAD REAL		2,56	-	-	-	-	
POROSIDAD TOTAL	%	49,6	-	-	-	-	
HUMEDAD EQUIVALENTE		20	19	59	46	31	
HUMEDAD HIGROSCÓPICA		1,55	1,61	4,55	6,18	4,05	
ESTABILIDAD ESTRUCTURAL	CDMP	2,381					
	IE	21	Estabilidad mala				

5.1.4 Estabilidad estructural del perfil 2.

Tabla 15. Estabilidad estructural del Suelo 2.

Sup (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
23.81	2,381	21	Mala

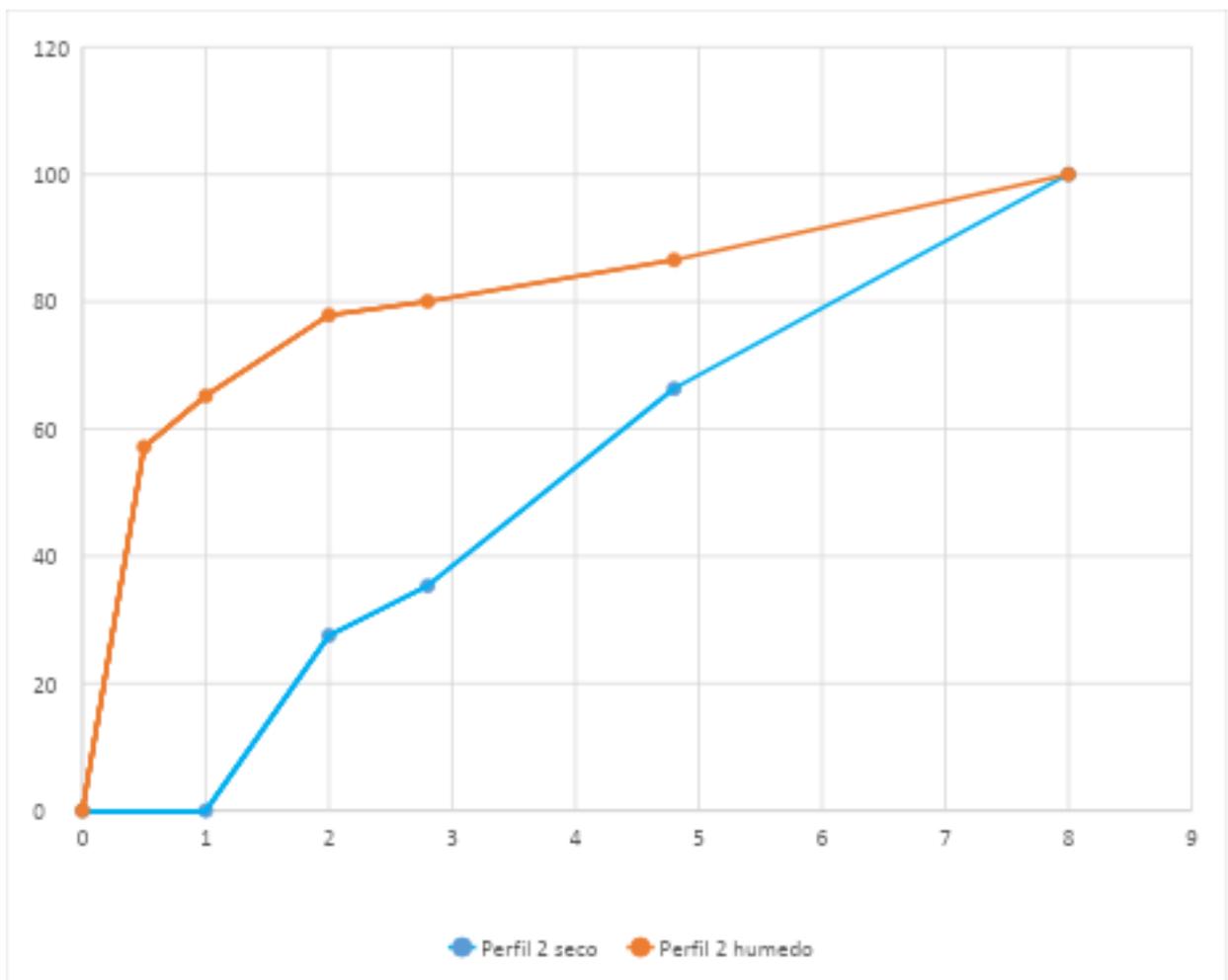


Figura 15. Estabilidad estructural del Suelo 2.

5.1.5 Curva de retención hídrica del perfil 2.

Tabla 16. Curva de retención hídrica del Suelo 2

pF	0	1	1,8	2,5	4,2	4,5	Agua útil
Agua %	49,6	44,8	38,4	35,8	9	2	26,8

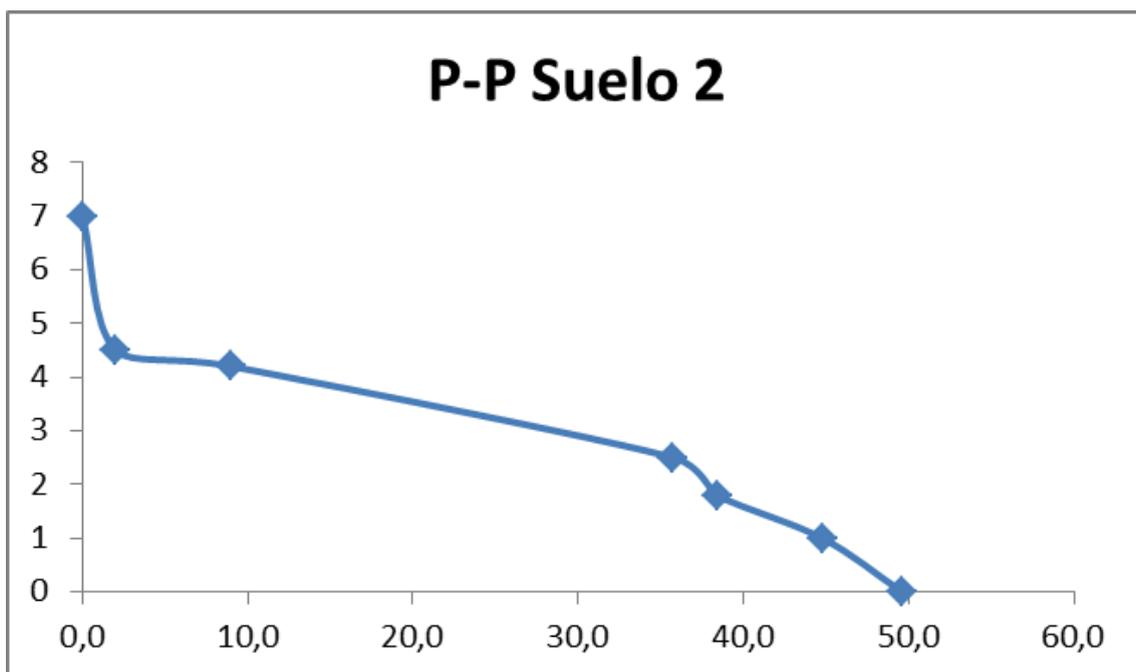


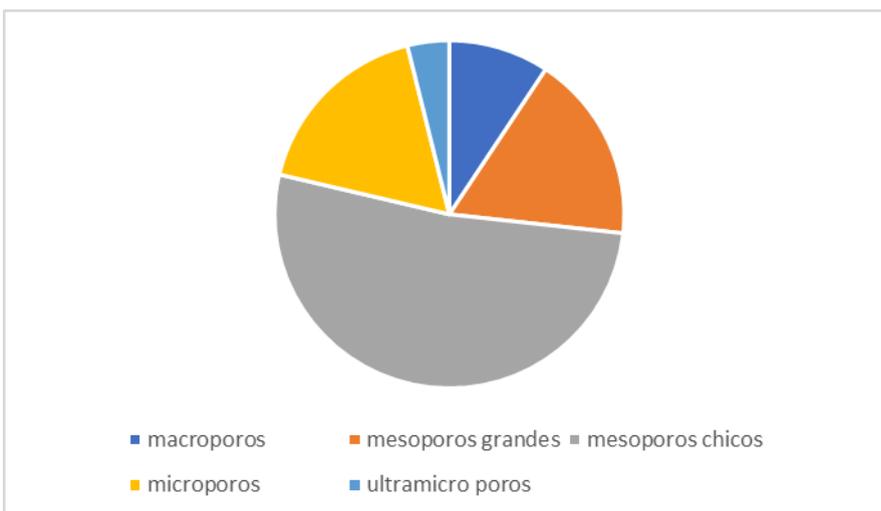
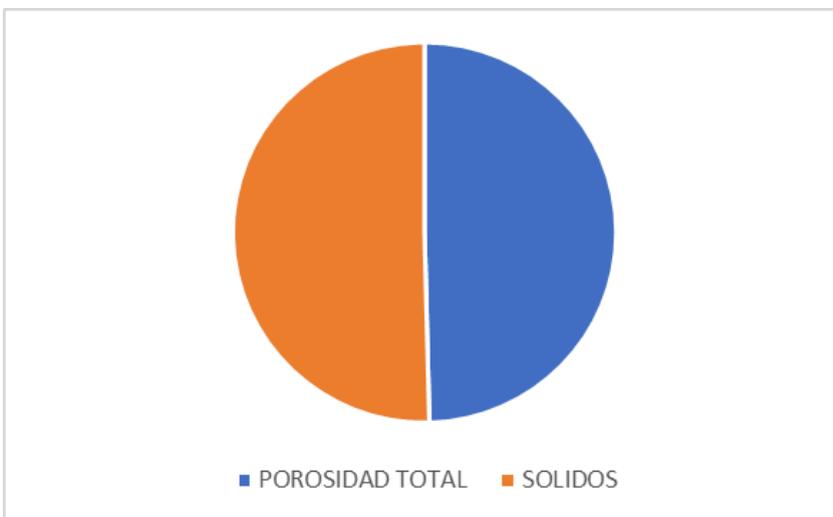
Figura 16. Curva de retención hídrica del Suelo 2

5.1.5 Distribución del espacio poroso del perfil 2.

Tabla 17. Distribución del espacio poroso del Suelo 2

Por Total	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultra Microporos	Sólidos
49,6	4,8	9,0	26,8	9,0	2,0	50,4

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



Figuras 17 y 18. Distribución del espacio poroso del Suelo 2

5.2.1 Características químicas del perfil 2.

Tabla 18. Determinaciones químicas del Suelo 2.

HORIZONTES		Ap	E	Btn	BCn	Cxn		
PROFUNDIDAD	cm	16	13	26	22	60+		
MATERIA ORGÁNICA	gkg ⁻¹	17	9	7	6	2		
CARBONO ORGÁNICO		1	5	4	4	1		
FÓSFORO TOTAL	mg kg ⁻¹	235	173	322	331	370		
FÓSFORO ORGÁNICO		99	65	93	132	179		
FÓSFORO INORGÁNICO		101	115	131	156	202		
RELACIÓN C/P	CO/PO	10	77	43	30	6		
CALCÁREO	gkg ⁻¹	-	-	-	-	5		
PH (EN SUSPENSIÓN 1:2,5)		8,5	8,3	8,9	9,1	8,8		
c o m p l e j o d e c a m b i o	BASES INTERCAMBIABLES	Ca ⁺ +Mg ⁺	cmol _c kg ⁻¹	8,5	2,9	10,4	-	-
		Na ⁺		1,9	1,0	4,8	4,2	4,1
		K ⁺		1,6	1,1	1,6	1,6	2,1
		SUMA		12,0	5,0	16,8	-	-
CIC		12,2	5,3	17,0	11,1	9,8		
SATURACIÓN DE BASES		98	94	99	-	-		
PSI		15	19	28	38	42		

5.2.2 Composición de sales solubles del perfil 2.

Tabla 19. Composición de las sales solubles del Suelo 2

Horizonte		Ap	E	Btn	BCn	Cxn	
Espesor	cm	16	13	26	22	60+	
pH (en el extracto de saturación)		7,7	7,8	8,7	9,0	8,3	
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	0,72	0,79	2,38	3,38	1,10	
Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	3,1	2,8	6,8	10,5	2,2
	Na ⁺		5,2	5,8	16,1	23,6	9,4
	K ⁺		0,76	0,6	0,37	0,1	0,27
	Suma		9,1	9,2	23,3	34,2	11,9
Aniones	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	2,3	2,5	2,4	3,5	2,2
	Cl ⁻		2,0	4,7	16,9	25,9	3,7
	CO ₃ ⁻²		-	-	-	-	1,5
	HCO ₃ ⁻²		4,8	1,6	1,2	2,3	3,6
	Suma		9,1	8,8	20,5	31,7	11,0
RAS		4,2	4,9	8,7	10,3	9,0	

5.3 Parámetros de fertilidad y actividad biológica.

5.3.1 Parámetros de fertilidad (0-15 cm).

Tabla 20. Determinaciones de fertilidad de la capa arable del Suelo 2

pH (suelo: 1:2,5)		7,9
Materia orgánica	g kg⁻¹	18
Carbono orgánico		10
Nitrógeno total		1
Relación C / N		10
Fósforo disponible	mg kg⁻¹	16
Potasio asimilable		728

5.3.2 Respiración microbiana del perfil 2.

Tabla 21. Respiración microbiana del Suelo 2

Suelo	Horizonte	mg CO₂/100 g.día	Valoración
Perfil 2	Ap	14	Moderadamente baja

Tabla 22. Rango de valores de actividad biológica (respiración)

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

5.4 Interpretación de resultados del perfil 2.

El perfil 2 se encuentra en la posición de bajo, en un paisaje ondulado, pobremente drenado, se desarrolla a partir de sedimentos loessicos. Posee una secuencia Ap-E-Btn-BCn-Cxn. Según los análisis granulométricos, los horizontes presentaron textura franca y franca arcillosa. Los valores de arcilla se destacan en los horizontes subsuperficiales del perfil del suelo (entre 430 y 320 g kg⁻¹). La fracción limo es la predominante en el perfil con un promedio de 467 g kg⁻¹. Por otra lado, en la fracción arena se ve reflejado un fuerte predominio de las arenas muy finas.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como mala, esto podría atribuirse al conjunto de las prácticas de manejo, el bajo contenido de materia orgánica y el alto contenido de sodio intercambiable a lo largo del perfil. La densidad aparente definida como la masa de suelo por unidad de volumen, fue de 1,26 Mg m⁻³, el cual es un valor esperable para la textura del suelo. La porosidad total fue de 49,6%, con un predominio de mesoporos chicos (26,8%), Con respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil para los cultivos es de 26,8 % (v/v) indicando una buena capacidad de retención de agua. El contenido de materia orgánica es bajo con un valor de 17 g kg⁻¹ en el horizonte superficial. El contenido de fósforo total es moderado a bajo en todo el perfil. En relación a la CIC, los valores fueron moderadamente bajos en todo el perfil, con el valor más alto en el horizonte subsuperficial de 17 cmol_c kg⁻¹. El sodio intercambiable es una limitante desde la superficie hasta la base del perfil con valores de PSI > 15%, siendo el aspecto de mayor perjuicio en el desarrollo de los cultivos.

En la muestra extraída para la determinación de fertilidad química, en la capa arable se encuentran valores moderados de nitrógeno (1 g kg^{-1}) y materia orgánica (18 g kg^{-1}). Los valores de CE y RAS del extracto de saturación indican que el suelo presenta problemas de sodicidad.

Los procesos pedogenéticos presentes en el suelo fueron: melanización: se evidencia en el horizonte Ap (oscurecimiento por la incorporación de materia orgánica por actividad de lombrices), eluviación e iluviación de arcillas: se observa del E al Btn, por lo que este último posee una mayor concentración de arcilla (presencia de barnices), calcificación (Lavado y concentración secundaria de CaCO_3): se observa lavado en los horizontes Ap, E, Btn, BCn; y una moderada concentración de carbonato de calcio en el Cxn (reacción al HCl) y génesis de estructura: se evidencia en Ap, E y Btn. Otro proceso es la sodificación o alcalinización, indicado por la estructura columnar, presencia de humatos de Na y valores del pSI. En la base del perfil se reconoce un horizonte endurecido o fragipan (Cxn). La gleyzación puede reconocerse a lo largo del perfil por presencia de colores con chomas bajos (< 2 tanto en seco como en húmedo).

5.5 Clasificación del perfil 2.

- **Clasificación según Soil Taxonomy** (Soil Survey Staff, 2022)

El suelo tiene un epipedón mólico y presenta endopedones álbico y natrico. su régimen de humedad es údico y el de temperatura es térmico.

La clase por tamaño de partícula es franco fino.

de acuerdo a sus características diagnósticas clasificó como:

Natralbol Típico, franco fino, térmico.

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

El suelo clasifica como VIws/VIIIs, siendo sus principales limitantes:

e: No presenta susceptibilidad a la erosión hidrica, ni eolica (I)

w: Drenaje: pobremente drenado (VI)

s: Mas del 15% en los primeros 20 cm de profundidad (VI/VII)

• **Índice de productividad** (por fórmula)

$$IP: (H \times D \times Pe \times Ta \times Td \times Sa \times Na \times Mo \times T \times E) \times 100$$

IP: Índice de productividad

H: Clima

D: Drenaje.

Pe: Profundidad efectiva.

Ta: Textura del horizonte superficial.

Tb: Textura del horizonte subsuperficial.

Sa: Contenido de sales solubles (dentro de los primeros 75 cm)

Na: Alcalinidad sódica (considerada hasta 1m)

Mo: Contenido de materia orgánica.

T: Capacidad de intercambio catiónico.

E: Erosión

$$IP: (0,85 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,2 \times 0,8 \times 0,95 \times 1) \times 100 = 6,5\%$$

IP: Muy pobre productividad

Tabla 23. 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 %

6.1 Calidad de aguas.

Tabla 23. Determinaciones analíticas en dos muestras de aguas

Muestra		Molino 1	Molino 2	
pH		7,8	7,5	
CE		dS m ⁻¹	8,1	8,7
ANIONES	Cl ⁻	me L ⁻¹	1,4	2,1
	SO ₄ ⁻²		1,0	1,3
	HCO ₃ ⁻²		5,2	4,5
	Suma		7,6	7,9
CATIONES	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	3,7	3,6
	Na ⁺		9,2	9,1
	K ⁺		0,2	0,2
	Suma		13,1	12,9
RAS		6,7	6,8	
DUREZA		mg L ⁻¹	185	180
Clasificación dureza		moderadamente dura	dura	

Molino 1 - Molino 2

SEGÚN RIVERSIDE. (Riverside, 1954).

Tabla 24. Clasificación del agua para riego según Riverside

TIP O	CALIDAD Y NORMAS DE USO
C6	No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado, en este caso deben seleccionar cultivos altamente tolerables a sales.
S3	pueden ser niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que estos necesitan prácticas especiales de manejo-buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. los suelos yesíferos pueden no desarrollar niveles perjudiciales de sodio intercambiable cuando se riega con este tipo de agua. Pueden requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir al sodio intercambiable, sin embargo tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas muy altamente salinas.

Clasificación para consumo animal: Molino 1

$$\text{Sales totales (g L-1)} = \text{CE (dS m-1)} * 0,64$$

$$\text{Sales totales molino 1: } 8,1 * 0,64 = 5,2 \text{ g L-1}$$

$$0,048 \text{ g L-1 (Sulfatos)} * 48 = 2,3 \text{ g L-1 (Sulfatos)}$$

$$\text{Sales beneficiosas} = \text{Sales totales (g L-1)} - \text{Sulfatos (g L-1)}$$

$$\text{Sales beneficiosas} = 5,2 \text{ g L-1} - 2,3 \text{ g L-1} = 2,9 \text{ g L-1}$$

Clasificación para consumo animal: Molino 2

$$\text{Sales totales (g L-1)} = \text{CE (dS m-1)} * 0,64$$

$$\text{Sales totales molino 1: } 8,7 * 0,64 = 5,5 \text{ g L-1}$$

$$0,062 \text{ g L-1 (Sulfatos)} * 48 = 2,9 \text{ g L-1 (Sulfatos)}$$

$$\text{Sales beneficiosas} = \text{Sales totales (g L-1)} - \text{Sulfatos (g L-1)}$$

$$\text{Sales beneficiosas} = 5,5 \text{ g L-1} - 2,9 \text{ g L-1} = 2,6 \text{ g L-1}$$

Tabla 25: Clasificación de acuerdo a la relación entre Sales Beneficiosas y Sales Perjudiciales

Sales totales	Muy buena	Buena	Regular	Mala	No apta
1		1:0	1:0		
2	2:0		1:1 - 0:2		
3	3:0 - 2:1		1:2	0:3	
4		4:0 - 3:1	2:2	1:3	0:4
5		5:0 - 4:1 - 3:2		2:3	1:4 - 0:5
6				6:0 - 5:1 4:2 - 3:3	2:4 - 1:5 0:6
7					7:0 - 6:1 - 5:2 4:3 - 3:4 - 2:5 1:6 - 0:7
8					8:0 - 7:1 - 6:2 5:3 - 4:4 - 3:5 2:6 - 1:7 - 0:8

7. CONCLUSIONES

En este estudio se analizaron las características morfológicas, físicas, químicas y microbiológicas de dos suelos ubicados en el partido de Coronel Suárez en un mismo lote del predio "La Nicolasa". Estos suelos se originaron a partir del mismo material parental (sedimentos loésicos) y han sido sometidos en los últimos años a las mismas prácticas agrícolas ganaderas.

Como objetivo me propuse determinar las causas de las diferencias de rendimiento entre los dos suelos estudiados. Las características morfológicas, propiedades físicas, químicas y biológicas analizadas presentaron marcadas diferencias.

El suelo 1 fue clasificado como Hapludol thaptho árgico Franco fino, Térmico. Fase pobremente drenada en profundidad. Presenta un IP de 76,5%, lo que refleja una muy buena productividad. Su mayor limitante son las condiciones climáticas, clasificando por su capacidad de uso como IIc.

El suelo 2 clasificó como un Natralbol Típico, franco fino, térmico. Presenta un IP del 6,5%, lo que indica una muy pobre productividad. La mayor limitante está relacionada con su pobre drenaje y por la presencia de sodio (elevado PSI) en todo su perfil, calificando por su capacidad de uso como VIws/VIIc. Los análisis realizados muestran un problema grave relacionado con la presencia de sodio intercambiable desde la superficie, arrojando valores de PSI de 15% en el horizonte superficial Ap y aumentando en profundidad hasta 42% a los +77 cm en el horizonte Cxn. Debido a su alto contenido de sodio y la textura fina del mismo, provocan un suelo pobremente drenado, lo que dificulta su laboreo. Por estas razones, se ve condicionada su productividad.

Es importante considerar que el contenido de materia orgánica es alta en el Suelo 1 y moderado en el Suelo 2, lo cual indica una mejor condición física, química y biológica en el caso del Suelo 1.

En relación al objetivo propuesto, considero que el suelo 1 es apto tanto para agricultura como para la ganadería, teniendo en cuenta un adecuado manejo y rotación de los cultivos. El suelo 2 presenta una aptitud para la ganadería, implantando pasturas y verdeos tolerantes al anegamiento y a la sodicidad.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Fascículo 1. Acme. Buenos Aires.
- Klingebiel, A.A. & P.H. Montgomery. 1961. Land Capability Classification, USDA Agriculture Handbook No. 210. Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Riverside 1954. Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).
- Soil Survey Staff. (2022) Keys to Soil Taxonomy, 13th edition. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

TEXTOS Y PÁGINAS WEBS CONSULTADAS:

- Climate-data.org Clima: Coronel Suarez. Disponible en <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/buenos-aires/coronel-suarez-19858/>
- Historia del partido Coronel Suarez Disponible en: <https://www.coronelsuarez.gob.ar/historia/>
- INTA.gob.ar Disponible en <http://anterior.inta.gob.ar/suelos/cartas/3763/Pigue/index.htm>
- Salerno C, Laurent G, Alvarado M (2016). CALIDAD DE AGUAS. Aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y medioambientales. Universidad Nacional Del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

9. Apéndice

9.1 DETERMINACIONES FÍSICAS

HUMEDAD EQUIVALENTE:

PERFIL 1

P1	N° CELDA	P. CAP.VACIA	P.SUELO HUMEDO	P.SUEL O SECO	HUMEDAD EQUIVALENT E	PROMEDIO
Ap	1	24,38	47,22	43,09	22,1	22,2
	2	25,21	53,13	48,02	22,4	
A2	3	22,37	59,59	52,47	23,7	23,1
	4	23,87	58,81	52,39	22,5	
AC	5	24,14	57,46	52,31	18,3	18,4
	6	23,33	60,58	54,75	18,6	
2Bt	7	23,36	56,25	49,77	24,5	24,9
	8	22,48	60,36	52,74	25,2	
2BC	9	24,30	59	51,62	27,0	27,05
	10	21,69	54,93	47,84	27,1	
2Ck	11	23,14	64,21	56,94	21,5	21,6
	12	22,73	66,66	58,82	21,7	

PERFIL 2

P2	N° CELDA	P. CAP.VACIA	P.SUELO HUMEDO	P.SUELO SECO	HUMEDAD EQUIVALENT E	PROMEDIO
Ap	1	23,30	67,37	60,15	19,6	20,0
	2	23,75	59,79	53,69	20,4	
E	3	26,64	73,66	65,89	19,8	19,4
	4	24,03	73,33	65,43	19,1	
Btn	5	23,48	53,02	42,12	58,5	59,5
	6	23,27	62,36	47,61	60,6	
BCn	7	23,58	45,52	38,80	44,2	46,0
	8	23,33	52,02	42,75	47,7	
	9	24,75	57,04	46,83	46,2	
Cxn	10	24,52	60,35	51,90	30,9	31,5
	11	24,68	56,07	48,08	34,1	
	12	23,45	58,07	50,18	29,5	

HUMEDAD HIGROSCÓPICA:

Perfil 1

HZT	P.CAP VACÍA	P.CAP+SH	P.CAP+SSE	H°Higroscópico a	PROM.
Ap	26,84	51,39	50,76	2,63	2,64
Ap	24,62	52,85	52,12	2,65	
A2	23,50	61,67	60,67	2,69	2,67
A2	22,92	51,59	58,85	2,65	
AC	22,93	61,77	61,06	1,86	1,85
AC	23,86	55,97	55,39	1,84	
2Bt	23,51	62,89	61,62	3,33	3,32
2Bt	24,09	60,60	59,43	3,31	
2BC	23,36	62,02	60,69	3,56	3,59
2BC	22,73	66,27	64,75	3,62	
2Ck	24,95	57,94	57,21	2,26	2,29
2Ck	24,79	59,21	58,43	2,32	

Perfil 2

HZT	P.CAP VACIA	P.CAP+SH	P.CAP+SSE	H°Higroscópico a	PROM.
Ap	22,96	44,84	44,50	1,58	1,55
Ap	23,21	49,90	49,90	1,52	
E	23,71	49,99	49,56	1,66	1,61
E	24,07	53,29	52,84	1,56	
Btn	23,18	45,27	44,32	4,49	4,55
Btn	23,70	51,41	50,19	4,61	
BCn	24,31	46,40	45,12	6,15	6,18
BCn	22,88	44,27	43,02	6,21	
Cxn	25,30	48,72	47,82	4,00	4,05
Cxn	23,66	48,55	47,57	4,10	

Estabilidad estructural:

Perfil 1

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	76,1	82,8
2,8	47,6	63,7
2,0	34,4	55,6
1,0	0	26,1
0,5	-	18,4
0,0	-	0

Sup (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
8,7	0,878	56,95	Excelente

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Perfil 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	66,34	86,6
2,8	35,35	80,1
2,0	27,55	77,9
1,0	0	65,2
0,5	-	57,2
0,0	-	0

Sup (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
2,3	2,381	21	Mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

DENSIDAD REAL

Perfil	Horizonte	Peso pic. vacío	Peso pic + 10g suelo	Peso pic + AD + suelo	Peso pic + AD	Promedio Densidad real g cm ⁻³
1	Ap	17,18	27,05	47,89	42,06	2,55
		13,82	23,82	44,51	38,62	
		14,06	24,04	44,70	38,79	
		16,72	26,71	47,56	41,65	
2	Ap	12,91	22,89	43,62	37,66	2,56
		16	25,98	46,95	40,95	
		14,24	24,23	45,04	39,03	
		15,89	25,88	46,79	40,84	
		17,02	27,01	47,98	42	
		13,44	23,44	44,39	38,36	

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

Peso pic + AD: peso picnómetro + agua destilada

RETENCIÓN HÍDRICA

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	pF 4,2	pF 4,5
1	51,4	52,0	46,4	46,6	36,7	36,4	30,4	31,4	13,7	3,2
	54,9		43,9		34,6		29,7			
	50,0		46,5		36,3		31,5			
	51,0		46,1		36,8		31,5			
	53,52		48,1		37,2		31,8			
	51,1		48,4		37,4		33,2			
2	49,5	49,6	44,8	44,8	39,4	38,4	37,6	35,8	9,0	2
	49,2		44,4		37,8		34,9			
	49,1		43,9		39,1		37,9			
	50,6		45,5		38,9		38,0			
	49,8		44,2		38,1		34,1			
	49,3		45,6		37,0		31,8			

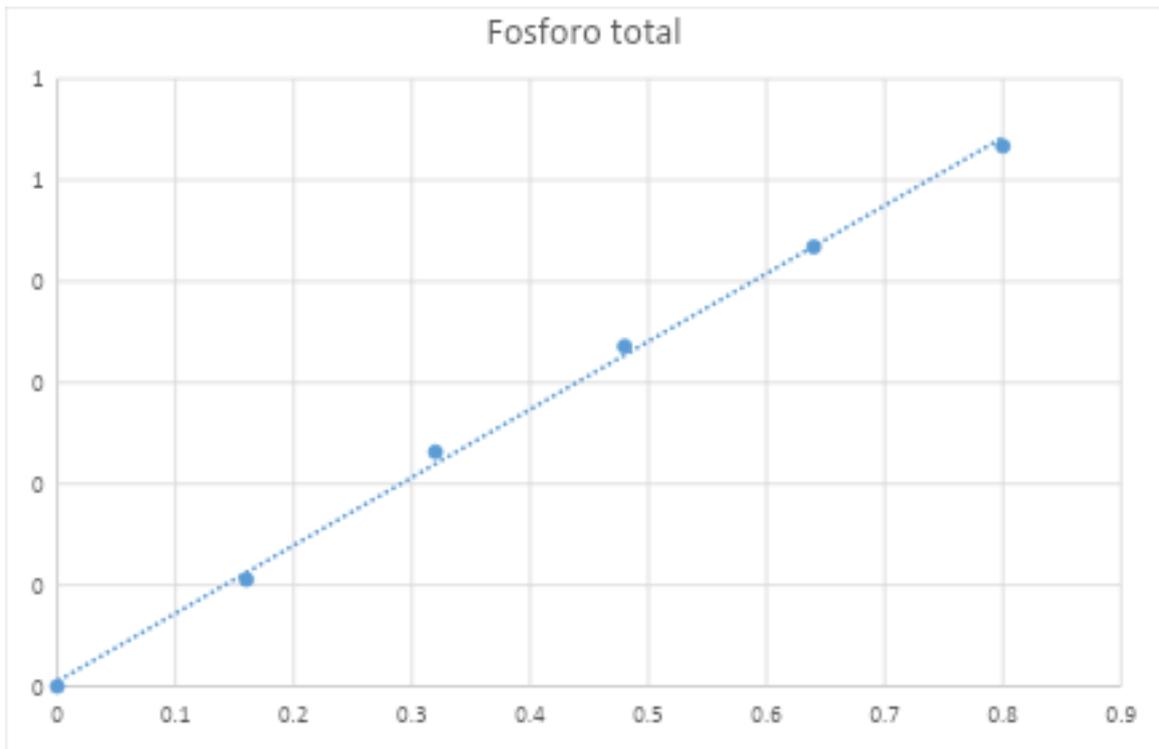
POROSIDAD TOTAL Y DISTRIBUCIÓN DE LOS HUECOS DEL SUELO.

Suelo	Por. Total	Macroporos	Mesoporos grandes	Microporos chicos	microporos	Ultra Microporos	Sólidos
1	52,0	15,6	5,0	17,7	13,7	3,2	48,0
2	49,6	4,8	9,0	26,8	9,0	2,0	50,4

9.2 DETERMINACIONES QUÍMICAS.

FÓSFORO TOTAL

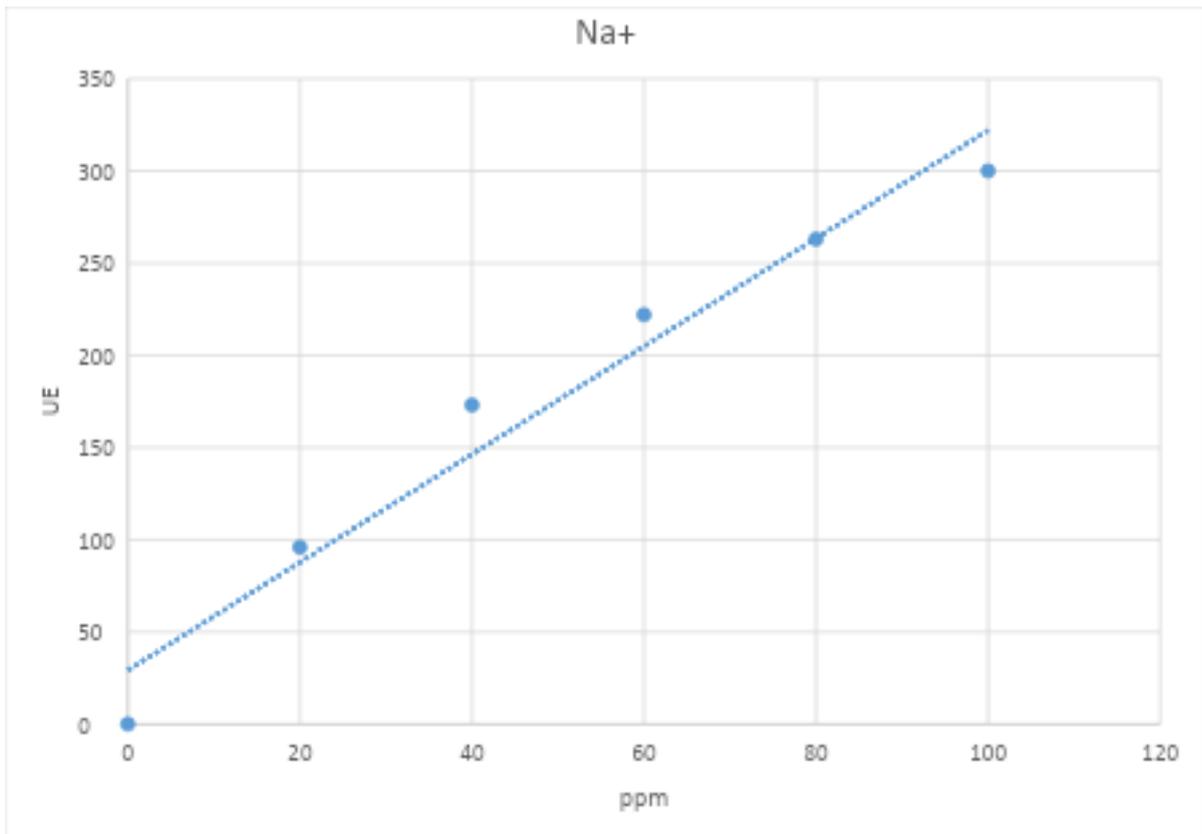
Suelo	Horizonte	Absorbancia	mg P /L	mg P /kg
1	Ap	0,280	0,412	515
	A2	0,266	0,391	489
	AC	0,189	0,278	348
	2Bt	0,217	0,300	375
	2BC	0,354	0,520	650
	2Ck	0,358	0,527	659
2	Ap	0,125	0,188	235
	E	0,094	0,138	173
	Btn	0,175	0,258	322
	BCn	0,180	0,265	331
	Cxn	0,201	0,296	370



9.3 Determinaciones de sales solubles

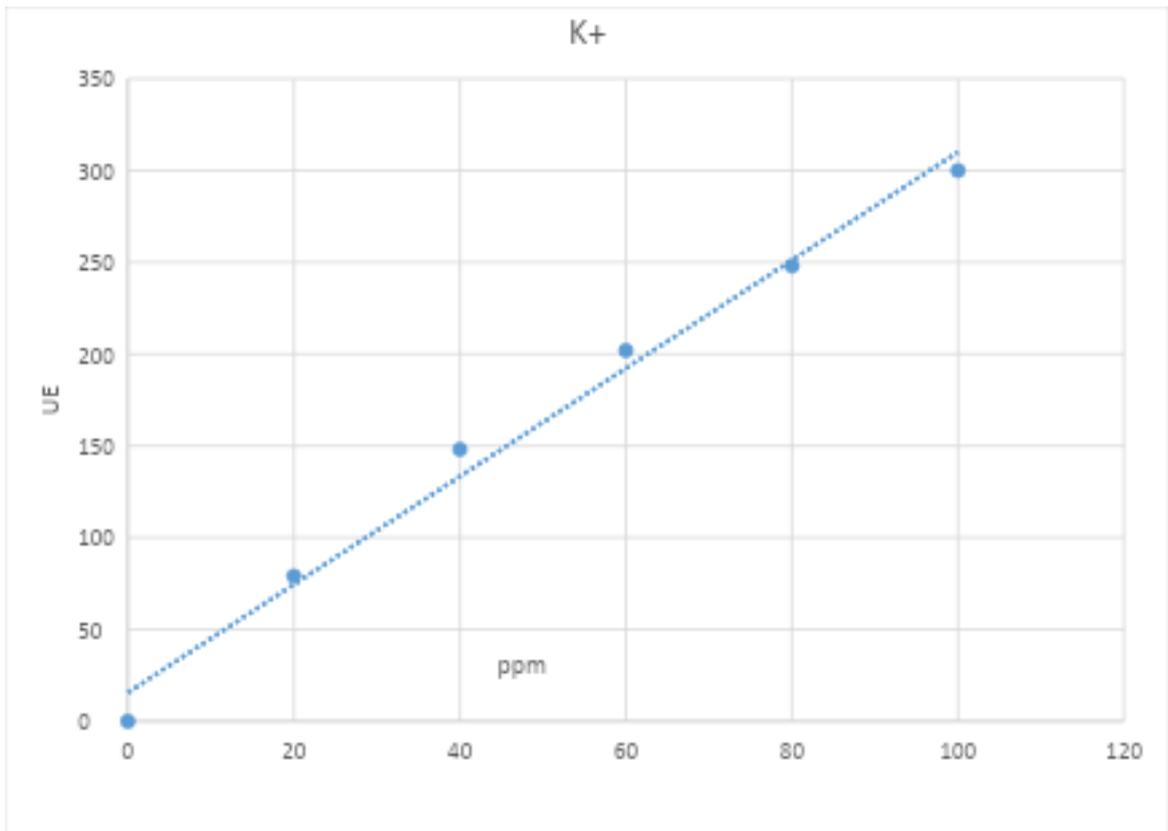
SODIO

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
1	Ap	60	0,78
	A2	53	0,69
	AC	62	0,81
	2Bt	123	1,11
	2BC	305	3,98
	2Ck	319	4,15
2	Ap	141	5,23
	E	92	5,88
	Btn	200	16,08
	BCn	280	23,67
	Cxn	189	9,41



POTASIO

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
1	Ap	253	2,05
	A2	100	0,81
	AC	57	0,46
	2Bt	64	0,52
	2BC	136	1,1
	2Ck	63	0,51
2	Ap	94	0,76
	E	0,81	0,66
	Btn	45	0,37
	BCn	8	0,06
	Cxn	33	0,27



Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Suelo	Horizonte	mL EDTA	me/L Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
1	Ap	0,7	3,5
	A2	0,61	1,5
	AC	0,34	1,7
	2Bt	0,51	2,1
	2BC	0,77	3,9
	2Ck	0,73	2,8
2	Ap	0,43	3,1
	E	0,16	2,8
	Btn	0,17	6,8
	BCn	0,41	10,5
	Cxn	0,44	2,6

BICARBONATO

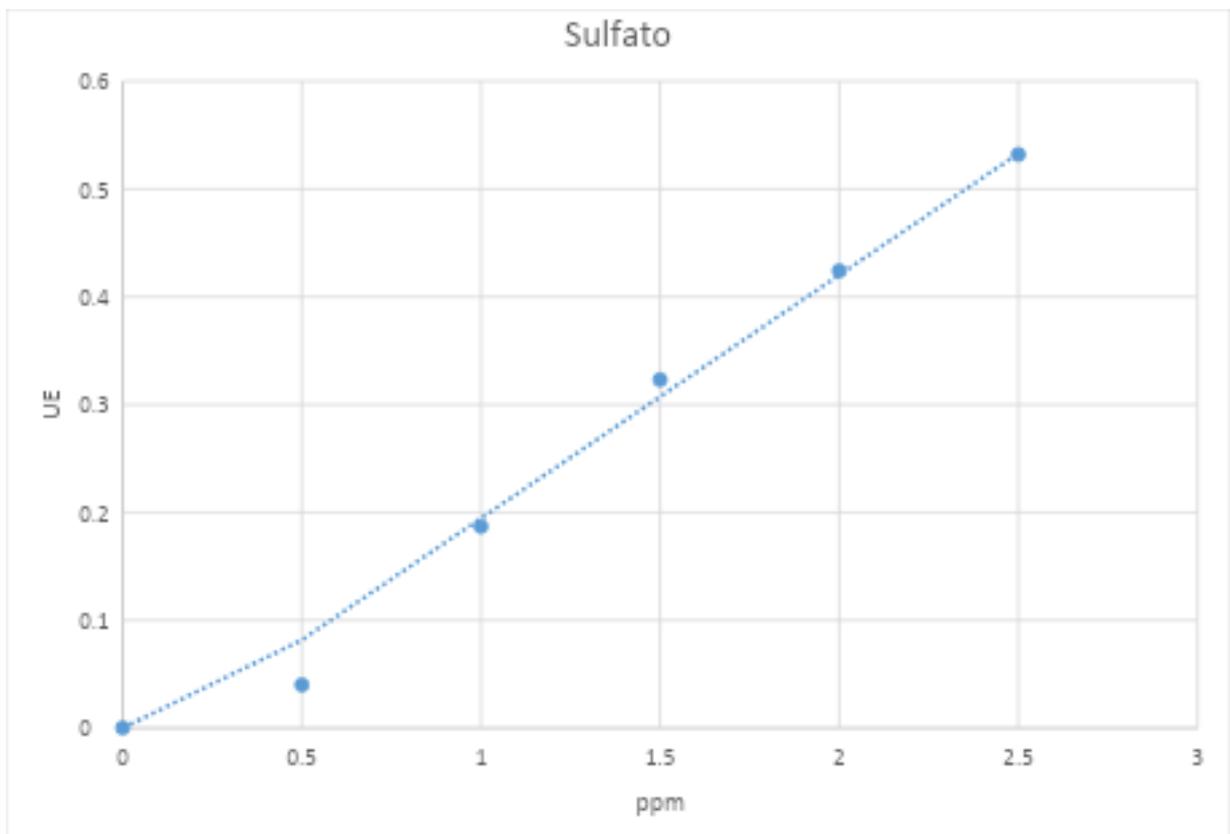
Suelo	Horizonte	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL alícuota	me HCO ₃ ⁻ /L
1	Ap	0,79	2	2,0
	A2	0,49	2	1,2
	AC	0,42	2	1,1
	2Bt	0,55	2	1,4
	2BC	0,925	2	2,3
	2Ck	1,42	2	2,4
2	Ap	1,94	2	4,9
	E	0,25	2	0,6
	Btn	0,465	2	3,1
	BCn	0,94	2	2,4
	Cxn	2,04	2	3,7

CLORUROS

Suelo	Horizonte	mL AgNO ₃ ⁻²	mL alícuota	me Cl ⁻ /L
1	Ap	1,04	2	2,6
	A2	0,38	2	1,0
	AC	0,375	2	0,9
	2Bt	0,325	2	1,8
	2BC	2,75	2	5,9
	2Ck	1,14	2	2,9
2	Ap	0,78	2	2,0
	E	0,26	2	4,7
	Btn	0,485	2	16,9
	BCn	0,37	2	25,9
	Cxn	1,48	2	3,7

SULFATOS

Suelo	Horizonte	Absorbancia	me SO_4^{-2} /L
1	Ap	0,88	1,0
	A2	0,069	0,7
	AC	0,070	0,7
	2Bt	0,038	0,4
	2BC	0,028	0,3
	2Ck	0,030	0,3
2	Ap	0,245	2,3
	E	0,054	2,5
	Btn	0,078	2,4
	BCn	0,172	3,5
	Cxn	0,234	2,2



9.4 Determinaciones de fertilidad

FÓSFORO DISPONIBLE

Suelo	Absorbancia	me P /L	mg P /kg
1	0,2045	0,301	11
2	0,3175	0,467	16

POTASIO ASIMILABLE

Suelo	UE	me K ⁺ /L	mg K /kg
1	253	2,05	80,13
2	94	0,76	29,77

9.5 Determinaciones en muestra de agua

SODIO

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
Molino 1	5:25	141	9,2
Molino 2	5:25	139	9,1

POTASIO

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
Molino 1	1:10	28	0,23

Molino 2	1:10	27	0,22
----------	------	----	------

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ / L
Molino 1	0,73	3,7
Molino 2	0,71	3,5

BICARBONATOS

Muestra	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL de alícuota	me HCO ₃ ⁻¹ / L
Molino 1	2,47	2	5,2
Molino 2	2,26	2	4,5

CLORUROS

Muestra	mL Ag NO ₃ ⁻²	mL de alícuota	me Cl ⁻ / L
Molino 1	0,56	2	1,4
Molino 2	0,83	2	2,1

SULFATOS

Muestra	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² / L
Molino 1	0,102	1,0
Molino 2	0,138	1,3

Imágenes complementarias:



Foto de la calicata del perfil 2.



Foto del horizonte E, perfil 2.

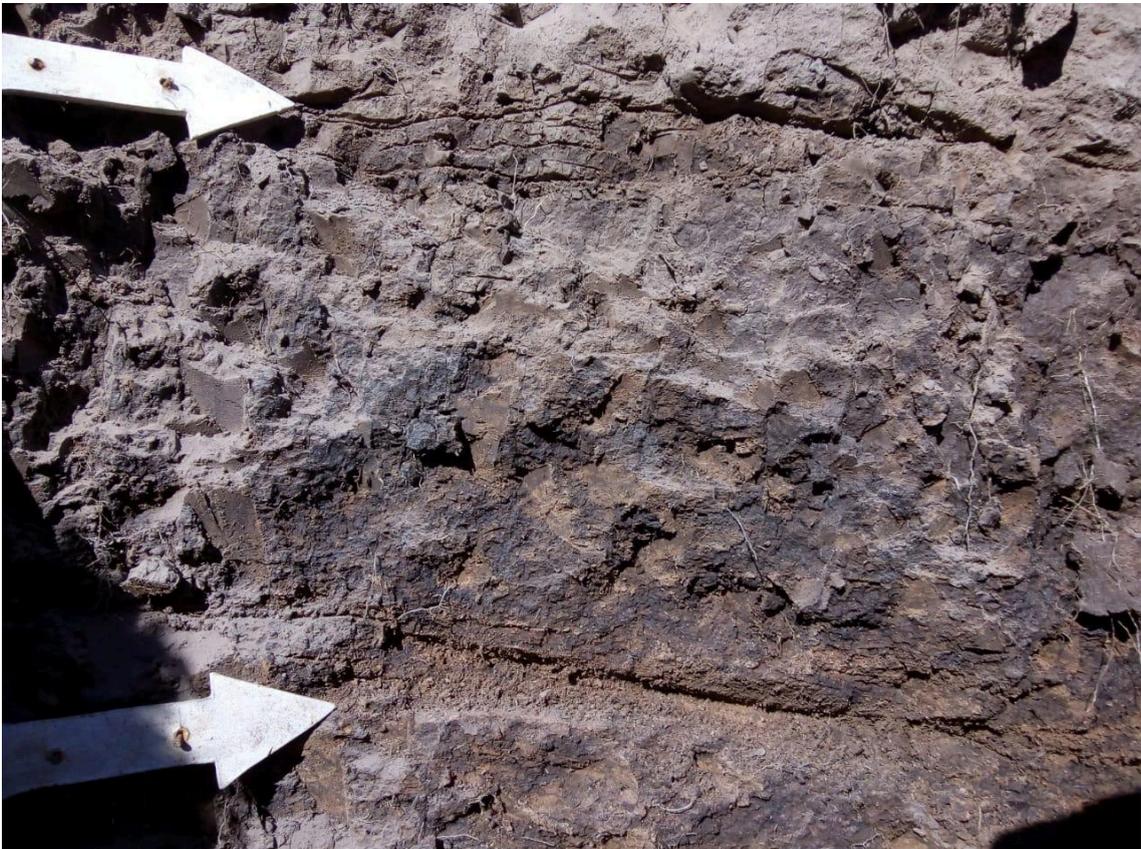


Foto del horizonte Btn, estructura columnar, perfil 2.



