



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TÉCNICO SUPERIOR AGRARIO EN SUELOS Y AGUAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

TRABAJO FINAL



Bartolomé Mauro

Manterola Marcelo Joaquín

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN.....	3
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
Ubicación	4
Clima.....	5
Suelos.....	6
Vegetación	7
MATERIALES Y MÉTODOS	8
Trabajo de campo	8
DETERMINACIONES DE LABORATORIO	9
Determinaciones físicas	13
Determinaciones químicas	14
Determinación de la actividad respiratoria de la biomasa del suelo.....	17
RESULTADOS:	18
Suelo 1.....	18
FACTORES DE SITIO SUELO 1	19
MORFOLOGÍA DEL PERFIL 1	21
CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1.....	30
Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).	30
Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962).	30
Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).....	30
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	32
RESULTADOS	33
Suelo 2.....	33
FACTORES DE SITIO SUELO 2	34
MORFOLOGÍA DEL PERFIL 2	36
CLASIFICACIÓN DEL SUELO 2.....	45
Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2010).	45
Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery, 1962).	45
Determinación del Índice de Productividad (SAGyP-INTA,1989).....	45
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	47
CALIDAD DE AGUAS	48
CONCLUSIONES.....	50
BIBLIOGRAFÍA.....	51
APÉNDICE	52

INTRODUCCIÓN

El partido de Coronel Suárez fue creado por Ley 2829 el 28 de mayo de 1883. Se encuentra ubicado en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires limitando al Norte con Guaminí, al Oeste con Saavedra y Tornquist, al sur con Coronel Pringles y al Este con General la Madrid.

Se trataba de 300.000 hectáreas que, en 1881, serían transferidas a don Eduardo Casey, quien fundaría la “Sociedad Anónima Cura Mala” en 1884. En dicha transferencia, Casey se comprometía a fundar un establecimiento para cría, perfeccionamiento y cruce de ganado (ovino y lanar), alambrar todo el perímetro del territorio concedido en tres años y poblarlo con al menos 60 familias.

En 1884 un grupo reducido de inmigrantes galeses provenientes del Chubut ocupan ocho leguas que les fueron cedidas con destino a la agricultura. En 1886, el colonizador Eduardo Casey dispone una considerable extensión a fin de posibilitar la radicación de 50 familias de origen alemán quienes había incorporado algunos rasgos culturales de Rusia 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 habilita la Estación local como paso intermedio entre la Plaza Constitución y Bahía Blanca.

En el año 1907 comienza a correr el Ferrocarril Rosario-Puerto Belgrano uniendo ambos puertos. Con el Ferrocarril se vio 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 es declarado ciudad.

Sin embargo, y aunque el Fuerte Militar constituyó el primer asentamiento hispano criollo en el territorio del actual partido de Coronel Suárez, incluso después de su traslado, debido a un nuevo corrimiento de la línea de frontera, en 1876 su basamento no constituyó ningún pueblo o localidad.

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

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

El objetivo del presente trabajo consiste en llevar a la práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas mediante el estudio comparativo de dos suelos, pretendiendo establecer las causas que expliquen las diferencias de rendimientos en maíz y soja observados entre los sitios evaluados. Se pretende caracterizar, interpretar y establecer la calidad agronómica de los mismos en un establecimiento ubicado en el partido de Coronel Suárez.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación

Coronel Suárez es una localidad situada en el Centro - Sur de la provincia 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, Santa Trinidad, San José y Santa María.

En la Figura 1 se muestra el lote donde se realizó el muestreo en la Estancia “**Flor de Lis**” localizada a 26 km de la ciudad de Coronel Suárez y a 31 km de la ciudad de Pigüé partido de Saavedra.

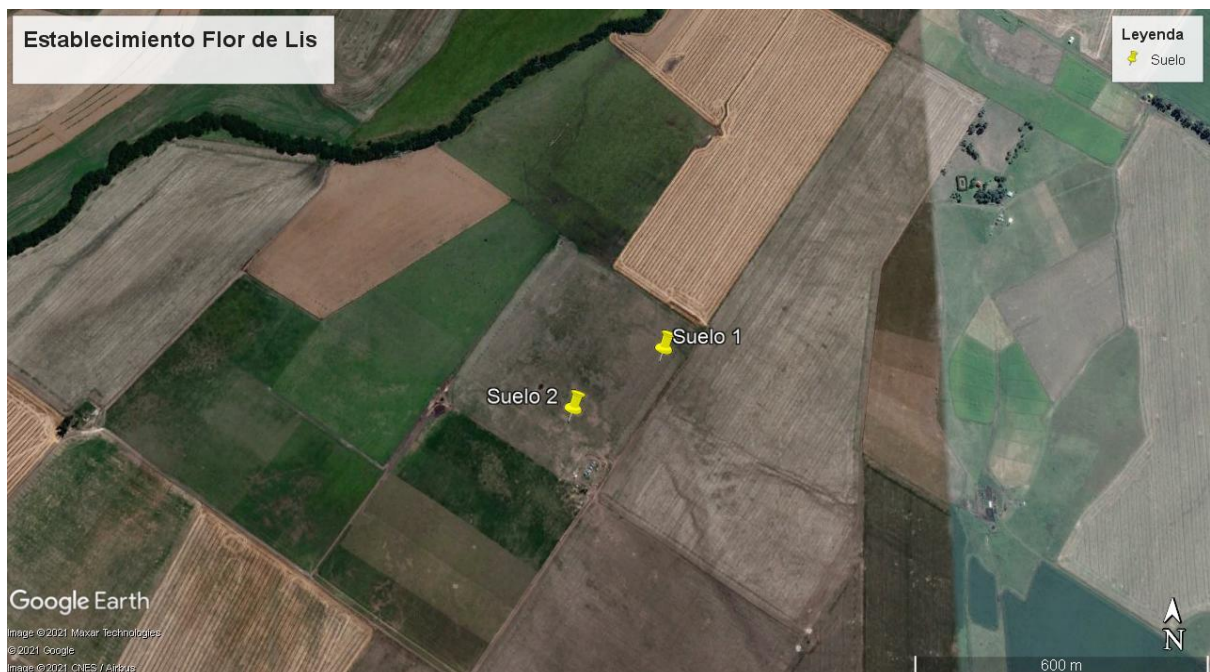


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la imagen satelital de Google Earth.

Clima

El clima de Coronel Suárez es húmedo y templado tendiendo a presentar precipitaciones significativas, incluso en la estación más seca. El clima se clasifica como Cfa (templado, sin estación seca, verano caluroso) por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio es 13,8°C. La precipitación aproximada es de 796 mm.

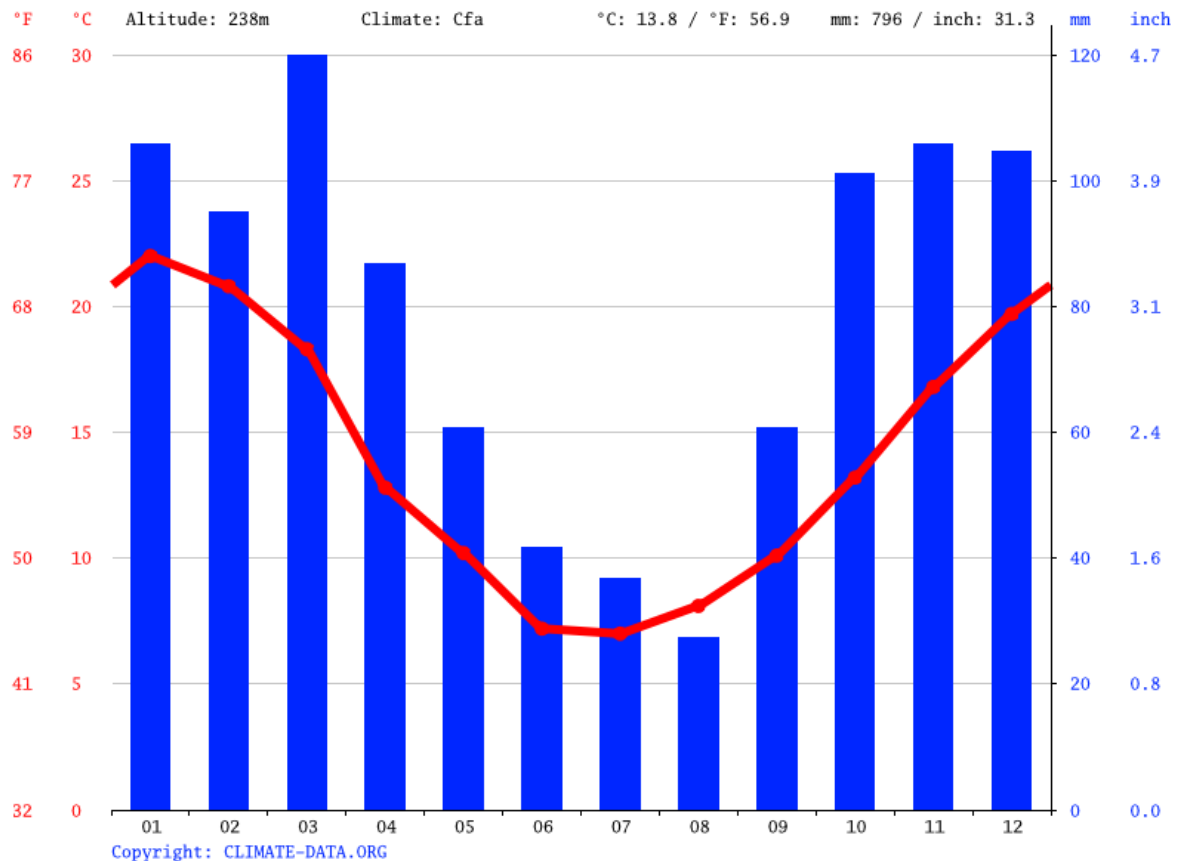


Figura 2. Climograma de Coronel Suárez. Fuente: (Climate-data.org).

La menor cantidad de precipitaciones ocurre en agosto durante el invierno. El promedio para este mes es 23 mm. El mes de mayor precipitación es marzo, promediando 101 mm.

Las temperaturas promedio son más elevadas en enero, alrededor de 22,0 °C. Julio es el mes más frío, con temperaturas promedio de 7,0 °C.

Suelos

Descripción del Dominio Edáfico

Acorde a la carta de suelos de la provincia de Buenos Aires, el área de estudio pertenece al Dominio Edáfico 2 nomenclatura 3763-29-4 (Estancia Cura Malal). La mayor parte del área está comprendida por este dominio.

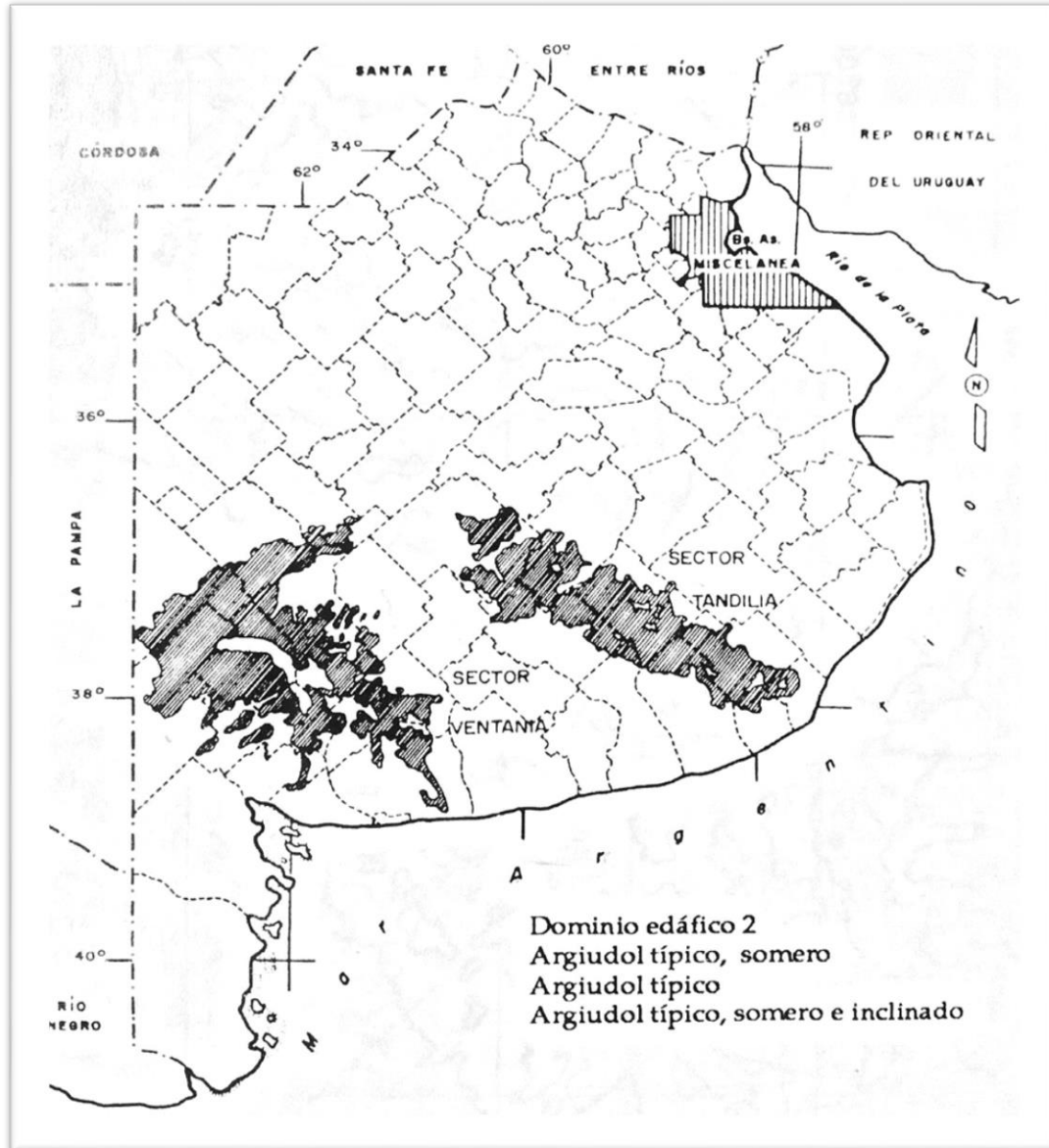


Figura 3. Ubicación geográfica del Dominio Edáfico 2 en la provincia de Buenos Aires.

Vegetación

Según la clasificación de las Regiones Fitogeográficas de Cabrera (1976) el área de estudio corresponde al distrito Sur de la Provincia Pampeana (Fig.4).

La vegetación del lugar es el pastizal pampeano, constituida principalmente por gramíneas o poáceas. Esta región ha sido dedicada desde hace dos siglos a la producción agropecuaria, por lo cual, es escasa la presencia de vegetación nativa, que solo persiste en los lugares no cultivados por ejemplo en las zonas rocosas del sistema de Ventania.

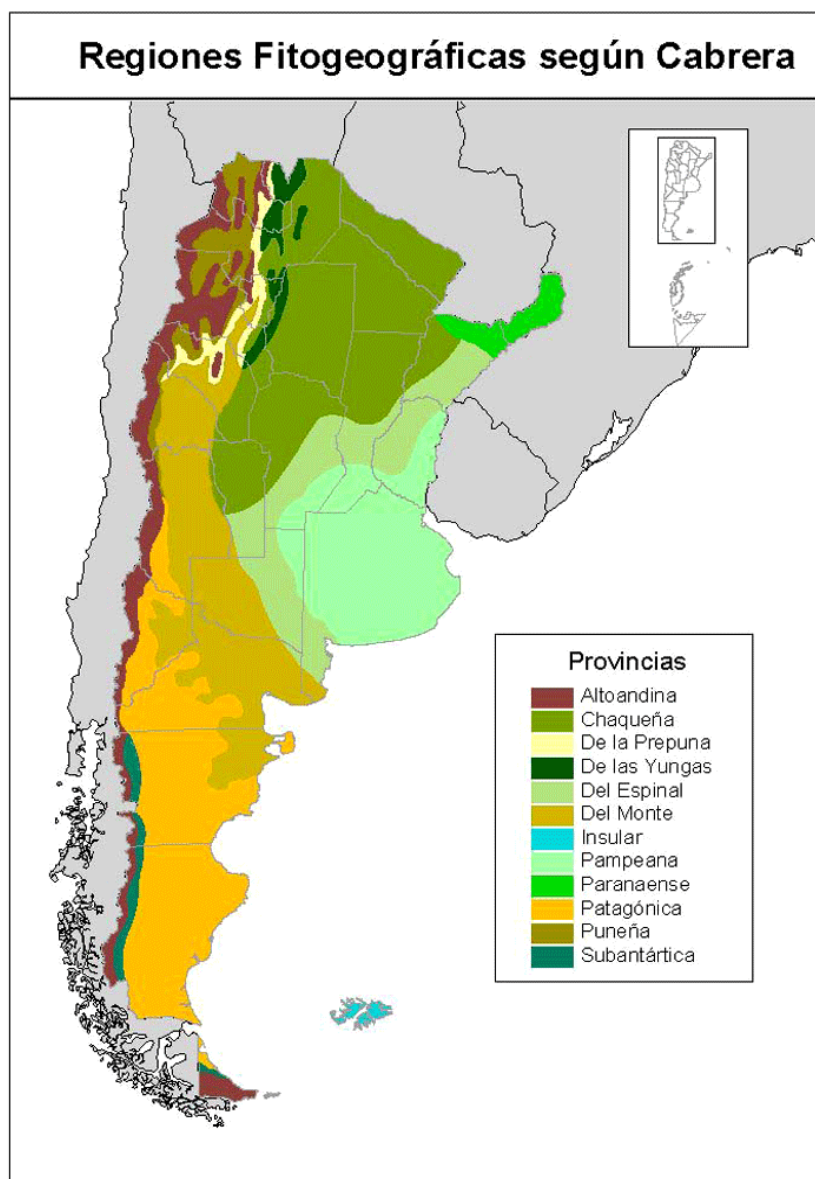


Figura 4. Regiones fitogeográficas argentinas (Cabrera, 1971).

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajo de campo

La ejecución del trabajo de campo consistió en el reconocimiento del área de estudio y la posterior apertura de dos calicatas, en un mismo lote, que se hallaba cultivado con trigo.

Desde el punto de vista geomorfológico, este lote se encuentra ubicado en el valle medio del arroyo Cura Malal en una posición de ladera.

La descripción del Suelo 1 se realizó en la ladera baja del valle, mientras que el Suelo 2 se encuentra en una posición del relieve más elevada.

Se describieron los factores de sitio y la morfología de los dos perfiles llevándose a cabo la toma de muestras de la siguiente manera:

- Muestras disturbadas de todos los horizontes reconocidos para realizar análisis de rutina tendientes a su caracterización.
- Muestras compuestas en el área adyacente a las calicatas con muestreador de balde (0-15 cm de profundidad) para la determinación de las propiedades edáficas relacionadas con la fertilidad química.
- Muestras sin disturbar de los horizontes superficiales de ambos suelos para la determinación de estabilidad estructural, densidad aparente y curva de retención hídrica.

Por otro lado, se tomaron muestras del horizonte superficial para posterior análisis de actividad biológica (respiración), las cuales se mantuvieron refrigeradas hasta el momento de las determinaciones.

Asimismo, se tomaron para su caracterización dos muestras de agua, una superficial y otra subterránea. La muestra de agua superficial corresponde a la primera naciente del arroyo "Cura Malal", el cual aflora dentro del lote analizado. La muestra de agua subterránea se tomó de un molino del establecimiento destinado para consumo animal.

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

1- Físicas

Análisis granulométrico – método de la pipeta de Robinson

Consta de los siguientes pasos:

- Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada 130 volúmenes (diluida al 50%).
- Destrucción de carbonatos con ácido clorhídrico 1 M en los horizontes que presentaron reacción positiva ante el agregado de este mismo ácido.
- Eliminación de cloruros (Cl^-) por lavado con agua destilada por medio de filtración realizada con bomba de vacío en kitasato y embudo Büchner.
- Dispersión de la muestra utilizando una solución dispersante de 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 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.

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.

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

P1= peso del picnómetro vacío.

P3= peso del picnómetro lleno con suelo y agua.

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

Humedad equivalente

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

Humedad higroscópica

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

Densidad aparente – método del cilindro

Se extraen muestras de suelo sin disturbar mediante el empleo de cilindros de acero, con peso y volumen conocidos (100 cm³), procurando no alterar la estructura del suelo. Se emparejan bien los bordes, cortando el exceso con un cuchillo y se tapan. Se pesan y se llevan a estufa a 105°C. Una vez seco el suelo se pesa y se calcula la densidad aparente (relación: peso/volumen).

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

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.

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 Boodt

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 el planímetro se mide el área comprendida entre ambas curvas. Este valor se divide por 10 y se obtiene el índice de estabilidad estructural.

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

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

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

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

Determinaciones químicas

Conductividad eléctrica – método conductimétrico

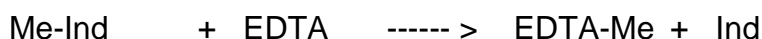
Determinada en el extracto de saturación y en las muestras de agua expresado en dS m^{-1} .

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 volumétrico

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



Sodio y Potasio – por fotometría de llama

Se determinó en los extractos de saturación y en las muestras de agua. 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. Previamente se construyó una

curva de calibrado para luego calcular la concentración de sodio y potasio en cada muestra.

Carbonatos y Bicarbonatos

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

Cloruros – método argentométrico

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

Sulfatos – método turbidimétrico

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

Cationes intercambiables

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

Capacidad de intercambio catiónico

Se satura el complejo de intercambio con acetato de sodio a pH 8,2, se lava con alcohol etílico el exceso de sodio hasta obtener una conductividad eléctrica menos a $50 \text{ micro S cm}^{-1}$, 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 $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$.

Materia orgánica

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

Fósforo extraíble - método de Bray y Kurtz 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 h. Se determina el fósforo presente mediante foto colorimetría 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 1M de una muestra calcinada a 550°C (Po+Pi) y 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.

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 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, solamente con un vial 20 mL de NaOH dentro de un recipiente hermético.

Luego de 7 días se tomó una alícuota de 5 mL, se agregaron cristales de cloruro de bario y dos gotas de solución alcohólica de fenolftaleína (color rosado).

Se tituló con HCl 0,1 M hasta viraje de rosado débil a incoloro.

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

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

Muestra= mg de NaOH sin reaccionar en la muestra de suelo

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

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

RESULTADOS

Suelo 1

Historia del lote

Siembra de Trigo por siembra directa (2016-2017)

Siembra de Soja de primera por siembra directa (2017-2018)

Siembra de Trigo por siembra directa (2018-2019)

Siembra de Verdeo - Maíz por siembra directa (2019-2020)

Siembra de Soja de primera por siembra directa (2020-2021)

FACTORES DE SITIO – SUELO 1

Fecha de observación: 09/09/2019

Ubicación: Establecimiento Flor de Lis (Coronel Suarez)

37° 34' 7,5 " Latitud Sur

62° 9' 17 " Longitud Oeste

Altitud: 274 msnm.

Paisaje: Llanura surventánica Oriental

Relieve: Valle medio del arroyo Curamalal.

Geoforma: Ladera

Posición: Baja

Gradiente: 1 %

Material Parental: Sedimentos loessoides.

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

Drenaje: Moderadamente bien drenado

Uso de la tierra: Ganadero-Agrícola.

Vegetación: Verdeo de Trigo sobre rastrojo de Maíz.

Cobertura: 80%

Erosión: No se observan signos de erosión

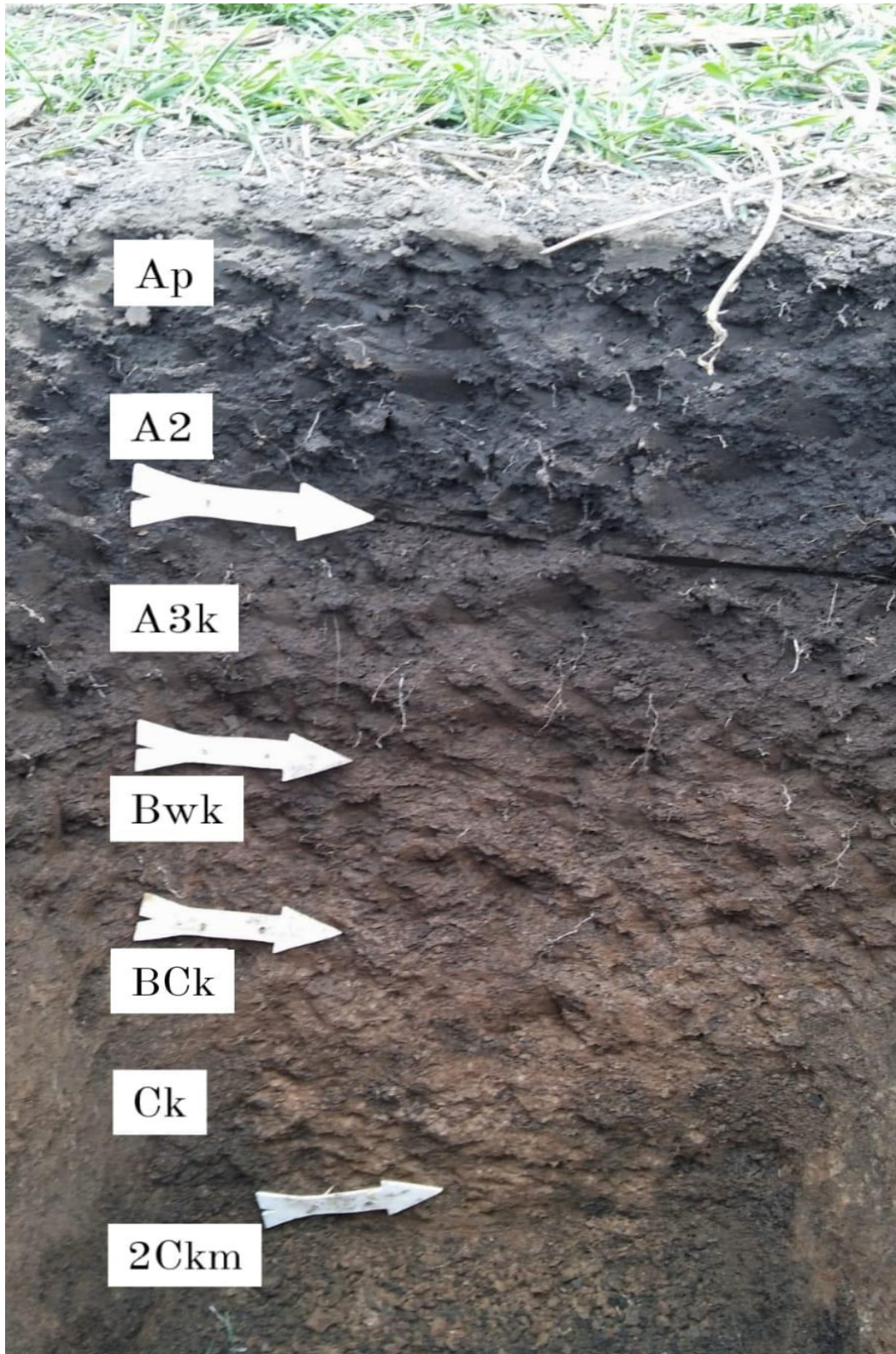


Figura 5. Perfil del Suelo 1.

MORFOLOGÍA DEL PERFIL 1

Tabla 2. Descripción morfológica del Suelo 1.

Horizonte	Descripción
Ap 0-6 cm	Negro en húmedo (10YR 2/1); pardo grisáceo muy oscuro en seco (10 YR 3/2); franca; granular media fina moderada; poco consolidado; friable a firme; raíces comunes; límite claro y plano; reacción al HCl 10% muy débil.
A2 6-21 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2); pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2); franca; granular media fina moderada; poco consolidado; friable a firme; raíces escasas; húmedo; límite abrupto y plano; reacción al HCl 10% muy débil.
A3k 21-42 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); pardo en seco (10 YR 5/3); franca; granular media débil; poco consolidado; muy friable; raíces escasas; límite claro y plano; reacción al HCl 10% moderada.
Bwk 42-60 cm	Pardo oscuro a pardo en húmedo (10 YR 4/3); pardo claro en seco (10 YR 6/3); franca; bloques sub angulares medios finos moderados; poco consolidado; friable a firme; raíces escasas; húmedo; límite claro y plano; escasos barnices de arcilla; reacción al HCl 10% débil a moderada.
Bck 60-75 cm	Pardo grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo; pardo muy claro en seco (10 YR 7/3); franca; bloques sub angulares; medios finos moderados; poco consolidado; friable a firme; húmedo; límite claro y plano; raíces muy escasas; reacción al HCl 10% moderada a fuerte.
Ck 75-95 cm	Pardo en húmedo (10YR 5/3); pardo muy claro en seco (10 YR 8/4); franca; bloques sub angulares finos medios moderados débiles; consolidado; friable a firme; húmedo; límite claro y plano; raíces muy escasas; reacción al HCl 10% débil a moderada; abundancia de calcitanes.
2Ckm + 95 cm	Horizonte petrocálcico

Determinaciones físicas

Tabla 3. Determinaciones físicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	A3k	Bwk	BCK	Ck	
Profundidad	cm	0-6	6-21	21-42	42-60	60-75	75-95	
Análisis granulometría	Arcilla	g kg ⁻¹	270	264	198	184	146	173
	Limo		502	499	492	451	436	395
	Arena muy fina		201	209	267	303	326	332
	Arena fina		22	22	32	44	50	49
	Arena media		4	3	6	10	16	15
	Arena gruesa		2	2	3	6	17	27
	Arena muy gruesa		0	0	2	2	9	10
Clase textural		F	F	F	F	F	F	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,06	-	-	-	-	-	
Densidad real		2,54	-	-	-	-	-	
Porosidad total (*)	%	58,2	-	-	-	-	-	
Humedad equivalente		33,49	33,25	30,22	28,53	23,79	26,74	
Humedad higroscópica		3,48	3,56	3,22	3,71	2,96	3,44	

(*) Porosidad total calculada por fórmula (dap y dr).

Estabilidad estructural

Tabla 4. Estabilidad estructural del Suelo 1.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
17,16	1,716	29,13	Insatisfactoria

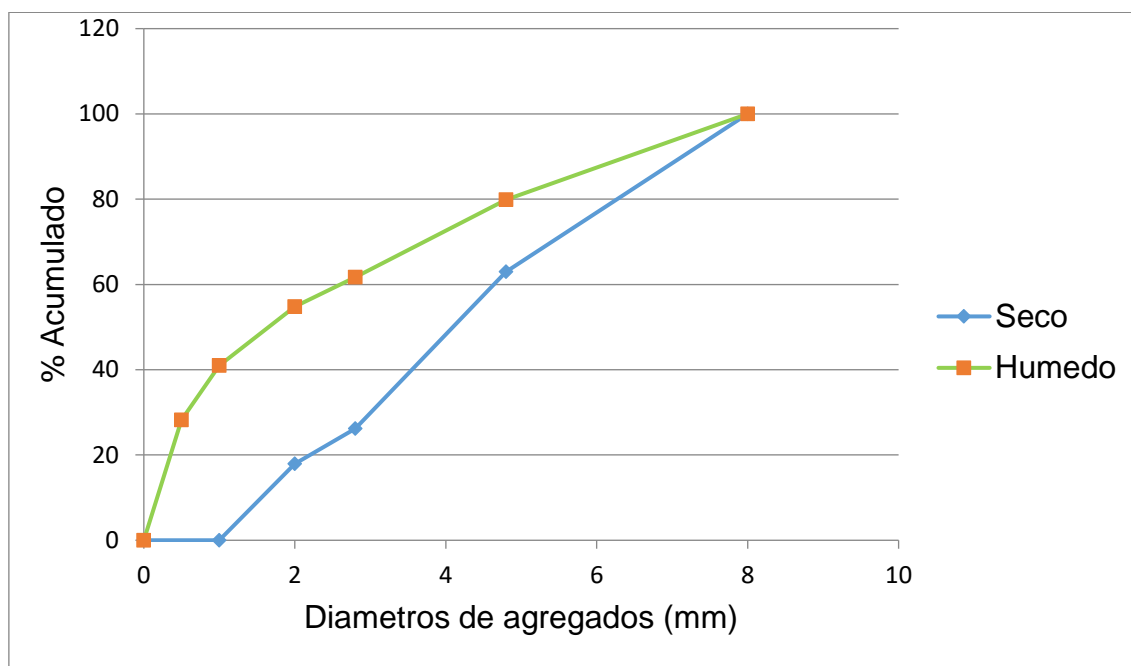


Figura 6. Estabilidad estructural del Suelo 1.

Curva de retención hídrica

Tabla 5. Curva de retención hídrica del Suelo 1.

Pf	0	1,0	1,8	2,5	4,2	4,5	7	Agua útil
Agua %	56,78	47,38	39,71	35,40	18,45	3,70	0	16,95

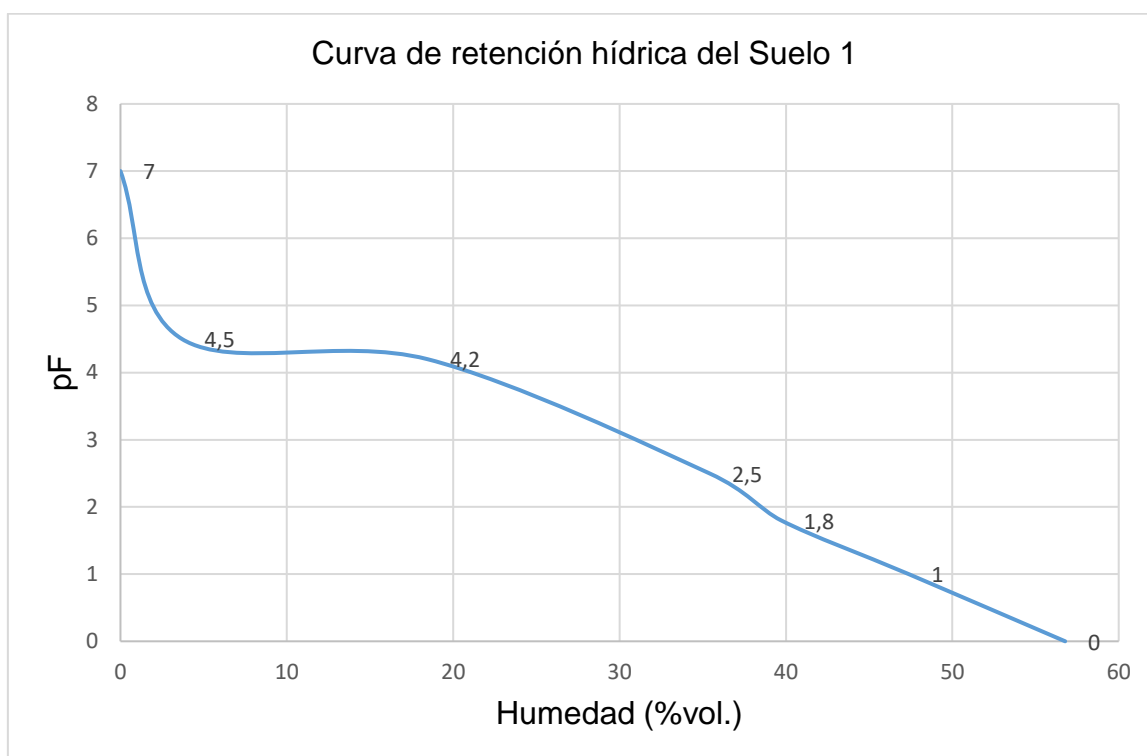


Figura 7. Curva de retención hídrica del Suelo 1.

Distribución del espacio poroso

Tabla 6. Distribución del espacio poroso del suelo 1.

Suelo	Porosidad total	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
1	56,78	17,07	4,31	16,95	14,75	3,70	43,22

- ❖ Macro poros > 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

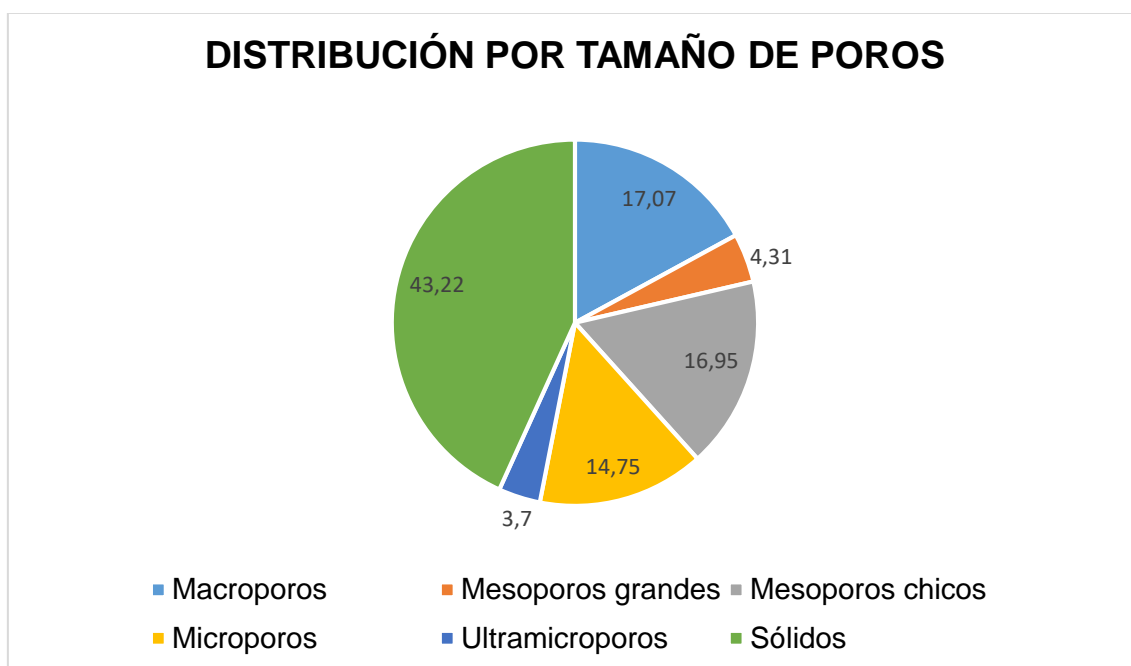


Figura 8. Distribución por tamaño de poros del Suelo 1.

Determinaciones químicas

Tabla 7. Determinaciones químicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	A3k	Bwk	Bck	Ck		
Profundidad	cm	0-6	6-21	21-42	42-60	60-75	75-95		
Materia orgánica	g kg ⁻¹	55,2	44,2	18,5	7,8	5,3	3,5		
Carbono orgánico		32,1	26,9	10,8	4,6	3,1	2,0		
Fósforo total	mg kg ⁻¹	791	762	627	536	580	589		
Fósforo orgánico		409,3	364,4	140,9	60,5	52,3	33,3		
Fósforo inorgánico		348	349	403	404	479	468		
Relación C/P	CO/PO	78	73	76	75	59	61		
Calcáreo	g kg ⁻¹	-	6,3	30,8	20,2	72,4	27,3		
pH (en suspensión 1:2,5)		8,2	8	8,3	8,3	8,1	8,1		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	9,4	-	-	-	-	
		Na ⁺		1,3	1,3	0,9	1,0	1,1	1,4
		K ⁺		3,8	2,3	1,6	2,5	1,6	1,7
	Suma de bases		14,5	-	-	-	-	-	
CIC		cmol _c kg ⁻¹	18,3	17,1	12,4	13,8	13,5	15	
Saturación de bases		%	91,2	-	-	-	-	-	
PSI			7,1	7,6	7,2	7,2	8,1	9,3	

Composición de sales solubles

Tabla 8. Composición de las sales solubles del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	A3k	Bwk	BCK	Ck		
Profundidad	cm	0-6	6-21	21-42	42-60	60-75	75-95		
Extracto de saturación	pH		8,1	7,9	7,7	8,3	7,9	8	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,73	0,75	0,75	0,64	0,62	0,64
	Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	3,3	3,2	2,9	2,4	2,5	2,5
		Na ⁺		3,9	3,9	4,1	4,2	3,8	3,8
		K ⁺		1,2	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3
		Suma		8,3	7,6	7,2	6,8	6,6	6,6
	Aniones	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	0,8	0,8	1,2	0,6	0,6	0,3
		Cl ⁻		1,0	2,8	1,9	1,3	1,1	1,3
		CO ₃ ⁻²		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		HCO ₃ ⁻²		6,1	5,5	6,2	5,2	4,0	3,7
Suma		7,9		9,1	9,3	7,1	5,7	5,3	
RAS		3,1	3,1	3,4	3,9	3,4	3,4		

Fertilidad química

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

pH (suspensión 1:2,5)		7,6
Materia orgánica	g kg⁻¹	53,0
Carbono orgánico		31,0
Nitrógeno total		2,8
Relación C / N		11,1
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	8
Potasio asimilable		875

Actividad biológica

Tabla 10. Respiración microbiana del Suelo 1.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
Ap	22	Óptima

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

Tabla 11. Rango de valores de actividad biológica.

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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 1

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

Como características diagnosticas el Suelo 1 presenta Epipedón Mólico.

Endopedones: cámbico y petrocálcico.

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

Hapludol Petrocalcico, franca gruesa, térmica (Soil Taxonomy, 2014)
--

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

El suelo clasifica como **Ilws**, siendo sus principales limitantes:

- e:** No presenta susceptibilidad a la erosión hídrica ni eólica. (I/II)
- w:** Drenaje: Moderadamente bien drenado (II)
- S:** Profundidad: 95 cm (petrocálcico), zona subhúmeda (II)
CRAD (mm/m) estimada: BUENA (I)

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

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

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

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

$$IP= (0,85*0,95*0,95*1*1*0,95*1*1*1*1) \times 100= \mathbf{73\% \text{ Muy Buena Productividad}}$$

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

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Suelo 1 evoluciona a partir de sedimentos loessicos. Según el análisis granulométrico, la textura es franca con un predominio de limo en todo el perfil con aproximadamente 462 g kg^{-1} . La fracción arcilla presenta valores entre 173 y 264 g kg^{-1} . En cuanto a la fracción arena el rango es de 201 a 326 g kg^{-1} , con marcado predominio de la arena muy fina.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como insatisfactoria. Esto podría atribuirse principalmente a las prácticas agronómicas realizadas. La densidad aparente fue de $1,06 \text{ Mg m}^{-3}$ y la porosidad total de $56,78\%$. Con respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil es de $16,95\%$ (v/v) indicando una buena capacidad de almacenamiento de agua. En la distribución de espacio poroso predominan los meso poros chicos y los microporos.

El contenido de materia orgánica en el horizonte superficial es elevado alcanzando los 55 g kg^{-1} . El contenido de fósforo total fue elevado a lo largo de todo el perfil sin embargo los valores de fósforo extraíble fueron muy bajos (8 mg kg^{-1}).

Los valores de CIC fueron moderados a altos rondando los $18,3 \text{ cmol kg}^{-1}$ acorde con la textura franca y el contenido de materia orgánica. El sodio intercambiable se mantiene con valores estables (menores de 15) en todo el perfil rondando entre $7,1$ y $9,3$.

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

En la muestra obtenida para la determinación de fertilidad química en la capa arable se encontraron valores altos de nitrógeno total ($2,8 \text{ g kg}^{-1}$) y carbono orgánico (31 g kg^{-1}), acorde a lo observado en la muestra del horizonte superficial del perfil.

Los procesos pedogenéticos presentes fueron: melanización, génesis de estructura, lavado, movilización y precipitación secundaria de CaCO_3 .

RESULTADOS

Suelo 2

Historia del lote

Siembra de Trigo por siembra directa (2016-2017)

Siembra de Soja de primera por siembra directa (2017-2018)

Siembra de Trigo por siembra directa (2018-2019)

Siembra de Verdeo - Maíz por siembra directa (2019-2020)

Siembra de Soja de primera por siembra directa (2020-2021)

FACTORES DE SITIO SUELO 2

Fecha de observación: 09/09/2019

Ubicación: Establecimiento Flor de Lis (Coronel Suarez)

37° 34' 12" Latitud Sur

62° 9' 25" Longitud Oeste

Altitud: 276 msnm (diferencia de altura +2 m)

Paisaje: Llanura surventanica oriental

Relieve: Valle medio del arroyo Curamalal.

Geo forma: Ladera.

Posición: Baja

Gradiente: 2 %, exposición N-NO.

Material Parental: Sedimentos loessoides.

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

Drenaje: moderadamente bien drenado

Uso de la tierra: Ganadero-agrícola

Vegetación: Verdeo de Trigo sobre rastrojo de Maíz.

Cobertura: Trigo implantado con siembra directa (30-40%)

Erosión: Se observó erosión hídrica laminar (presencia de rastrojo transportado por el agua).

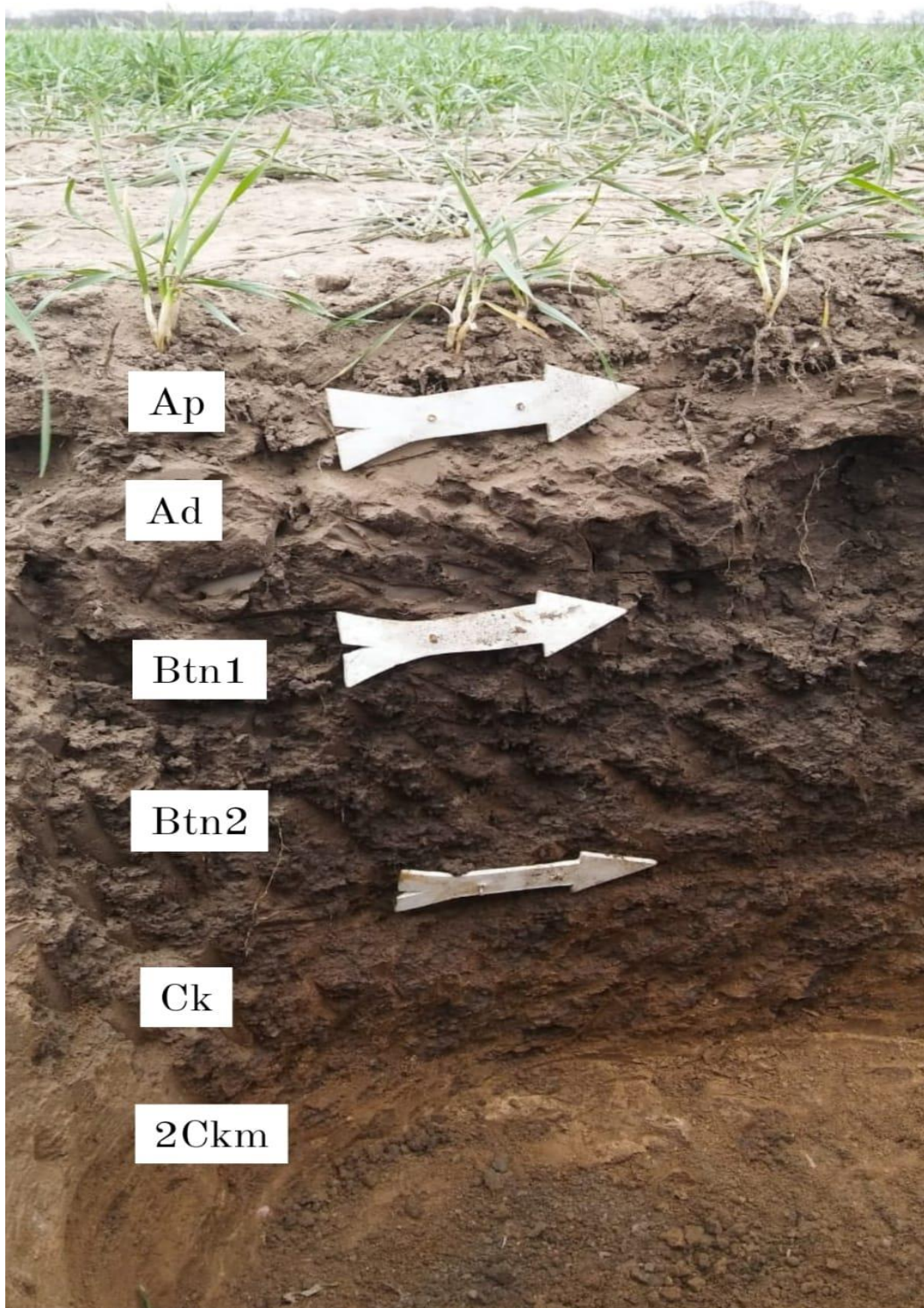


Figura 9. Perfil del Suelo 2.

MORFOLOGÍA DEL PERFIL 2

Tabla 13. Descripción morfológica del suelo 2.

Horizonte	Descripción
Ap 0-6 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); pardo en seco (10YR 5/3); franca; estructura granular media a fina moderadamente débil; poco consolidado; friable a firme; moderadamente húmedo, límite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10%; raíces escasas.
Ad 6-18 cm	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); pardo oscuro a pardo en seco (10 YR 4/3); franca; estructura masiva; muy consolidado; friable a firme; moderadamente húmedo; límite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10%; raíces muy escasas.
Btn1 18-37 cm	Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 4/2); pardo en seco (10 YR 5/3); arcillosa; estructura prismática fina a media moderada; consolidado; muy firme; moderadamente húmedo; límite claro y plano; no presenta reacción al HCl 10%; raíces escasas; formaciones especiales presencia muy abundante de barnices.
Btn2 37-54 cm	Pardo oscuro a pardo en húmedo (10 YR 4/3); pardo amarillento en seco (10 YR 5/4); franco arcilloso; estructura en bloques sub angulares medios finos moderados; consolidado; friable a firme; moderadamente húmedo; límite abrupto y ondulado; no presenta reacción al HCl 10%; raíces muy escasas; formaciones especiales concreciones finas escasas de CaCO ₃ , presencia abundante de barnices.
Ck 54-70 cm	Pardo en húmedo (10 YR 5/3); pardo amarillento claro en seco (10 YR 6/4); franco limoso; sin estructura; muy consolidado; friable a firme; moderadamente húmedo; límite abrupto y ondulado; ausencia de raíces; reacción al HCl 10% moderada.
2Ckm +70	Horizonte petrocálcico

Determinaciones físicas

Tabla 14. Determinaciones físicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	Btn1	Btn2	Ck
Profundidad	cm	0-6	6-18	18-37	37-54	54-70
Análisis granulometría	Arcilla	176	219	522	327	27
	Limo	457	468	301	453	550
	Arena muy fina	312	279	163	195	312
	Arena fina	45	30	13	23	53
	Arena media	4	2	1	2	14
	Arena gruesa	5	1	1	1	43
	Arena muy gruesa	2	1	0	0	1
Clase textural		F	F	a	Fa	Fl
Densidad aparente	Mg m⁻³	1,12	-	-	-	-
Densidad real		2,57	-	-	-	-
Porosidad total (*)	%	56,4	-	-	-	-
Humedad equivalente		23,56	24,51	43,65	37,46	26,34
Humedad higroscópica		2,05	2,32	4,52	5,30	4,83

(*) Porosidad total calculada por fórmula (dap y dr)

Estabilidad estructural

Tabla 15. Estabilidad estructural del Suelo 2.

Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
16,99	1,699	29,43	Insatisfactoria

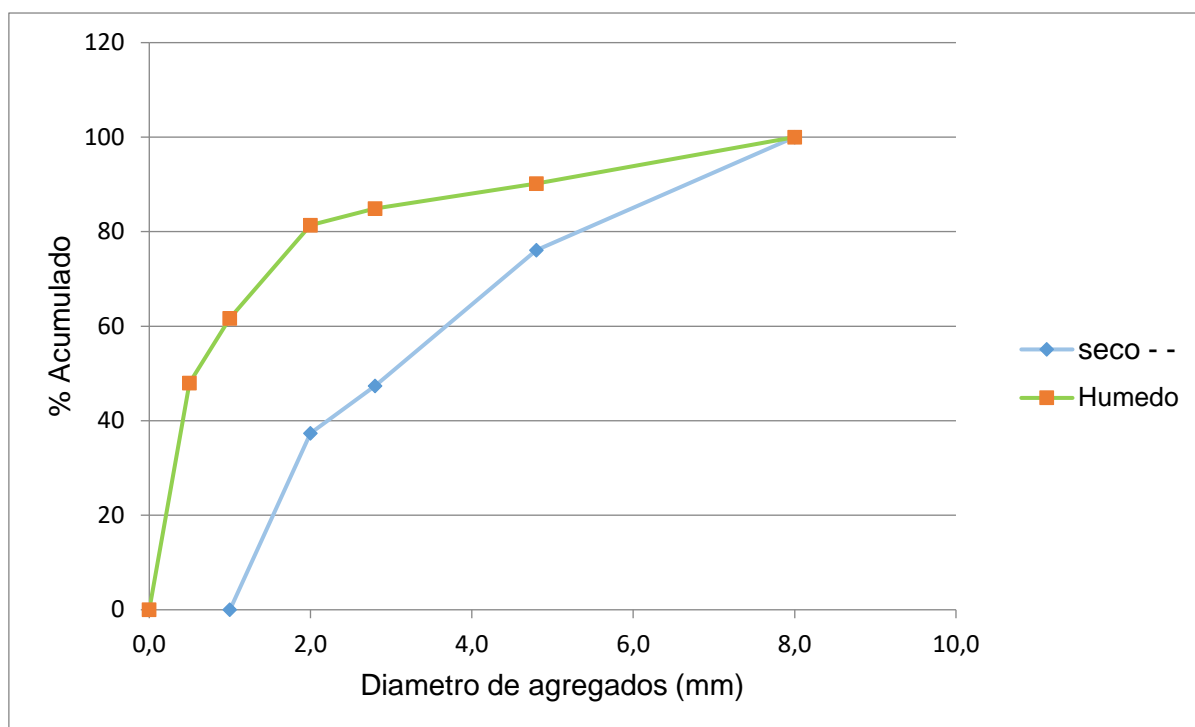


Figura 10. Estabilidad estructural del Suelo 2.

Retención hídrica

Tabla 16. Curva de retención hídrica del Suelo 2.

pF	0	1,0	1,8	2,5	4,2	4,5	7	Agua útil
Agua %	51,07	47,78	37,91	30,65	11,04	2,30	0	19,61

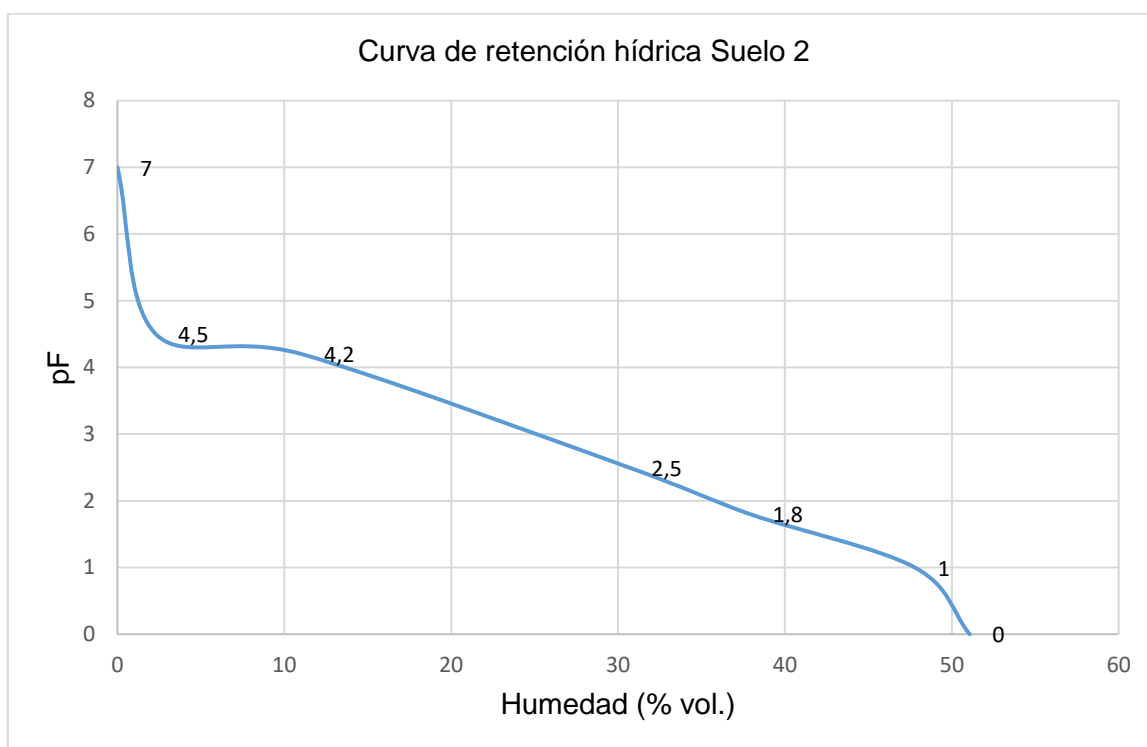


Figura 11. Curva de retención hídrica del Suelo 2.

Distribución del espacio poroso

Tabla 17. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

Suelo	Por Total	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
2	51,07	13,16	7,26	19,61	8,74	2,30	48,93

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

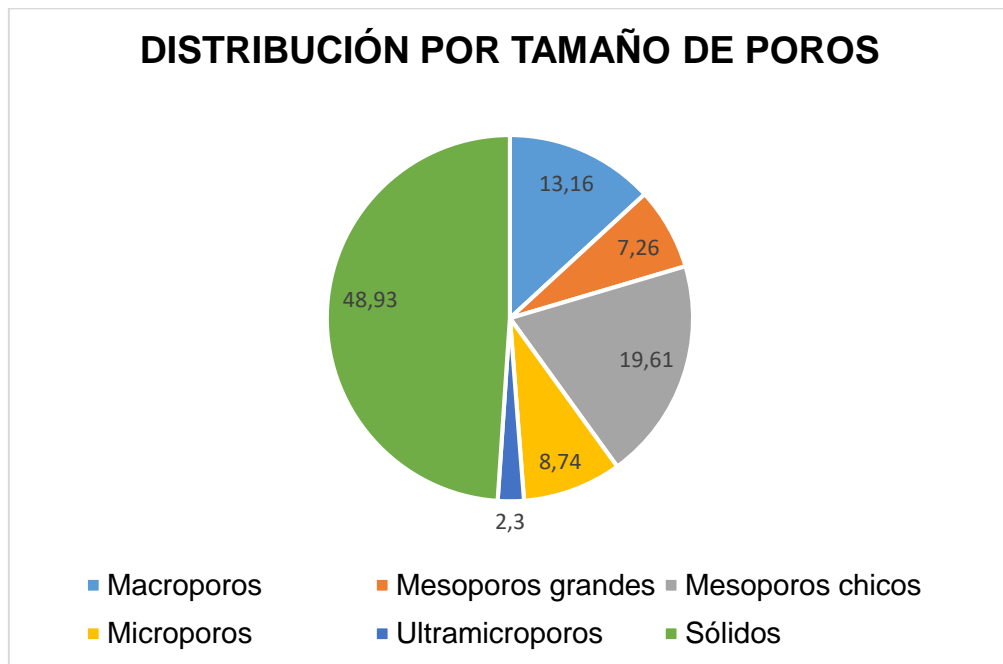


Figura 12. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

Determinaciones químicas

Tabla 18. Determinaciones químicas del Suelo 2.

Horizonte			Ap	Ad	Btn1	Btn2	Ck	
Profundidad	cm		0-6	6-18	18-37	37-54	54-70	
Materia orgánica	g kg ⁻¹		36,2	22,1	15,0	4,9	3,1	
Carbono orgánico			21,0	12,9	8,7	2,8	1,8	
Fósforo total	mg kg ⁻¹		816	739	694	612	592	
Fósforo orgánico			180,7	177,2	226,5	92,9	87,3	
Fósforo inorgánico			591,3	367,0	360,5	487,6	466,8	
Relación C/P	CO/PO		120	70	40	30	20	
Calcáreo	g kg ⁻¹		-	-	-	-	10,3	
pH (en suspensión 1:2,5)			6,5	7,3	8,1	8,8	8,8	
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	6,2	7,1	15,6	11,4	-
		Na ⁺		0,7	0,7	3,1	5,9	5,9
		K ⁺		3,0	1,8	3,2	3,7	3,5
	Suma de bases		9,9	9,6	21,9	21,0	-	
CIC		cmol _c kg ⁻¹	11,1	10,7	23,0	23,8	17,0	
Saturación de bases		%	89	89	95	88	-	
PSI			6,3	6,5	13	25	34	

Composición de sales solubles

Tabla 19. Composición de las sales solubles del Suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	Btn1	Btn2	Ck		
Espesor	cm	0-6	6-18	18-37	37-54	54-70		
Extracto de saturación	pH		6,7	7,5	8,6	8,2	8,3	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,85	1,05	1,78	2,10	2,00
	Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	2,1	2,9	2,5	3,1	2,4
		Na ⁺		4,0	5,2	12,2	21,1	20,0
		K ⁺		1,2	0,9	1,5	0,4	0,4
		Suma		7,2	9,0	16,2	24,6	22,8
	Aniones	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	2,8	2,9	3,1	4,1	5,1
		Cl ⁻		3,2	3,4	4,5	5,2	4,9
		CO ₃ ⁻²		0,0	0,0	1,9	0	0
		HCO ₃ ⁻²		1,25	5,3	7,9	8,5	7,7
		Suma		7,3	11,6	17,4	17,9	17,7
RAS			3,8	4,3	11,0	16,9	18,4	

Fertilidad química

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

pH (suelo: 1:2,5)		6,4
Materia orgánica	g kg⁻¹	25,0
Carbono orgánico		15,0
Nitrógeno total		1,4
Relación C / N		10,7
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	7
Potasio asimilable		553

Actividad biológica

Tabla 21. Respiración microbiana del Suelo 2.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
Ap	11	Moderadamente baja

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

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

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

CLASIFICACIÓN DEL SUELO 2

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

Como características diagnósticas el Suelo 2 presenta Epipedón Mólico.

Endopedones: nátrico, petrocálcico.

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

Natrudol Petrocálcico, franca fina, térmica
--

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

El suelo clasifica como **VIs**, siendo sus principales limitantes: La presencia de sodio.

e: Erosión hídrica, presenta signos de erosión hídrica laminar (I/II) baja susceptibilidad

w: Drenaje: Moderadamente bien drenado (II)

s: Profundidad: 70 cm (petrocálcico), zona subhúmeda (III)

CRAD (mm/m) estimada: BUENA (I)

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

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

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

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

IP= (0,85*0,9*0,6*1*0,8*0,95*1*0,3*1*0,95) x 100 = 10% Pobre productividad

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

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El Suelo 2 evoluciona a partir de sedimentos loessicos. 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 522 y 327 g kg⁻¹). La fracción limo se mantiene estable con valores cercanos a los 450 g kg⁻¹ con un incremento en la base del perfil. En cuanto a la fracción arena existe un marcado predominio de la arena muy fina.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como insatisfactoria. La densidad aparente fue de 1,12 Mg m⁻³ y la porosidad total de 51,0%. Con respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil es de 19,61% (v/v) indicando una buena capacidad de almacenamiento de agua. En la distribución de espacio poroso predominan los meso poros chicos y los macroporos.

El contenido de materia orgánica es moderado con un valor de 36,2 g kg⁻¹ en el horizonte superficial. El contenido de fósforo total es elevado en todo el perfil, sin embargo, el contenido de fósforo extraíble es bajo (7 mg kg⁻¹). Los valores de CIC fueron bajos en la superficie incrementándose en los horizontes sub superficiales con alto contenido de arcilla.

El sodio intercambiable aumenta bruscamente a partir de los 18 cm hasta la base del perfil, expresado en un horizonte Btn que clasifica como endopedón nátrico. En el análisis del extracto de saturación el pH aumenta en profundidad debido en parte al PSI (a partir de los 18 cm) siendo su principal limitante para el desarrollo de los cultivos.

En la muestra obtenida para la determinación de fertilidad química en la capa arable se encuentran valores moderados de nitrógeno total (1,4 g kg⁻¹) y de materia orgánica (25,0 g kg⁻¹).

Los procesos pedogenéticos presentes en el suelo fueron: melanización en el horizonte superficial y génesis de estructura en todos los horizontes, eluviación (horizonte A) e iluviación (horizonte B), sodificación, decalcificación (horizontes A y Btn), y calcificación en la base del perfil (Ck).

CALIDAD DE AGUAS

Tabla 24. Determinaciones analíticas en dos muestras de aguas.

Muestra		Molino	Arroyo	
ANIONES	pH	8,1	8,1	
	CE	dS m ⁻¹	0,69	0,63
	Cl ⁻	me L ⁻¹	0,9	0,7
	SO ₄ ⁻²		0,4	0,3
	CO ₃ ⁻²		0,0	0,0
	HCO ₃ ⁻¹		5,2	4,0
	Suma		6,5	5,0
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	2,6		4,5	
CATIONES	Na ⁺	3,6	1,9	
	K ⁺	0,1	0,1	
	Suma	6,4	6,5	
	RAS	3,2	1,3	
DUREZA	mg L ⁻¹	130	225	
Clasificación dureza		Moderadamente dura	Dura	

Clasificación del agua de acuerdo al contenido salino:

De acuerdo al contenido salino del agua del molino y del arroyo siendo su conductividad eléctrica $0,69 \text{ dS m}^{-1}$ y $0,63 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente clasifican como “*excelentes*” siendo aptas para todas las clases de ganado y aves de corral.

Clasificación del agua para consumo animal:

Según la clasificación del agua para consumo animal propuesta por Sager (2000), el agua del molino se clasifica como “*buena*”. La relación 1:0 por la cantidad de sales totales es deficiente, por lo que requiere de suplementación con minerales, en el caso de vacas de cría, la mezcla debiera tener mezcla mineral: sal (50:50) o mezclas comerciales con aproximadamente 50% de sal común.

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

Tanto el agua del molino como la del arroyo clasifican como C2-S1, lo cual indica un bajo contenido de sales y sodio. Es por eso que el agua califica como “*apta*” para riego en todos los casos, excepto en algunos suelos que tengan muy baja permeabilidad, como por ejemplo el Suelo 2. Además, se debe considerar que se pueden presentar problemas en cultivos muy sensibles al sodio.

CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se encuentran en un mismo lote dentro de la estancia "Flor de Lis" del partido de Coronel Suarez, en una geoforma de ladera baja. A través del estudio del Suelo 1 y Suelo 2 se pretenden establecer las causas que expliquen las diferencias de rendimientos en maíz y soja observados entre los sitios evaluados.

Las características morfológicas, propiedades físicas, químicas y biológicas de ambos perfiles presentaron claras diferencias.

El Suelo 1 fue clasificado como un Hapludol petrocálcico, franca gruesa térmica. Presenta un IP de 73% lo que refleja una muy buena productividad. Su mayor limitante está relacionada con la susceptibilidad a la erosión hídrica debido a la pendiente clasificando por su capacidad de uso como IIws.

El Suelo 2 clasificó como un Natrudol petrocálcico, franca fina térmica. Presenta un IP del 10% lo que refleja una pobre productividad. Su mayor limitante está relacionada con la presencia de sodio (elevado PSI) clasificando por su capacidad de uso como VIs.

La principal diferencia entre los dos suelos se encuentra en la morfología de los mismos. El Suelo 1 presenta una evolución moderada, con un epipedón mólico engrosado (A1-A2-A3) y un endopedón cámbico (Bw). La profundidad efectiva es de 95 cm. El Suelo 2 presenta mayor evolución, con un epipedón mólico menos desarrollado pero compactado (Ap-Ad) y un endopedón nátrico (Btn), de texturas muy finas con un elevado porcentaje de sodio intercambiable. Además, en el Suelo 2 la profundidad efectiva se reduce a 70 cm.

Es importante considerar que el contenido de materia orgánica es excelente 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.

Teniendo en cuenta lo comentado estimamos que el Suelo 1 es apto para la agricultura haciendo rotaciones, mientras que el Suelo 2 presenta mayor aptitud para la ganadería. Dada la reducida superficie del lote (17 ha), recomendamos para el sector del Suelo 2 realizar pasturas y verdeos en lugar de cultivos, ya que presenta elevado contenido de Na en sub-superficie que afectaría el rendimiento de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Fascículo 1. Acme. Buenos Aires.
- Conti M.E, Guiffre L 2016 Edafología, bases y aplicaciones ambientales argentinas. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.
- Riverside 1954. Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).
- 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. 525 pp.
- Salerno C, Laurent G, Alvarado M (2016). CALIDAD DE AGUAS. Aspectos microbiológicos, fisicoquímicos y medioambientales. Universidad Nacional Del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy 11thed. United States Department of Agriculture. Natural Resources 22 Conservation Service, Washington, DC.

Páginas web 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>

APÉNDICE

Determinaciones Físicas

Densidad real

Suelo	Horizonte	Peso pic + AD + suelo (g)	Peso pic + AD (g)	Promedio Densidad real g cm ⁻³
1	Ap	46,88	41,005	2,54
	Ap	47,155	41,08	
	Ap	45,015	38,93	
	Ap	45,43	39,50	
	Ap	46,51	40,65	
2	Ap	45,725	39,715	2,57
	Ap	48,21	42,095	
	Ap	44,72	38,78	
	Ap	46,495	40,375	
	Ap	47,075	41,025	

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

Peso pic + AD: peso picnómetro + agua destilada

Humedad Higroscópica (HH)

Suelo	Horizonte	P cv	Pc+ssa	P ssa	Pc + sse	P sse	HH (%)	Promedio HH (%)
1	Ap	24,29	52,51	28,22	51,57	27,28	3,45	3,48
		24,96	42,61	17,65	42,01	17,05	3,52	
	A2	23,35	42,09	18,74	41,45	18,10	3,54	3,56
		22,88	42,48	19,60	41,80	18,92	3,59	
	A3k	23,71	42,13	18,42	41,54	17,83	3,31	3,22
		24,13	42,23	18,10	41,68	17,55	3,13	
	Bwk	24,51	41,14	16,63	40,54	16,03	3,74	3,71
		24,09	41,90	17,81	41,27	17,18	3,67	
	BCK	23,72	42,55	18,83	42,02	18,30	2,90	2,96
		22,91	42,05	19,14	41,49	18,58	3,01	
Ck	24,51	42,18	17,67	41,60	17,09	3,39	3,44	
	24,07	42,50	18,43	41,88	17,81	3,48		
2	Ap	25,21	42,21	17,00	41,86	16,65	2,10	2,05
		23,15	42,59	19,44	42,21	19,06	1,99	
	Ad	24,61	42,39	17,78	41,99	17,38	2,30	2,32
		23,50	42,82	19,32	42,38	18,88	2,33	
	Btn1	23,35	42,50	19,15	41,67	18,32	4,53	4,52
		23,3	42,56	19,26	41,73	18,43	4,50	
	Btn2	25,30	42,58	17,28	41,72	16,42	5,24	5,30
		22,37	42,61	20,24	41,58	19,21	5,36	
	Ck	23,34	40,09	16,75	39,31	15,97	4,88	4,83
		22,93	39,14	16,21	38,40	15,47	4,78	

Pcv: peso cápsula vacía.

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

Pssa: peso suelo seco al aire.

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

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

H.H (%): Humedad Higroscópica.

Humedad Equivalente (HE)

Suelo	Horizonte	Pcv	Pcv+ssa	Pcv+sse	HE (%)	Promedio HE (%)
1	Ap	26,85	54,32	47,41	33,61	33,49
		24,96	48,58	42,67	33,37	
	A2	23,22	50,09	43,48	32,63	33,25
		23,44	48,38	42,07	33,87	
	A3k	22,46	44,02	39,00	30,35	30,22
		24,39	47,95	42,50	30,09	
	Bwk	23,56	47,48	42,18	28,46	28,53
		22,93	51,03	44,78	28,60	
	BCk	26,64	50,87	46,27	23,43	23,79
		23,87	50,55	45,36	24,15	
	Ck	24,67	46,11	41,62	26,49	26,74
		24,75	50,63	45,13	26,99	
2	Ap	23,76	49,17	44,32	23,59	23,56
		23,47	50,61	45,44	23,53	
	Ad	25,07	55,16	49,18	24,80	24,51
		23,27	51,53	46,02	24,22	
	Btn1	24,50	56,40	46,59	44,41	43,65
		24,09	53,07	44,37	42,90	
	Btn2	24,77	49,57	42,80	37,55	37,46
		21,70	44,08	37,99	37,38	
	Ck	22,73	43,61	39,27	26,24	26,34
		24,08	51,67	45,90	26,44	

Retención Hídrica (% v/v)

Suelo	pF 0	Promedio pF 0	pF 1	Promedio pF 1	pF 1,8	Promedio pF 1,8	pF 2,5	Promedio pF 2,5
1	60,49	56,78	45,89	47,38	39,77	39,71	35,54	35,40
	55,72		49,44		40,02		35,24	
	57,20		48,02		38,37		34,05	
	55,31		46,86		41,72		37,47	
	55,17		46,69		38,65		34,68	
2	52,28	51,07	49,88	47,78	37,71	37,91	28,07	30,65
	51,03		47,76		40,06		33,37	
	52,50		49,54		40,33		33,75	
	48,33		45,89		37,58		30,49	
	51,22		45,85		33,89		27,57	

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

Suelo	PT	Macro poros	Meso poros grandes	Meso poros chicos	Micro poros	Ultra micro poros	Sólidos
1	56,78	17,07	4,31	16,95	14,75	3,70	43,22
2	51,07	13,16	7,26	19,61	8,74	2,30	48,93

Estabilidad Estructural (EE)

Suelo 1

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	62,98	79,88
2,8	26,19	61,67
2,0	17,92	54,77
1,0	-	40,99
0,5	-	28,19
0,0	-	0

Sup (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
17,16	1,716	29,13	Insatisfactoria

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Suelo 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	76,1	90,2
2,8	47,4	84,9
2,0	37,4	81,4
1,0	-	61,7
0,5	-	48
0,0	-	0

Sup (cm ²)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
16,99	1,699	29,43	Insatisfactoria

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Determinaciones químicas

Fósforo total

Suelo	Horizonte	Absorbancia	mg P /L	mg P /kg
1	Ap	0,353	0,633	791,1
	A2	0,340	0,610	761,9
	A3k	0,280	0,502	627,5
	Bwk	0,239	0,428	535,6
	BCk	0,259	0,464	580,4
	Ck	0,263	0,471	589,4
2	Ap	0,364	0,653	815,7
	Ad	0,330	0,592	739,5
	Btn1	0,310	0,556	694,7
	Btn2	0,273	0,489	611,8
	Ck	0,264	0,473	591,6

Determinaciones de sales solubles

Sodio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
1	Ap (1:2,5)	118	3,89
	A2 (1:2,5)	119	3,92
	A3k (1:2,5)	126	4,15
	Bwk (SD)	320	4,22
	BCK (SD)	290	3,82
	Ck (SD)	290	3,82
2	Ap (SD)	300	3,96
	Ad (1:5)	79	5,21
	Btn1 (1:5)	185	12,20
	Btn2 (1:5)	320	21,10
	Ck (1:5)	304	20,04

Potasio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
1	Ap	133	1,2
	A2	55	0,5
	A3k	30	0,3
	Bwk	23	0,2
	BCK	34	0,3
	Ck	36	0,3
2	Ap	133	1,2
	Ad	8	0,9
	Btn1	14	1,5
	Btn2	10	0,4
	Ck	9	0,4

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Suelo	Horizonte	me/L Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
1	Ap	3,3
	A2	3,2
	A3k	2,9
	Bwk	2,4
	BCk	2,5
	Ck	2,5
2	Ap	2,1
	Ad	2,9
	Btn1	2,5
	Btn2	3,1
	Ck	2,4

Bicarbonatos

Suelo	Horizonte	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL alícuota	me HCO ₃ ⁻ /L
1	Ap	1,21	2	6,05
	A2	1,10	2	5,50
	A3k	1,24	2	6,18
	Bwk	1,03	2	5,15
	BCK	0,96	2	4,00
	Ck	1,03	2	3,75
2	Ap	0,25	2	1,25
	Ad	1,06	2	5,30
	Btn1	1,96	2	7,88
	Btn2	2,10	2	8,53
	Ck	2,06	2	7,70

Cloruros

Suelo	Horizonte	mL AgNO ₃ ⁻²	mL alícuota	me Cl ⁻ /L
1	Ap	0,42	2	1,04
	A2	1,11	2	2,78
	A3k	0,76	2	1,90
	Bwk	0,51	2	1,26
	BCK	0,44	2	1,09
	Ck	0,52	2	1,29
2	Ap	1,28	2	3,20
	Ad	1,35	2	3,38
	Btn1	1,82	2	4,54
	Btn2	2,08	2	5,20
	Ck	0,99	2	4,90

Sulfatos

Suelo	Horizonte	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² /L
1	Ap	0,159	0,76
	A2	0,170	0,81
	A3k	0,254	1,21
	Bwk	0,128	0,61
	BCK	0,130	0,62
	Ck	0,068	0,32
2	Ap	0,584	2,78
	Ad	0,605	2,89
	Btn1	0,323	3,08
	Btn2	0,428	4,08
	Ck	0,532	5,07

Determinaciones de fertilidad

Fósforo disponible

Suelo	Absorbancia	me P /L	mg P /kg
1	0,148	0,233	8
2	0,128	0,201	7

Potasio asimilable

Suelo	UE	me K ⁺ /L	mg K ⁺ /kg
1	277	87,456	875
2	175	55,252	553

Determinaciones en muestra de agua

Sodio

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
Molino	SD	274	3,61
Arroyo	SD	144	1,90

Potasio

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
Molino	SD	16	0,1
Arroyo	SD	13	0,1

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ / L
Molino	0,53	2,63
Arroyo	0,90	4,50

Bicarbonatos

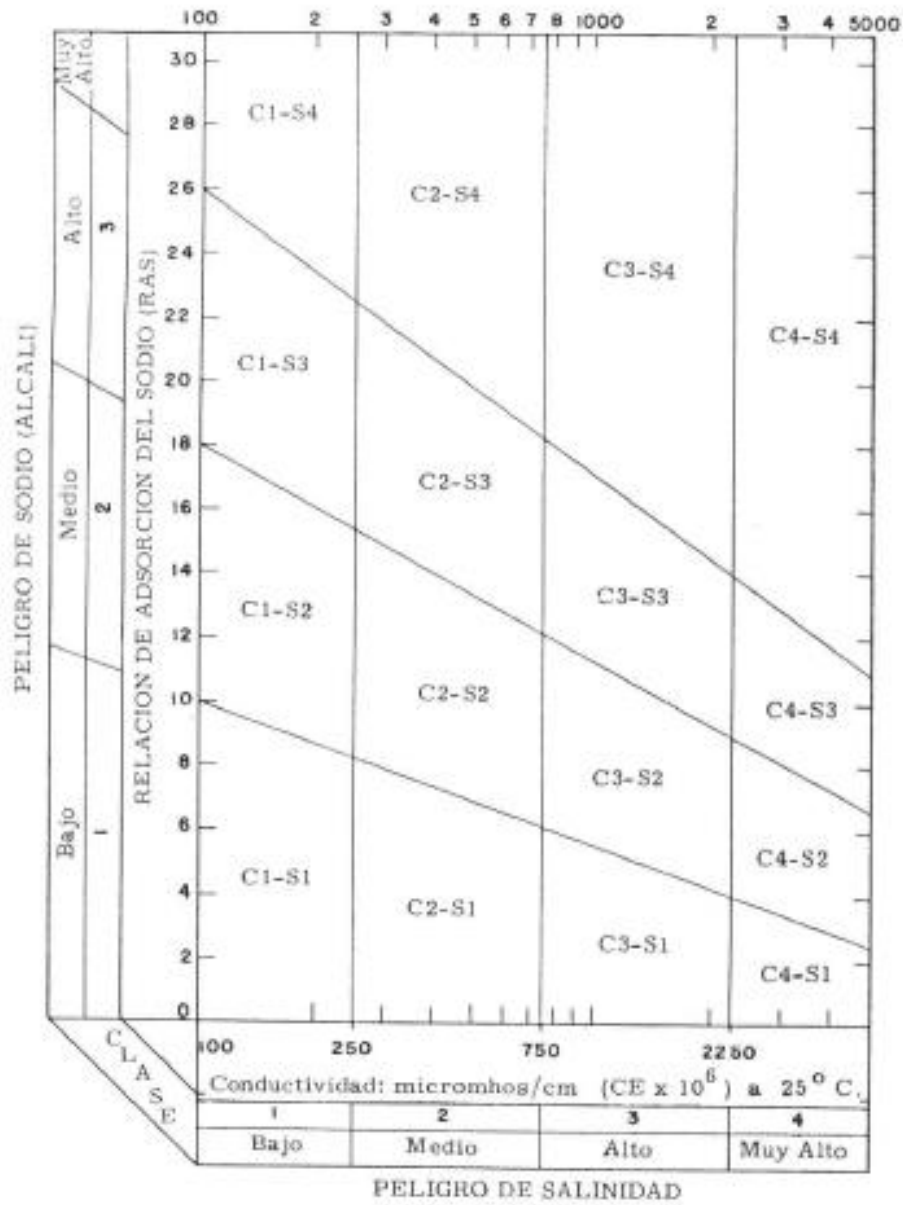
Muestra	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL de alícuota	me HCO ₃ ⁻¹ /L
Molino	1,35	2	5,23
Arroyo	1,12	2	4,00

Cloruros

Muestra	mL Ag NO ₃ ⁻²	mL de alícuota	me Cl ⁻ / L
Molino	0,37	2	0,92
Arroyo	0,29	2	0,73

Sulfatos

Muestra	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² / L
Molino	0,074	0,35
Arroyo	0,066	0,31



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

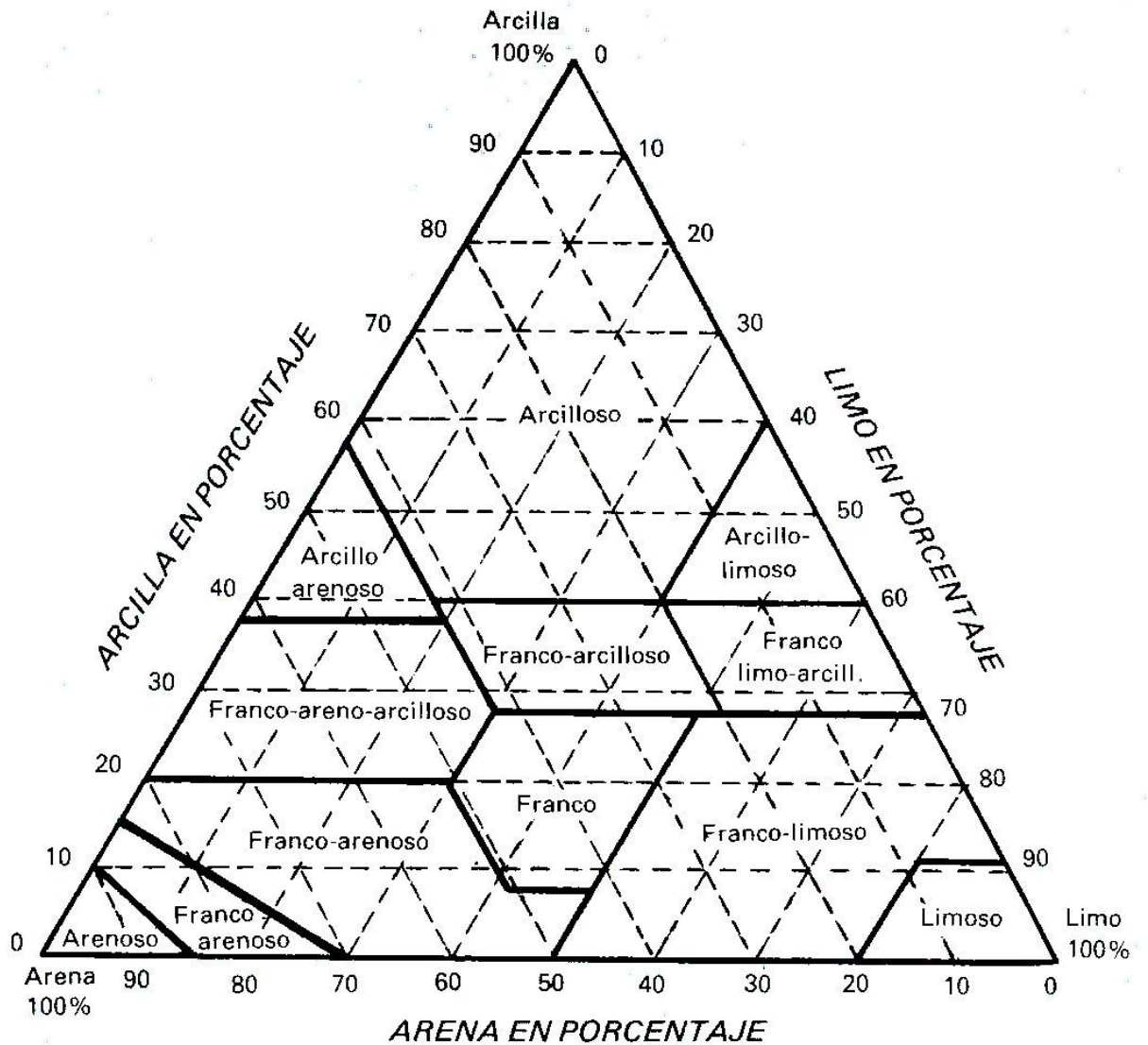


GRAFICO PARA LA DENOMINACION DE LOS SUELOS SEGUN LA TEXTURA