



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
TÉCNICO SUPERIOR AGRARIO EN SUELOS Y AGUAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**



Estudio de dos suelos bajo riego por gravedad en el predio San Adolfo (Dpto. Agronomía UNS)

TRABAJO FINAL

Zalacaín Juan Ignacio

Ortolano Germán

Bahía Blanca, diciembre de 2024

TRABAJO FINAL DE LA TECNICATURA SUPERIOR AGRARIA EN SUELOS Y AGUAS.

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TITULO DEL TRABAJO: Estudio de dos suelos bajo riego por gravedad en el predio San Adolfo UNS
(Hilario Ascasubi, Pdo. de Villarino)

ALUMNOS: ZALACAIN, JUAN IGNACIO
ORTOLANO, GERMAN

DOCENTE TUTOR: Dr. OSCAR BRAVO

DOCENTE CONSEJERA 1: Dra. LILIANA SUÑER

DOCENTE CONSEJERA 2: Mg. MARIANA BOUZA

Resumen: Se han estudiado dos perfiles de suelo pertenecen a un lote bajo riego por gravedad del predio San Adolfo-UNS, en la localidad de Hilario Ascasubi, Pdo. de Villarino. El paisaje corresponde a los niveles terrazados del Valle Inferior del Rio Colorado. Los resultados indican que los materiales parentales corresponden a una sucesión de sedimentos eólicos sobre aluviales, en un clima regional semiárido a árido, con estepa graminosa y arbustos o árboles xerófitos (monte) como vegetación originaria. El relieve medanoso fue modificado por nivelación, y se genera un régimen antrhácico (saturación por agua en los perfiles) por el sistema de riego (inundación). Estas condiciones dan origen a suelos con limitado desarrollo (A-AC-2C-3Cg) y saturación por agua en la base de los mismos. Ambos perfiles presentan drenaje deficiente y acumulación de sales y sodio, con mayores limitaciones en el suelo 2, ubicado en el pie de paño de riego. Los suelos se identificaron como Haplustol Anthracuico, franco fino térmico, fase moderadamente salina y levemente sódica para el suelo 1, mientras que el suelo 2 clasificó como Ustorthent Antharcuico, franco grueso, térmico, fase fuertemente salina y fuertemente sódica. El suelo 1 (cabecera) aumenta los niveles de sales y sodio en profundidad (perfil salino descendente). El suelo 2, presenta mucho mayores niveles de sales y sodio en superficie (perfil salino sódico ascendente), indicando un drenaje muy pobre. En ambos suelos la estabilidad estructural es inadecuada, el Índice de Productividad (IP) es muy bajo, (<5 %) y muy limitada capacidad de uso como tierras de secano (clases VII y VIII), siendo sus principales limitaciones la salinidad y sodicidad. Los aspectos comentados y las evaluaciones realizadas servirán para la selección de prácticas culturales que permitan aumentar la productividad y mejorar la sustentabilidad del recurso suelo.

PALABRAS CLAVE: Valle Inferior del Río Colorado-Suelos-Sales-Sodio

ÍNDICE

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN	4
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
2.1 UBICACIÓN	4
2.2 CLIMA	6
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL ÁREA	9
2.4 VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 TRABAJO DE CAMPO	12
3.2 TRABAJO DE LABORATORIO	13
3.2.1 Análisis físicos	13
3.2.2 Análisis químicos	19
3.2.3 Análisis microbiológico	22
4. RESULTADO	23
4.1 Suelo 1	23
4.1.1 Factores de sitio y descripción morfológica	23
4.1.2 Características físicas	26
4.1.3 Características químicas	28
4.1.4 Parámetros de fertilidad y actividad biológica	30
4.1.5 Interpretación de resultados de campo y laboratorio	32
4.1.6 Clasificación de los suelos	33
- Clasificación Taxonomía	33
- Clasificación por capacidad de uso	34
- Índice de productividad	35
4.2 Suelo 2	36
4.2.1 Factores de sitio y descripción morfológica	36
4.2.2 Características físicas	39
4.2.3 Características químicas	43
4.2.4 Parámetros de fertilidad y actividad biológica	45
4.2.5 Interpretación de resultados de campo y laboratorio	47
4.2.6 Clasificación de los suelos	48
- Clasificación Taxonomía	48
- Clasificación por capacidad de uso	49
- Índice de Productividad	50
4.3 CALIDAD DE AGUAS	51
5. CONCLUSIONES	53
6. BIBLIOGRAFÍA	55
APÉNDICE	

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo consistió en llevar a la práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera Técnico Superior en Suelos y Aguas el estudio comparativo de dos suelos analizando la morfología y variabilidad de suelos de uso agrícola-ganadero del predio San Adolfo perteneciente al Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur. El mismo se encuentra situado en el Valle inferior del Río Colorado, partido de Villarino, provincia de Buenos Aires

2. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN

El partido de Villarino está ubicado al sudoeste de la provincia de Buenos Aires con una superficie de 11.400 km², una población de 32.717 habitantes (INDEC, 2022) y una densidad de 2.1 hab./km². Limita al norte con los partidos de Puan, Tornquist y Bahía Blanca; al sur con Patagones (delimitado por el Río Colorado, límite norte de la Patagonia) y al este por el Océano Atlántico. Comprende las localidades de Médanos (cabecera del partido), Argerich, Algarrobo, Ombucta, Teniente Origone, Pedro Luro, Mayor Buratovich e Hilario Ascasubi. Esta última localidad se ubica en el km 794 de la Ruta Nacional N°3, al sur del Partido de Villarino a 91 km de la ciudad cabecera.

El Valle Inferior del Río Colorado constituye la principal zona de riego de la provincia de Buenos Aires y abarca parte de los partidos de Villarino y Patagones. Posee una superficie aproximada de 530.000 hectáreas de las cuales 137.500 están empadronadas bajo riego (CORFO, 2011). En 1960 se creó CORFO Río Colorado, asumiendo la función de manejo y distribución de las aguas. Ejerce un verdadero papel de fomento y desarrollo en la región, incorporando un importante paquete de maquinarias, no solo para un adecuado mantenimiento de la red de riego y drenaje, sino también para establecer áreas demostrativas tendientes a aumentar la eficiencia en la aplicación del riego. Uno de sus principales sustentos económicos proviene del sector hortícola, con gran énfasis en el cultivo de cebolla ya sea en su forma convencional o certificada. La región produce el 50% de la totalidad de la producción nacional de cebolla convencional. El sector apícola tiene un gran desarrollo

y cuenta con infraestructura técnica, productores especializados, tradición e historia en el tema. En la región se produce el 50% de la semilla de alfalfa nacional a pesar de que ecológicamente la región no presenta las mejores condiciones para esta actividad. Otras actividades importantes son la ganadería, producción de semillas de oleaginosas y cultivos alternativos. El establecimiento San Adolfo Del Dpto. Agronomía-UNS se ubica en las cercanías de Hilario Ascasubi (Figura 1). Cuenta con 179 ha dedicadas a la ganadería y agricultura bajo riego (trigo, cebada, maíz, girasol). Aproximadamente un 35 % del establecimiento se encuentra sistematizado para riego por gravedad. En la figura 1 se muestran los sitios de muestreo de ambos suelos.

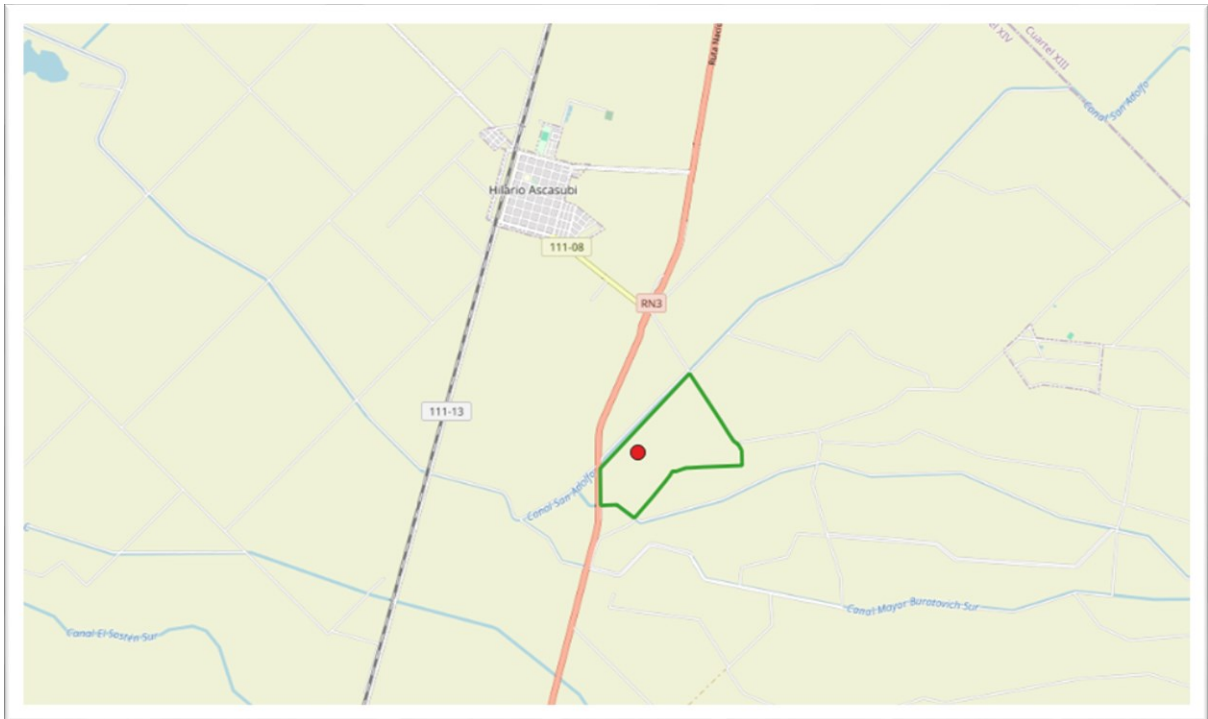


Figura 1. Ubicación del predio San Adolfo. En rojo, sitio de estudio de los suelos



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

2.2 CLIMA

El clima de esta región se caracteriza por un régimen semiárido templado con nulo o pequeño exceso de agua. Los valores medios de precipitaciones y temperaturas corresponden al período 1990-2020 y los datos de temperaturas y precipitaciones extremas a la serie 1968-2021 de la misma estación. La Figura 3 resume las estadísticas de temperatura y precipitación. Pueden observarse valores medios de precipitación mensual más elevados en el mes de marzo, dónde se alcanzaron los 61,4 mm, seguido por febrero con 53,6 mm, mientras que los más bajos son en invierno, por debajo de los 30 mm y el mínimo se da en el mes de julio con 21,3 mm. El mes con mayor temperatura media es enero, con una máxima media de 27,9°C, mientras que el de promedio más frío es julio, con una temperatura mínima media de 1,5°C. Dicha características fue realizada en base a los datos obtenidos de la estación meteorología de Hilario Ascasubi EEA INTA.

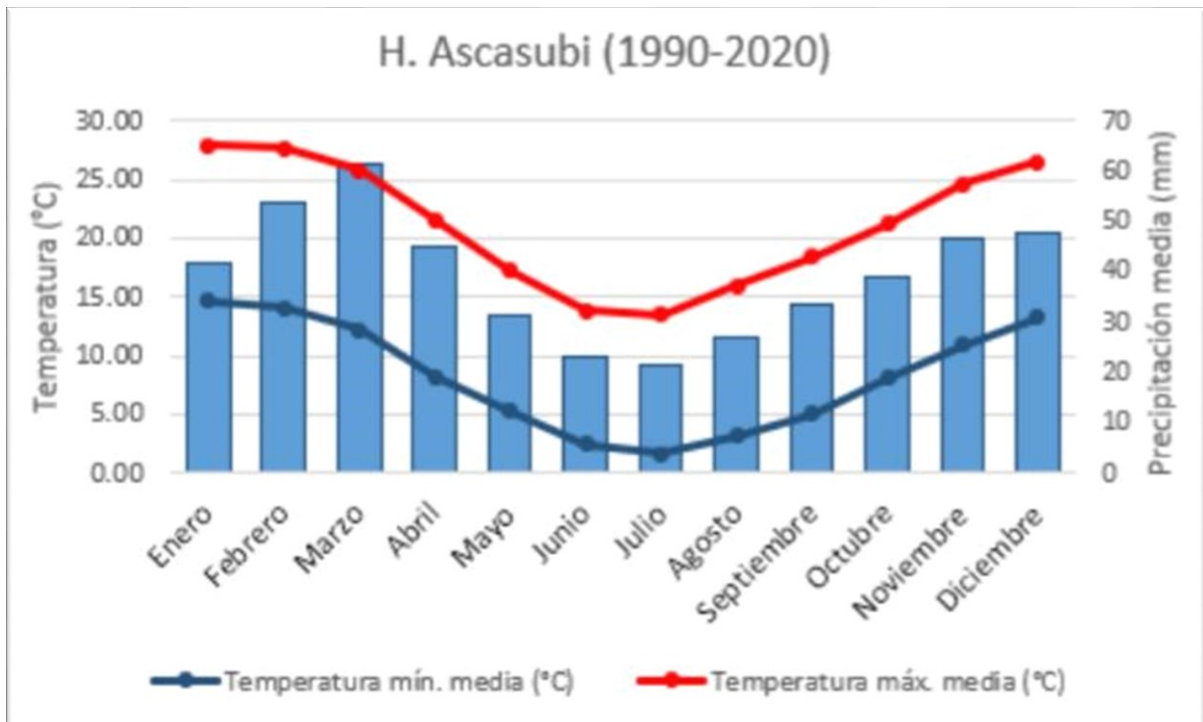


Figura 3 : Valores medios mensuales de temperatura y precipitación en H. Ascasubi

Para la estación meteorológica de la EEA Hilario Ascasubi la velocidad media anual del viento a 2 metros de la superficie del suelo es de 9.9 km/h, que indica un régimen de vientos suaves , con un máximo en diciembre (10.7 km/h) y un mínimo en mayo (8.6 km/h). Para la misma estación meteorológica la velocidad del viento tomada a 10 metros de altura registra un valor medio anual de 12.4 km/h con máximas en diciembre (13.5 km/h) y mínimas en mayo (10.7 km/h) (Figura 4).

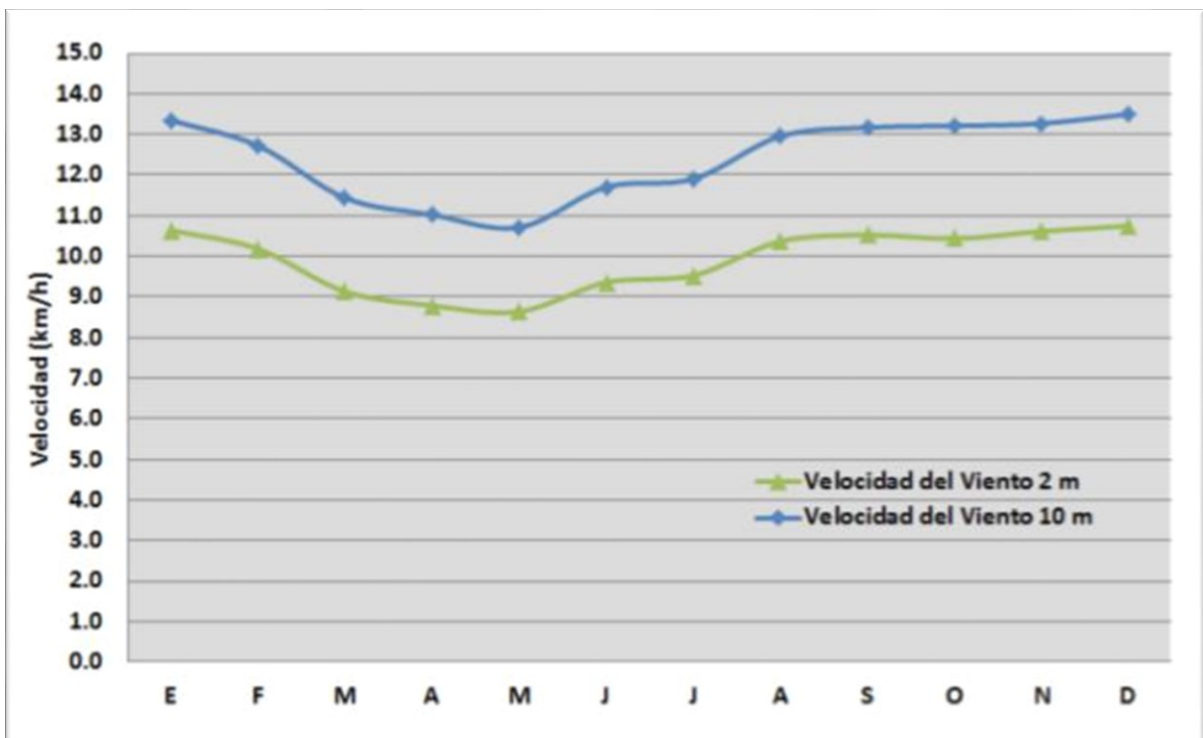


Figura 4 . Velocidad de viento media mensual a 2 y 10 de altura (km/h). EEA INTA Hilario Ascasubi 1968/2017

Los meses de junio, julio y agosto son los de mayor frecuencia de heladas, con una media anual de 34 días. Las heladas que se registran en invierno son las menos dañinas, siendo las más perjudiciales para los cultivos las heladas tardías.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL ÁREA

En sentido general, el área se caracteriza por el predominio de planicies bajas de gran continuidad en el norte, pero que hacia el sur se escalonan según edad y altitud decreciente. El macro relieve está controlado por la estructura geológica y sobre él se imprime un modelado que evidencia la intervención de acciones eólicas, fluviales y litorales iniciadas durante el Plioceno y culminadas en el plioceno tardío holoceno con el depósito de sedimentos eólicos que pertenecen a la Formación Estancia La Aurora (Fidalgo et. Al., 1987).

En lo referido a los materiales originarios de los suelos de la región, el mapa geológico de la Provincia de Buenos Aires (Fidalgo, 1999) muestra el tipo y distribución de los depósitos sedimentarios que se observan en la Figura 5, entre ellos el asentamiento de arenas eólicas, las cuales se hallan en los dos sitios de estudio. Estos depósitos corresponden a arenas de tamaño medianas a finas con una fracción limosa subordinada, de color castaño grisáceo a gris, macizos a estratificados, adoptando la forma de mantos o cuerpos medanosos.

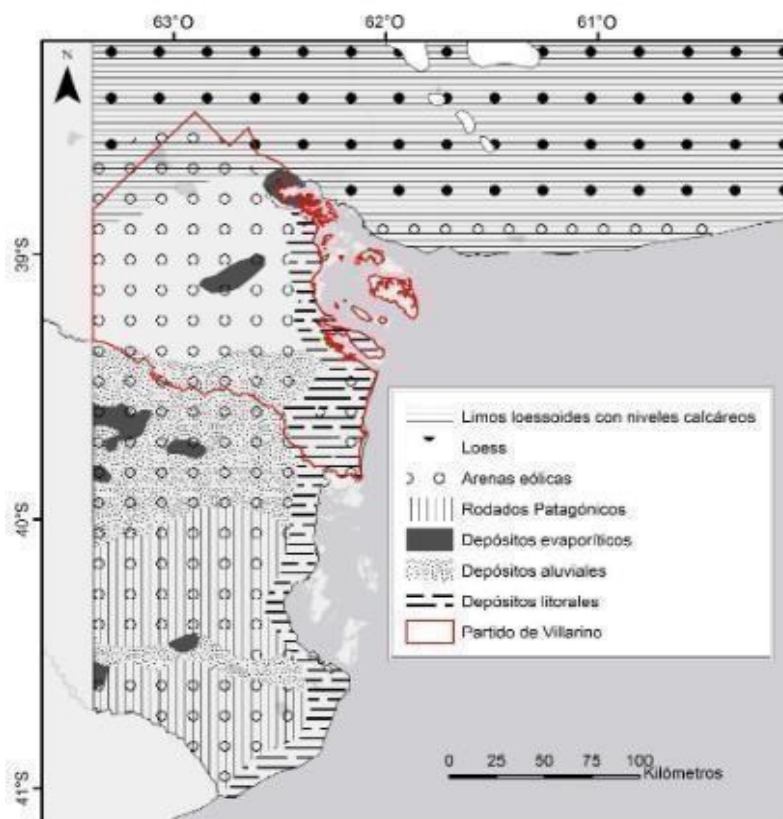


Figura 5. Mapa geológico del sudoeste de la provincia de Buenos Aires. (Modificación, Fidalgo, 1999. Fuente: Mapa de Suelos del Pdo. de Villarino)

2.4 VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA

El partido de Villarino, en referencia a su fitogeografía, está ubicado dentro de la provincia del Espinal, distrito del Caldén (Figura 3, Cabrera, 1951). La vegetación es de tipo xerófila; fisonómicamente se corresponde con un matorral abierto de tipo achaparrado con arbustos entre los cuales se desarrolla una estepa herbácea de escasa cobertura con predominio de gramíneas bajas. Las especies leñosas más encontradas son: *Larrea divaricata* (Jarilla), cuya distribución es bastante uniforme prefiriendo los suelos de textura suelta; *Geoffroea decorticans* (Chañar), estos forman isletas a veces muy cerradas; *Condalia microphylla* (Piquillín), es abundante en el sur de la región y más escaso al norte; *Prosopis alpataco* (Alpataco), *Lycium chilense* (Piquillín de víbora), que es ramoneado por el ganado, y hay algunas otras formas arbustivas compuestas por *Prosopis caldenia* (Caldén) y *Prosopis flexuosa* (Algarrobo).

El estrato herbáceo es predominantemente gramíneo y las especies más comunes son: *Bromus brevis* (Cebadilla pampeana); *Stipa tenuis* (Flechilla fina); *Stipa clarazii* (Flechilla grande); *Piptochaetium napostaense* (Flechilla negra); *Poa lanuginosa* (Pasto hilo), todas muy buenas forrajeras naturales. También se encuentran *Stipa ambigua* (Paja vizcachera); *Stipa tenuissima* y *Stipa trichotoma* (Pasto puna), especies de bajo valor forrajero y poco preferidas por el ganado para su alimentación. Además, es frecuente encontrar dicotiledóneas como *Medicago minima* (Trébol carretilla); *Erodium cicutarium* (Alfilerillo); *Plantago patagónica* (Peludilla); *Baccharis ulicina* (Yerba de la oveja); *Solanum elaeagnifolium* (Revienta caballos); *Baccharis gilliesii* (Seca tierra), entre otras.

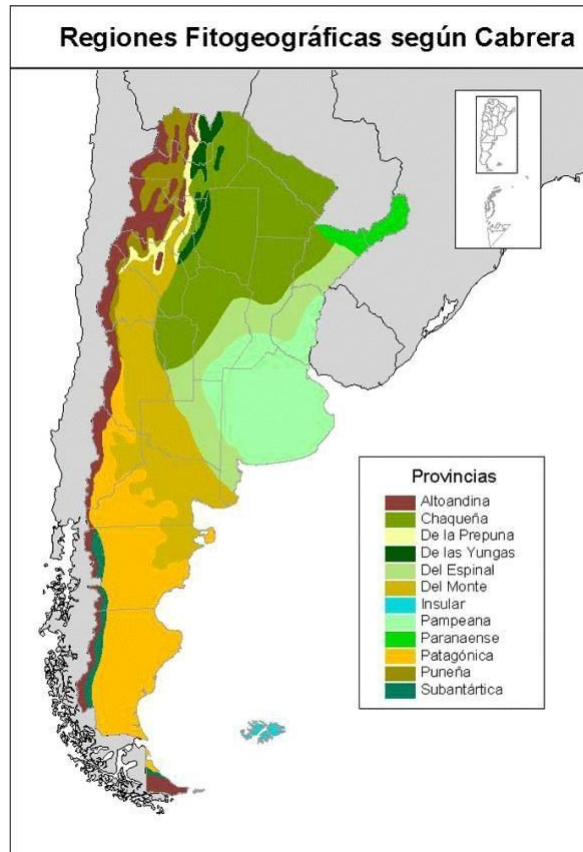


Figura 6. Regiones fitogeográficas argentinas (Cabrera, 1951)

El uso del suelo está destinado exclusivamente a la explotación agrícola-ganadera, que se torna la actividad fundamental. La agricultura en secano presenta cultivos preponderantes de cereales y pasturas. En la zona de riego se reconocen dos variantes: el riego por gravedad, en la zona aluvial del río Colorado, que origina un sector destinado principalmente a cultivos hortícolas, aunque se dan como alternativas frecuentes cereales y pasturas, y el riego por bombeo de agua subterránea que se realiza en las inmediaciones de la localidad de Médanos, que hace posible el cultivo intensivo de ajo, en un área muy reducida. Las tierras de escasa aptitud, arenales y litorales, están destinadas a un uso pecuario creciente.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 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 el lote 12 del predio San Adolfo-UNS. El lote fue recientemente nivelado y en la fecha del estudio presentaba un cultivo de Moha (*Setaria Itálica*). Los 2 suelos se ubican en un mismo paño o tablón de riego de 1,5 ha. El perfil 1 (P1) se ubicó en la cabecera del paño mientras que el perfil 2 (P2) corresponde al pie de paño (cercano al drenaje) a una cota levemente inferior (pendiente de riego gravitacional de 0,07 %).

Primero se describieron los factores de sitio y la morfología de los dos perfiles y luego se tomaron 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, las cuales se mantuvieron refrigeradas hasta el momento de las determinaciones.

Asimismo, se tomaron para su caracterización dos muestras de agua. Una muestra de agua de riego correspondiente al canal San Adolfo. La otra muestra de agua se tomó de un tanque australiano del establecimiento destinado para consumo animal.

3.2 TRABAJO DE LABORATORIO

3.2.1 Análisis físico

- Análisis granulométrico – método de la pipeta de Robinson

Consta de los siguientes pasos:

- Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada 130 volúmenes (diluída al 50%).
- Destrucción de carbonatos con 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 IDEM, 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:

$$\delta_r: \frac{(P2-P1)}{[(P4-P1)-((P3-P1)-(P2-P1))]} \times \delta_w$$

Donde:

δ_r = densidad real.

δ_w = densidad del agua corregida por temperatura.

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

P1= peso del picnómetro vacío.

P3= peso del picnómetro lleno con suelo y agua.

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

- Humedad equivalente

Se coloca una muestra de suelo en las celdillas de la centrifuga aproximadamente hasta la mitad de su volumen. Se colocan en 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 cápsulas de aluminio y se secan en estufa a 105°C hasta peso constante. Por último, se calcula el porcentaje gravimétrico de humedad en base al peso del suelo seco a estufa.

- Humedad higroscópica

Se colocan las muestras de suelo seco al aire en cápsulas de aluminio, se pesan y se llevan a estufa a 105°C, hasta peso constante. La pérdida de peso experimentada representa la humedad higroscópica del suelo, eliminada por evaporación. 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 cm^3), 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).

$$\delta_{ap}: \frac{\text{Suelo seco a estufa}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Donde:

δ_{ap} : densidad aparente (Mg.m^{-3})

- **Curva de retención hídrica y distribución por tamaño de poros –
Método de Richars**

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 este 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) de los agregados 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). La gota de lluvia pueden ser obtenidas incrementando la superficie de flujo en el extremo de una bureta.
- 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 0,5mm).
- 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 Análisis químicos

- 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 complexométrica 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. Consistió 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 complexométrica de acuerdo a lo descripto.

- **Capacidad de intercambio catiónico**

Se satura el complejo de intercambio con acetato de sodio a pH 8,2, se lava con alcohol etílico el exceso de sodio hasta obtener una conductividad eléctrica menor a 50 micro 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 cmolc 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 HNO_3 y HCl en relación (10:3), previo calcinado de la muestra a 550°C durante 4 h. Se determina el fósforo presente, previa neutralización, mediante fotocolorimetría según en el Método de Murphy Riley (1962).

- **Fósforo orgánico e inorgánico - método de Saunders y Williams**

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

- **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.

3.2.3 Análisis microbiológico

La actividad respiratoria del suelo se determinó por el método de valoración de dióxido de carbono desprendido por la biomasa del suelo.

El método consistió 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:

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

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

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

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

4.RESULTADOS

4.1 SUELO 1

Historia del lote

A la fecha del análisis cultivo Moha (Marzo 2022)

Cultivo anterior avena- cebada (Año 2021)

Nivelación del terreno 2019.

Previo a nivelación: Campo Natural 10 años,
pastoreo ocasional

4.1.1 Factores de sitio y descripción morfológica

Fecha de observación: 03/03/2022

Ubicación: Establecimiento San Adolfo (Hilario Ascasubi).

39° 24' 28" Latitud Sur.

62° 37' 52" Longitud Oeste.

Altitud: 14 msnm.

Paisaje: Valle inferior del Rio Colorado.

Terraza intermedia

Relieve: Plano-Normal (Lote nivelado).

Geoforma: Ladera

Posición: Cabecera de tablón

Gradiente: < 0,5% (Lote nivelado para riego por gravedad).

Material Parental: Sedimentos eólicos.

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

Drenaje: imperfectamente drenado.

Uso de la tierra: Ganadero-Agrícola.

Vegetación: Cultivo de Moha

Malezas: revienta caballo-gramilla-cardo ruso. Verdolaga.

Cobertura: 90%.

Erosión: No se observa erosión eólica actual. Moderada susceptibilidad a la misma

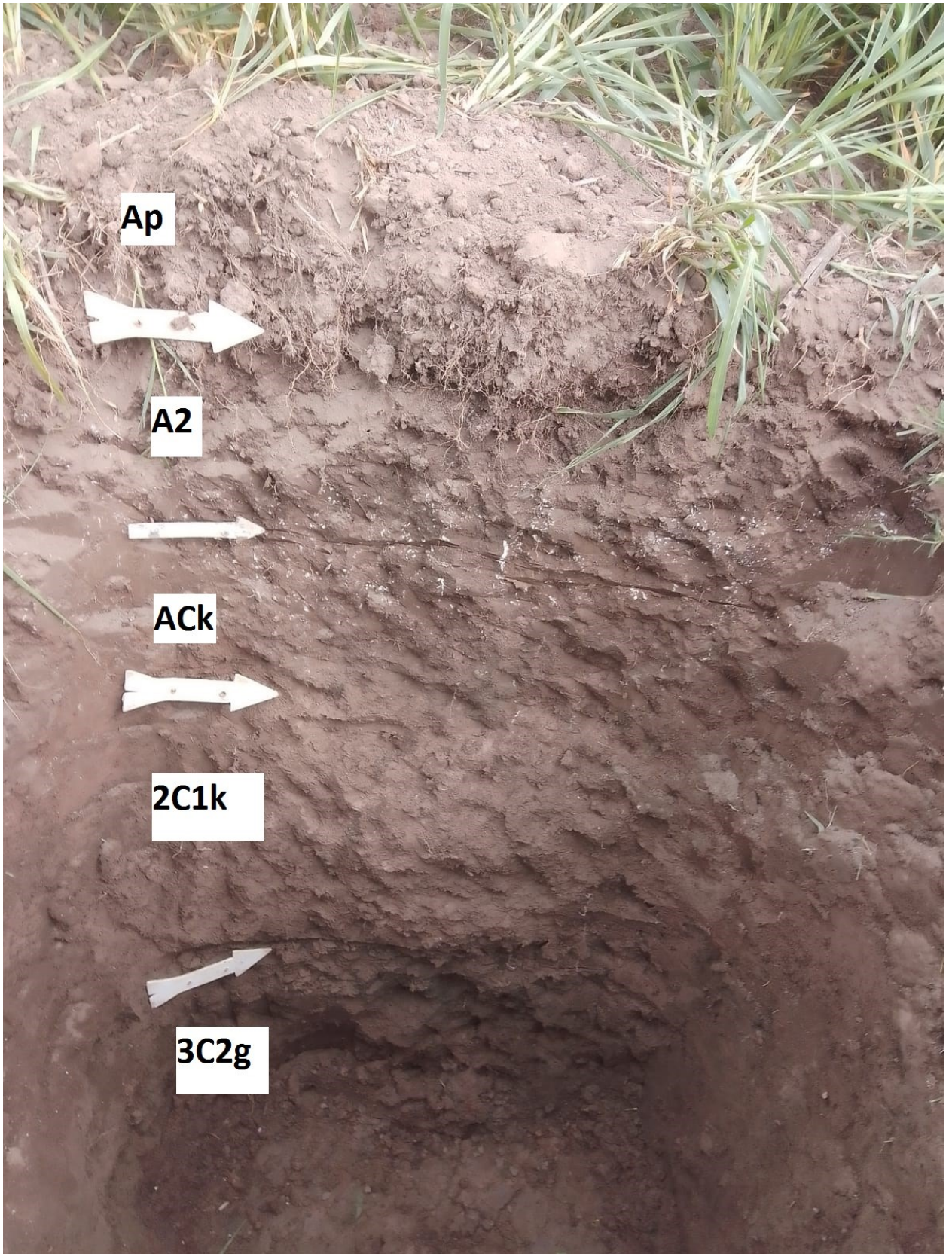


Figura 7. Perfil del Suelo 1.

Tabla 2. Descripción morfológica del Suelo 1.

Horizonte	Descripción
<p>Ap 15 cm</p>	<p>Negro en húmedo (10YR 4/2); pardo grisáceo muy oscuro en seco (10 YR 6/2); franca; bloques sub angulares, medio, moderado; moderadamente húmedo; poco consolidado; friable a firme; plástico y adhesivo; raíces comunes; sin reacción al HCl 10%. Comunes concreciones de yeso. Límite claro y plano.</p>
<p>A2 15-34 cm</p>	<p>Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10YR 3/2); pardo grisáceo en seco (10 YR 6/2); franco; bloques sub angulares, medios finos, moderados; húmedo: consolidado; friable a firme; plástico y adhesivo; raíces escasas; sin reacción al HCl 10%. Abundantes concreciones de yeso. límite abrupto y plano.</p>
<p>ACK 34-55 cm</p>	<p>Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/1); pardo en seco (10 YR 5/2); franco; bloques sub angulares, medios finos, moderados; húmedo, consolidado; muy friable; plástico y adhesivo; raíces muy escasas; fuerte reacción al HCl 10%; límite claro y plano.</p>
<p>2Ck 55-93 cm</p>	<p>Pardo oscuro a pardo en húmedo (10 YR 5/1); pardo claro en seco (10 YR 7/2); franco limoso; bloques sub angulares, finos, débiles; húmedo, poco consolidado; friable a firme; plástico y adhesivo; raíces escasas; fuerte reacción al HCl 10%; límite claro y plano.</p>
<p>3Cg 93-130cm</p>	<p>Pardo grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo; pardo muy claro en seco (10 YR 8/2); franco arenosa; granular, media a fina, moderada; seco; poco consolidado; friable, lig. plástico y lig. adhesivo; raíces nulas; leve reacción al HCl 10%; comunes moteados de Fe y Mn, finos, débiles.</p>

4.1.2 Características físicas

Tabla 3. Determinaciones físicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	ACk	2Ck	3Cg
Profundidad	cm	0-15	15-34	34-55	55-93	93-130
Análisis granulometría	Arcilla	204	203	198	273	101
	Limo	278	280	334	506	304
	Arena muy fina	158	181	157	90	187
	Arena fina	219	222	200	80	243
	Arena media	102	91	90	38	136
	Arena gruesa	31	20	16	10	20
	Arena muy gruesa	8	4	5	2	8
Clase textural		F-A	F-A	F-A	F-L	F-A
Densidad aparente	Mg m⁻³	0,95	-	-	-	-
Densidad real		2,56	-	-	-	-
Porosidad total (*)	%	63,2	-	-	-	-
Humedad equivalente		20,23	20,39	22,35	30,72	18,87
Humedad higroscópica		3,266	3,18	3,19	3,80	2,21

(*) Porosidad total calculada por fórmula (d_{ap} y d_r).

- **Estabilidad estructural**

Tabla 4. Estabilidad estructural del Suelo 1.

CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
1,875	26,66	Insatisfactoria

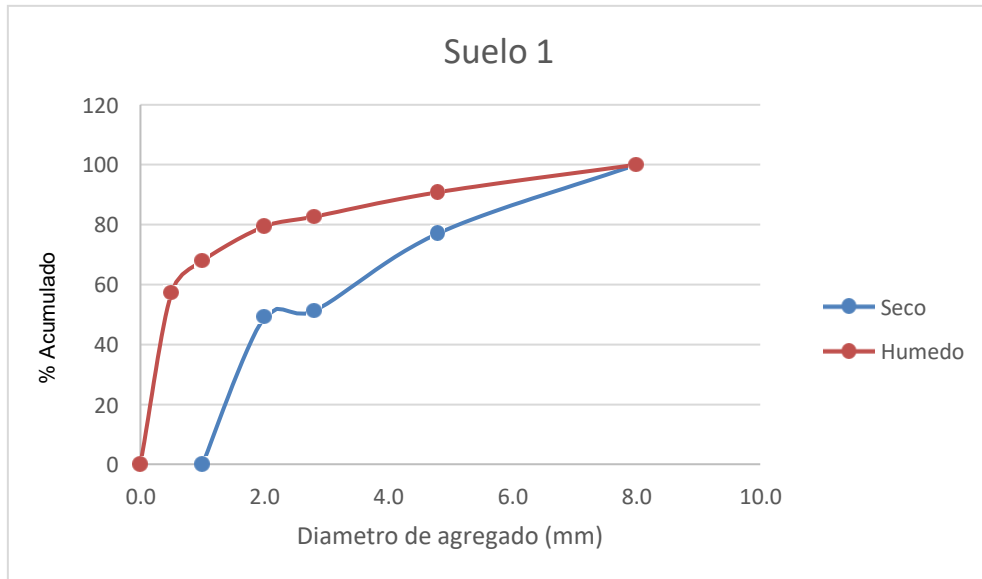


Figura 8. Estabilidad estructural del Suelo 1.

- **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 %	64,4	57,5	34,5	29,2	11,4	3,1	0	17,8

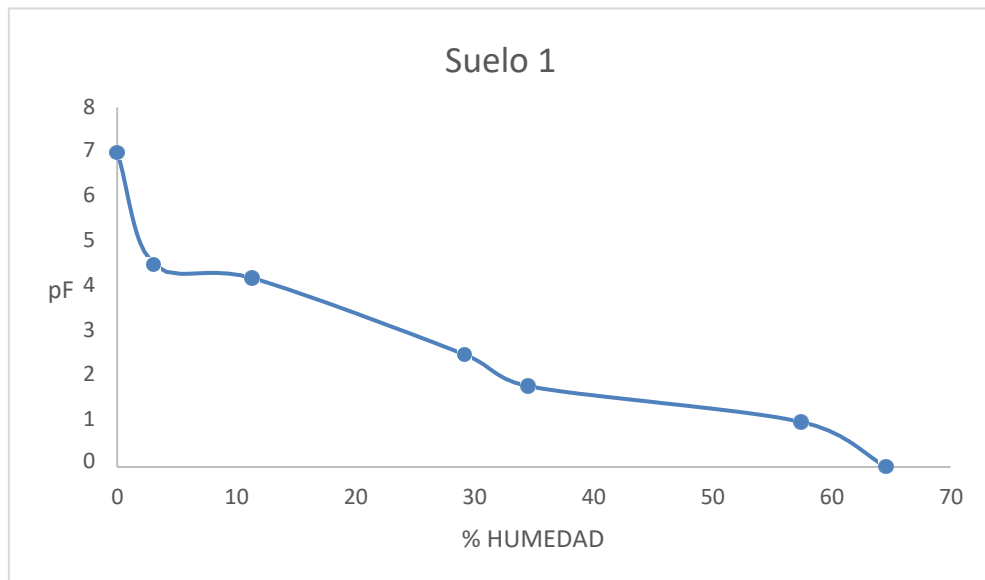


Figura 9. Curva de retención hídrica del Suelo 1.

- **Distribución del espacio poroso**

Tabla 6. Distribución del espacio poroso del suelo 1.

Suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultramicroporos	Solidos
1	64,4	30,2	5,3	17,8	8,3	3,1	35,4

- ❖ 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

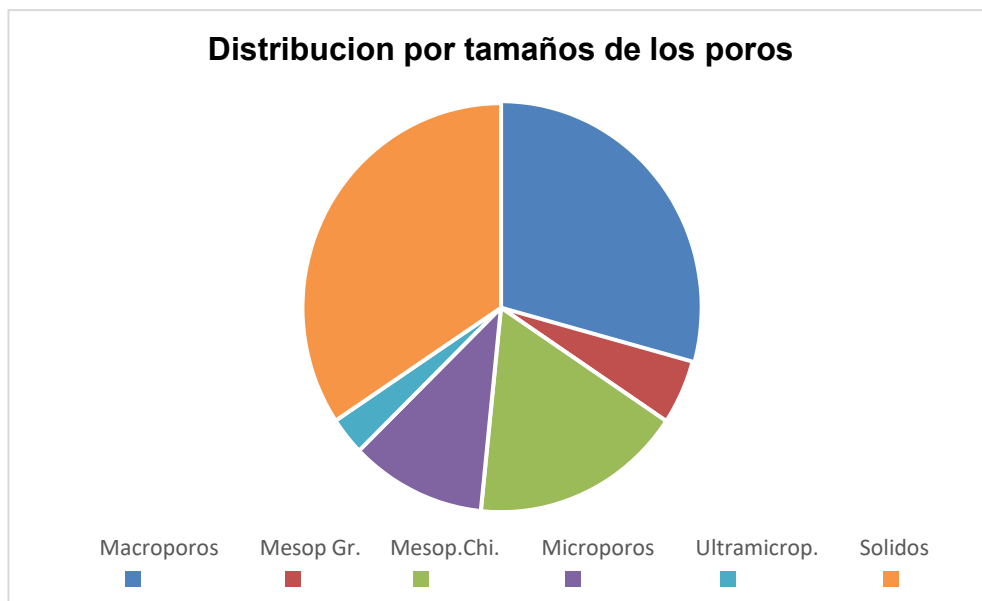


Figura 10. Distribución por tamaño de poros del Suelo 1.

4.1.3 Características químicas

Tabla 7. Determinaciones químicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	ACk	2Ck	3Cg		
Profundidad	cm	0-15	15-34	34-55	55-93	93-130		
Materia orgánica	g kg⁻¹	36	14	5,3	8,7	2,6		
Carbono orgánico		21	8	3	5	1,5		
Fósforo total	mg kg⁻¹	635	622	747	805	476		
Fósforo orgánico		78	48	30	23	16		
Fósforo inorgánico		488	466	572	559	432		
Relación C/P	CO/PO	269	166	100	217	93		
Calcáreo	g kg⁻¹	-	-	45	32	13		
pH (en suspensión 1:2,5)		7,9	8,4	8,7	8,7	8,4		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	cmolc kg⁻¹	-	-	-		
		Na⁺		2,3	3,2	3,4	4,1	4,4
		K⁺		2,89	3,11	3,42	2,88	1,11
	Suma de bases		-	-	-	-	-	
	CIC		cmol_c kg⁻¹	16,2	14,8	15,35	17,22	9,92
Saturación de bases		%	-	-	-	-	-	
PSI			14,3	21,6	22,1	23,8	44,4	

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

Horizonte		Ap	A2	ACk	2Ck	3Cg		
Profundidad	cm	0-15	15-34	34-55	55-93	93-130		
Extracto de saturación	pH		8,1	8,2	8,2	8,2	8,2	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	8,6	13,42	11,71	8,75	6,39
	Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	50,2	59,61	44,52	38,64	32,93
		Na ⁺		44,6	86,01	80,05	66,3	49,0
		K ⁺		2,2	2,3	2,1	1,6	0,7
		Suma		97	147,9	126,6	101,5	82,6
	Aniones	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	50,1	75,8	75,5	67,4	52,6
		Cl ⁻		42,2	61,25	42,4	29,3	24,05
		CO ₃ ⁻²		0	0	0	0	0
		HCO ₃ ⁻²		2,60	2,35	2,55	3,80	1,95
		Suma		94,9	139,3	120,4	100,5	78,5
RAS			9	16	17	15	12	

4.1.4 Parámetro de fertilidad y actividad biológica

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

Materia orgánica	g kg⁻¹	29
Carbono orgánico		17
Nitrógeno total		1,6
Relación C / N		10,6
Fósforo extraíble	mg kg⁻¹	14,24
Potasio asimilable		932

Tabla 10. Respiración microbiana del Suelo 1.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹	Clasificación
Ap	12,8	Moderadamente baja
A2	13,6	Moderadamente baja

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 dia ⁻¹	Clasificación
<5	Muy baja
5-10	Baja
10-15	Moderadamente baja
15-20	Moderada
20-25	Óptima
>25	Elevada

4.1.5 Interpretación de resultado de campo y laboratorio

El suelo 1 evoluciona a partir de sedimentos eólicos sobre materiales aluviales, con una profundidad efectiva de 130 cm.

La clase textural del perfil 1, en los tres primeros horizontes presenta una textura Franco arenoso, que predominan las fracciones de arenas finas (219 y 200 g kg⁻¹) y muy finas (158 y 157 g kg⁻¹). Luego le sigue un horizonte, con una textura Franco limosa y por último el horizonte 3C2g, con una textura Franco arenoso. La fracción arcilla presenta un rango entre 101 y 273 g kg⁻¹.

La densidad aparente fue de 0,95 Mg m⁻³, baja asociado al desarrollo radicular marcado de la Moha. Acerca de la distribución del espacio poroso, se distingue una mayor porosidad total 64,6 %, vinculada a una baja densidad aparente. En la distribución de espacio poroso predominan los macroporos (30%).

La densidad real del horizonte superficial se encuentra en el valor medio para suelos minerales.

Con respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil es de 17,8 % (v/v) indicando una buena capacidad de almacenamiento de agua.

La estabilidad estructural del horizonte Ap fue clasificada como insatisfactoria. Esto podría atribuirse principalmente a las prácticas agronómicas realizadas como corte y nivelación, así como a la presencia de Na desde la superficie (PSI=14). El contenido de materia orgánica es moderado con un valor de 36 g kg⁻¹ en el horizonte superficial y disminuyendo en forma irregular con la profundidad. Ello se debe a los diferentes materiales originarios, eólicos sobre aluviales. El contenido de fósforo total es moderado en todo el perfil.

Los valores de CIC fueron moderados hasta los 90 cm de profundidad y bajos a partir de allí. En los primeros centímetros la CIC es acorde con la textura y el contenido de materia orgánica.

El importante aumento del pH en cada horizonte está relacionado con la participación del sodio en el complejo de intercambio, lo que arroja un resultado alto de PSI.

La conductividad del extracto de saturación, se encuentra con valores superiores a los 4 dSm⁻¹, en todo el perfil y su mayor valor, se encuentra en la superficie. En la muestra obtenida para la determinación de fertilidad química de la capa arable, se encontraron valores moderados de nitrógeno total (1,6 g kg⁻¹), carbono orgánico (17 g kg⁻¹) y fósforo extraíble (14,24 mg.kg⁻¹). Pero con un alto contenido

de potasio asimilable 932 (mg kg⁻¹). El pH del extracto de saturación es similar en todos los horizontes con un valor promedio de 8,1, resultando moderadamente alcalino.

La actividad biológica del suelo fue moderadamente baja en los horizontes Ap (12,8 mg CO₂ 100g⁻¹ dia⁻¹) y A2 (13,6 mg CO₂ 100g⁻¹ dia⁻¹).

Procesos pedogenéticos:

Melanización: en los horizontes Ap, A2 y ACk.

Génesis de estructura: Se evidencia principalmente en los horizontes Ap, A2 y ACk.

Lavado de carbonatos en el horizonte Ap y A2.

Movilización y precipitación de CaCO₃, para los horizontes 2Ck y 3Cg.

Gleización:: Se evidencia moteados de Fe y Mg, en el horizonte 3Cg.

4.1.6 Clasificación del suelo 1

- Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022).

Como características diagnósticas el Suelo presenta Epipedón Mólico.

Endopedones : Sin presencia de endopedones.

El edafoclima regional es de régimen ústico-térmico.

Clasificando como:

Haplustol Anthrácuico, franco fino, térmico, fase moderadamente salina y levemente sódica

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

El suelo clasifica como VIIs, siendo sus principales limitantes:

Sub. Clase “e”

No hay susceptibilidad a la Erosión Eólica

Grado de estructura, Moderado (III)

Textura (arenas erodibles) , 48% (II)

No hay síntomas visibles de Erosión Eólico

No hay susceptibilidad a la Erosión Hídrica

No hay síntomas visibles de Erosión Hídrica

Sub. Clase “w”

Drenaje, imperfectamente drenados, (III)

Sub. Clase “s”

Prof. Del suelo (zonas húmedas) 130 cm , (I)

CRAD (mm/m) estimada: 103,38, Aceptable (II)

Salinidad (CE en dS/m), los horizontes A2 y AC presentan valores de CE muy severa (VI) y les siguen valores moderada (III) para el restó de los horizontes Ap , C1 y C2g.

Sodicidad (PSI), Presencia de sodio intercambiable en los 20 cm de suelo, (VII)

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

$$IP= (H \times D \times Pe \times Ta \times Tb \times T \times MO \times Sa \times Na \times E) \times 100$$

IP: índice de productividad.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte subsuperficial

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.

$$IP=(0,50 \times 0,80 \times 1 \times 0,90 \times 1 \times 0,95 \times 1 \times 0,60 \times 0,20 \times 1) \times 100= 4 \% \text{ Muy pobre Productividad.}$$

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 %

4.2 SUELO 2

Historia del lote:

A la fecha del muestreo cultivo Moha (marzo 2022)

Cultivo anterior avena- cebada (Año 2021).

Nivelación del terreno 2019.

Campo Natural 10 años, pastoreo ocasional.

4.2.1 Factores de sitio y descripción morfológica

Fecha de observación: 03/03/2022.

Ubicación: Establecimiento San Adolfo (Hilario Ascasubi).

39° 24' 35" Latitud Sur.

62° 37' 52" Longitud Oeste.

Altitud: 13,8 msnm.

Paisaje: Niveles terrazados del Valle inferior del Rio Colorado.

Relieve: Plano- normal (lote nivelado).

Geo forma: Ladera.

Posición: Ladera baja o pie de paño de riego.

Gradiente: < 0,5% (Lote nivelado para riego por gravedad).

Material Parental: Sedimentos eólicos sobre materiales aluviales.

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

Drenaje: imperfectamente drenado.

Uso de la tierra: Ganadero-agrícola.

Vegetación: Natural: reviento caballo-gramilla-cardo ruso.verdelago

Implantado: Moha

Cobertura: 5%.

Erosión: No se observa erosión eólica actual

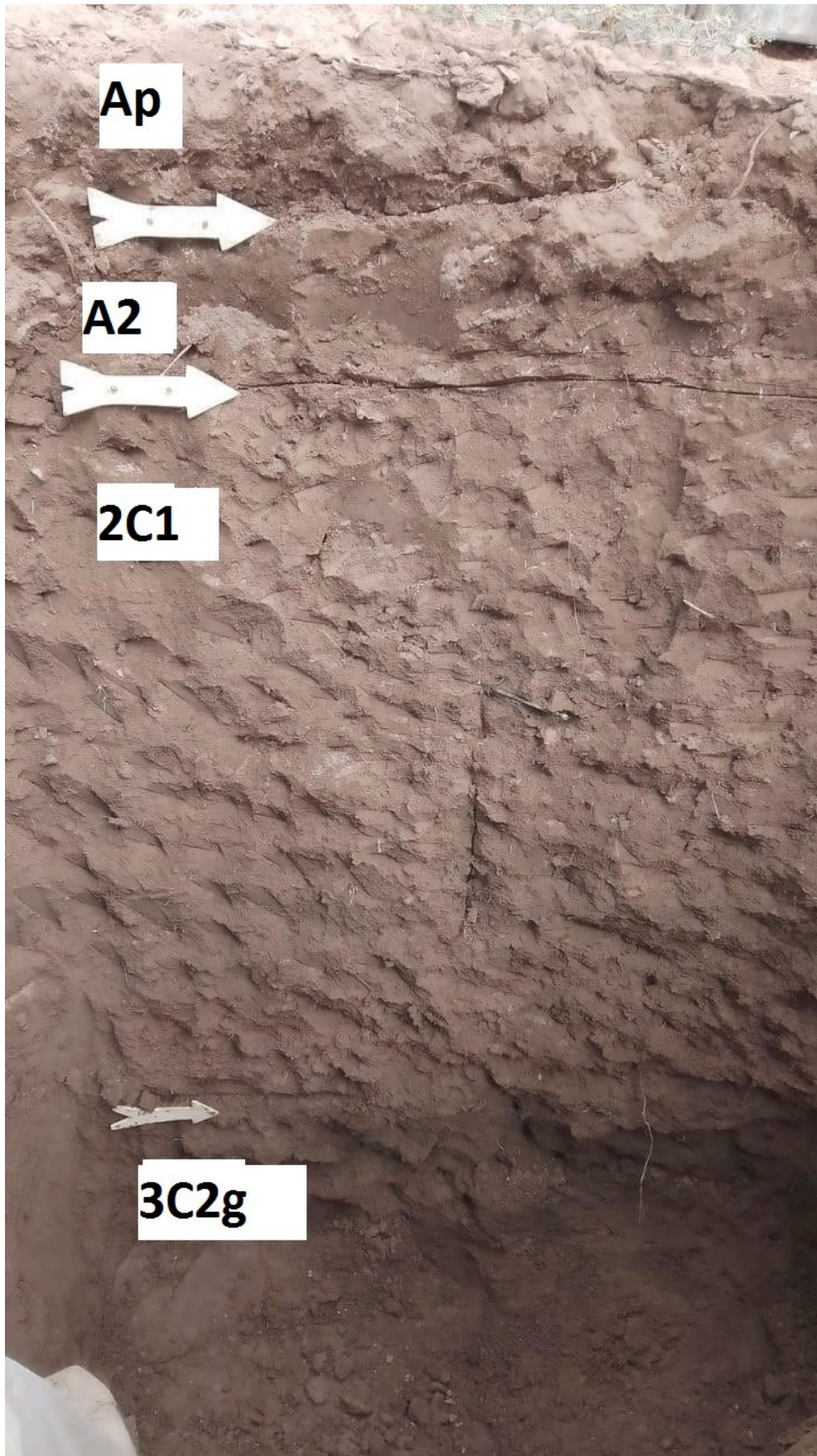


Figura 11. Perfil del Suelo 2

Tabla 13. Descripción morfológica del Suelo 2.

Horizontes	Descripción
<p>Ap 0-12 cm</p>	<p>Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 5/2); pardo en seco (10YR 7/2); franco arenoso; granular, fina, débil; suelto; moderadamente húmedo; consolidado; suelto; plástico y adhesivo; raíces escasas; presenta moderada a fuerte reacción al HCl 10%; limite claro y plano.</p>
<p>A2 12-27 cm</p>	<p>Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); pardo oscuro a pardo en seco (10 YR 8/2); franco arenoso; bloques sub angulares, finos y medios, débiles a moderados; moderadamente húmedo; poco consolidado; friable; plástico y adhesivo; raíces muy escasas; presenta moderada a fuerte reacción al HCl 10%; limite claro y plano.</p>
<p>2C 27-102 cm</p>	<p>Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 5/2); pardo en seco (10 YR 7/2); franco limoso; bloques sub angulares, finos y medios, débiles; húmedo; consolidado; friable; plástico y adhesivo; raíces escasas; presenta fuerte reacción al HCl 10%; limite claro y plano.</p>
<p>3Cg 102-150 cm</p>	<p>Pardo oscuro a pardo en húmedo (10 YR 4/2); pardo en seco (10YR 7/2); arenoso franco; granular, fina, débil; moderadamente húmedo; poco consolidado; suelto; lig. plastico y lig. adhesivo; raíces muy escasas; escasos moteados de F-Mn, finos, débiles; moderada reacción al HCl 10%; limite abrupto y ondulado.</p>

4.2.2 Características físicas

Tabla 14. Determinaciones físicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	A2	2C	3Cg	
Profundidad		cm	0-12	12-27	27-102	102- 150
Análisis granulometría	Arcilla	g kg⁻¹	132	128	156	68
	Limo		251	256	606	260
	Arena muy fina		231	217	125	186
	Arena fina		270	275	73	303
	Arena media		89	98	28	147
	Arena gruesa		22	23	8	30
	Arena muy gruesa		5	5	3	6
Clase textural		F-A	F-A	F-L	A-F	
Densidad aparente	Mg m⁻³	1,28	-	-	-	
Densidad real		2,63	-	-	-	
Porosidad total (*)	%	50,7	-	-	-	
Humedad equivalente		17,05	17,23	26,42	15,06	
Humedad higroscópica		2,55	2,09	2,42	2,44	

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

- **Estabilidad estructural**

Tabla 15. Estabilidad estructural del Suelo 2.

CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
2,29	21,83	Mala

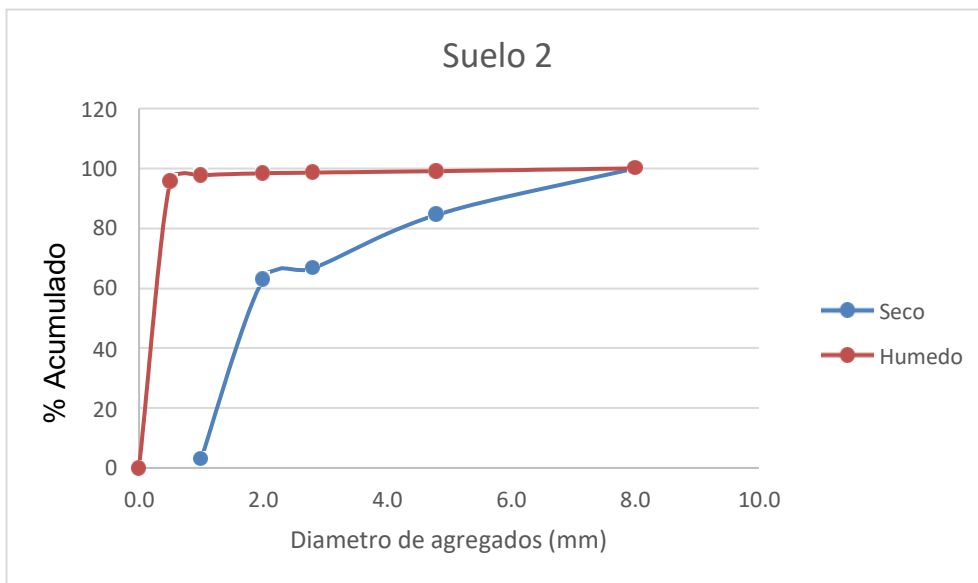


Figura 12. Estabilidad estructural del Suelo 2

- **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 %	53,1	48,7	36,3	27,5	12,3	3,3	0	15,2

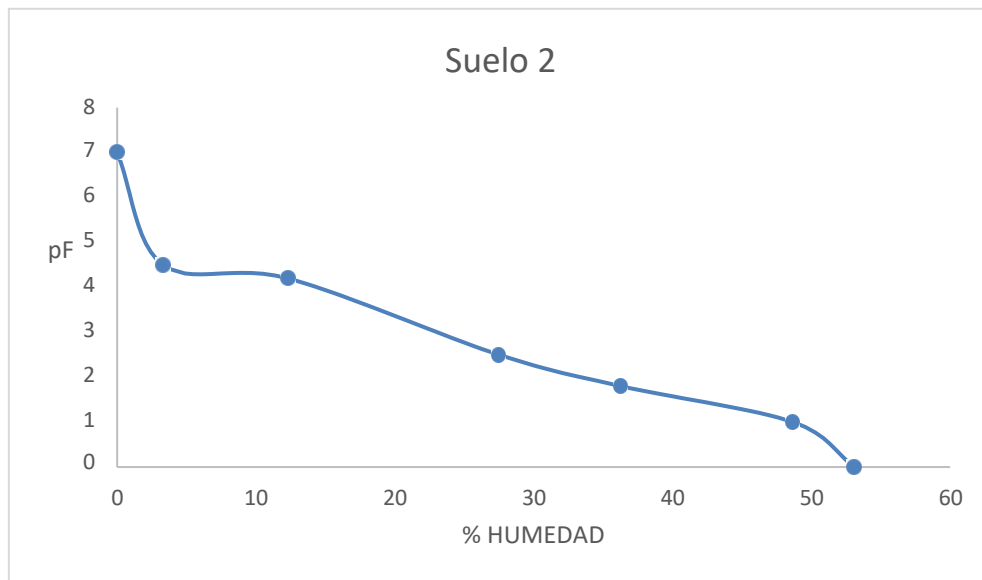


Figura 13. Curva de retención hídrica del Suelo 2

- **Distribución del espacio poroso**

Tabla 17. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

Suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultramicroporos	Solidos
1	53,1	16,8	8,8	15,2	9,0	3,3	46,9

- ❖ 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

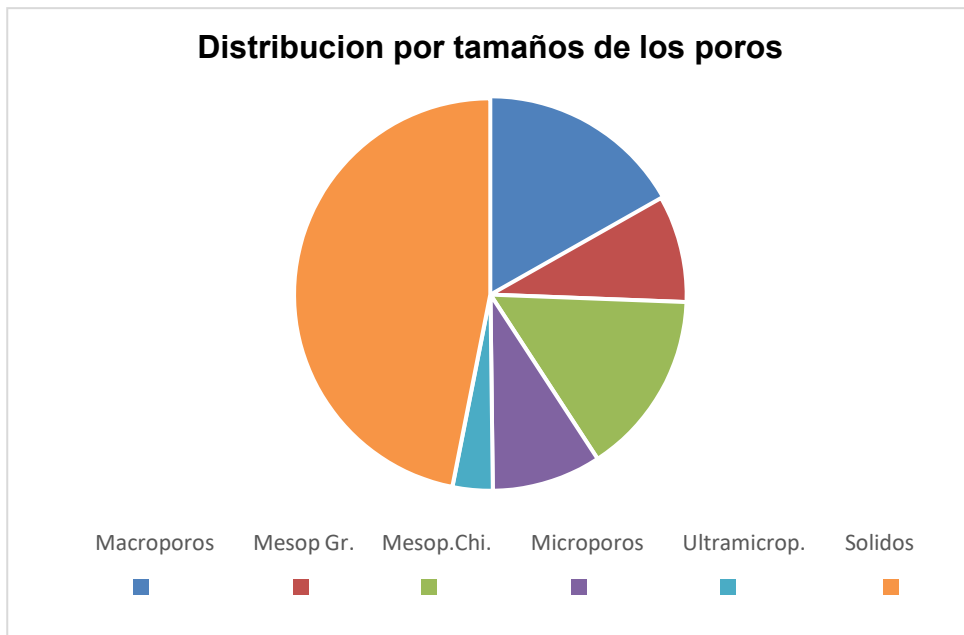


Figura 14. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

4.2.3 Características químicas

Tabla 18. Determinaciones químicas del Suelo 2.

Horizonte			Ap	A2	2C	3Cg
Profundidad	cm		0-12	12-27	27-102	102-150
Materia orgánica	g kg⁻¹		7,2	4,3	3,3	0,9
Carbono orgánico			4,2	2,5	1,9	0,5
Fósforo total	mg kg⁻¹		657	619	730	555
Fósforo orgánico			38	24	8	9
Fósforo inorgánico			509	529	573	417
Relación C/P	CO/PO		110	104	237	55
Calcáreo	g kg⁻¹		31	46	79	43
pH (en suspensión 1:2,5)			8,9	8,9	9	8,5
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca⁺⁺ Mg⁺⁺	-	-	-	-
		Na⁺	4,0	5,1	3,6	4,72
		K⁺	2,70	2,60	1,40	1,57
	Suma de bases		-	-	-	-
CIC		cmolc kg⁻¹	10,85	11,95	11,77	11,92
Saturación de bases		%	-	-	-	-
PSI			37	42,8	26,0	39,5

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

Horizonte		Ap	A2	2C	3Cg		
Profundidad	cm	0-12	12-27	27-102	102-150		
Extracto de saturación	pH		8,4	8,4	8,3	8,3	
	Conductividad eléctrica		dS m⁻¹	23	16,60	12,30	5,60
	Cationes	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺	me L⁻¹	65,3	46,09	35,69	33,02
		Na⁺		153,5	98,30	84,2	46,4
		K⁺		2,81	2,17	0,93	0,73
		Suma		221,6	146,6	120,8	80,1
	Aniones	SO₄⁻²	me L⁻¹	87,6	82,6	78,7	51,0
		Cl⁻		133,5	72,85	43,9	23,4
		CO₃⁻²		0	0	0	0
		HCO₃⁻²		2,75	2,35	2,10	1,95
		Suma		223,8	157,2	124,7	76,3
	RAS		26,86	28,95	18,14	16,14	

4.2.4 Parámetros de fertilidad y Actividad biológica

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

Materia orgánica	g kg⁻¹	8,4
Carbono orgánico		4,9
Nitrógeno total		0,5
Relación C / N		9,8
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	5,94
Potasio asimilable		699

- **Actividad biológica**

Tabla 21. Respiración microbiana del Suelo 2.

Horizonte	mg CO₂ 100g⁻¹ día⁻¹	Clasificación
Ap	5,3	Muy Baja
A2	5,1	Muy 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 CO₂ 100g⁻¹ día⁻¹	Clasificación
<5	Muy baja
5-10	Baja
10-15	Moderadamente baja
15-20	Moderada
20-25	Óptima
>25	Elevada

4.2.5 Interpretación de resultados de campo y laboratorio

El suelo 2 evoluciona a partir de sedimentos eólicos sobre materiales aluviales, con una profundidad efectiva de 150 cm.

Este suelo presenta texturas franco arenosas en los dos primeros horizontes. El horizonte 2C tiene una textura franco limosa y el ultimo horizonte una textura arenosa franca. En los análisis granulometría, se presento el dominio de las fracciones arenas finas y muy finas, en los horizontes Ap, A2 y 3Cg.

La densidad aparente es de $1,28 \text{ Mg m}^{-3}$, que es un valor esperable para la textura del suelo. La porosidad total es de 53,1%.

El rango de agua útil es de 15,2% (v/v) y se observa un predominio de los mesoporos (24%) en la distribución del espacio poroso, indicando una buena capacidad de retención hídrica para este tipo de suelo.

El suelo 2 muestra una mala estabilidad estructural en superficie. Puede tener relación a las actividades antrópicas (corte y nivelación), bajo contenido de materia orgánica y predominio de la fracción arena.

El contenido de materia orgánica es muy bajo en todo el perfil, de 7 a $0,9 \text{ g kg}^{-1}$, disminuyendo gradualmente con la profundidad. El contenido de fósforo total también fue bajo en todo el perfil.

Los valores de CIC son reducidos, aún en el en el horizonte superficial y sin cambios con la profundidad.

El pH en suspensión (1:2,5), presentó valores entre 8,5 y 9, en todo el perfil, vinculado al predominio de sodio en el complejo de intercambio. Esto puede confirmarse con elevados valores de PSI.

La conductividad del extracto de saturación es mayor que 4 dS m^{-1} (a 25° C), en todo el perfil y su mayor concentración se encuentra en superficie, y va disminuyendo en profundidad. El pH del extracto de saturación es similar en todos los horizontes con un valor promedio de 8,3, resultando moderadamente alcalino.

La actividad biológica del suelo fue muy baja (cercana a $5 \text{ mg CO}_2 \text{ 100g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) en los horizontes Ap y A2.

Procesos pedogenéticos :

Melanización: en los horizontes Ap y A2.

Genesis de estructura: se evidencia en Ap y A2.

Gleización: Se aprecia en todo el perfil por chromas bajos y por la presencia de moteados de Fe y Mg, en el horizonte 3C2g.

4.2.6 Clasificación del suelo 2

- **Clasificación del suelo por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2022).**

Como características diagnósticas el suelo presenta Epipedón Ocrico

Endopedones: Sin presencia de endopedones.

El edafoclima es de régimen Ustico-térmico.

Clasificando como:

Ustorthent Anthrácuico, franco grueso, térmico, fase fuertemente salina y fuertemente sódica

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

El suelo clasifica como VIIIIs, siendo sus principales limitantes:

Sub. Clase “e”

Textura del horizonte superficial, con 13% de arcilla moderada a la susceptibilidad Erosión Eólica (III).

Grado de estructura, grano suelto (VI).

Textura (Arenas erodibles) , 59% (III).

No hay síntomas visibles de Erosión Eólica.

No hay susceptibilidad a la Erosión Hídrica.

No hay síntomas visibles de Erosión Hídrica.

Sub. Clase “w”

Drenaje; imperfectamente drenados (III).

Sub. Clase “s”

Prof. Del suelo (zonas húmedas) , 150 cm (I).

CRAD (mm/m) , estimada : 117,6 , Aceptable (II).

Salinidad (CE en dS/m) , Los valores de CE en los primeros horizontes son extremadamente severa (VIII) y disminuyen en profundidad a valores moderados (III).

Sodicidad (PSI) , Presencia de sodio intercambiable en los 20 cm de suelo (VII)

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

$$IP=(H \times D \times Pe \times Ta \times Tb \times T \times MO \times Sa \times Na \times E) \times 100$$

IP: índice de productividad

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.

$$IP=(0,50 \times 0,80 \times 1 \times 0,90 \times 1 \times 0,95 \times 0,80 \times 0,40 \times 0,20 \times 0,80) \times 100 = 1,75\% \text{ Muy Pobre Productividad.}$$

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 %

4.3 CALIDAD DE AGUAS

Tabla 24. Determinaciones analíticas en dos muestras de aguas.

Muestra		Canal	Tanque	
ANIONES	pH	8,3	8	
	CE	dS m ⁻¹	1,14	5,91
	Cl ⁻	me L ⁻¹	5,82	39,65
	SO ₄ ⁻²		5,50	12,40
	CO ₃ ⁻²		0,0	0,0
	HCO ₃ ⁻¹		1,10	1,40
	Suma		12,4	53,4
CATIONES	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺		7,65	44,57
	Na ⁺		4,3	12,2
	K ⁺	0,1	0,5	
	Suma	12,0	57,3	
RAS		2,2	2,6	
DUREZA		382	2.228	
Clasificación dureza		Muy dura	Muy dura	

- **Clasificación del agua para riego según Riverside**

Canal (C3-S1), clases contenido salino alta - valor relativo de sodio baja.

Tanque (C5-S1), clases contenido salino excesiva – valor relativo de sodio baja.

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

C5 = 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 se lo deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales.

S1 = Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiables. No obstante, las plantas sensibles como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

- **Clasificación del agua para ganado e aves corral**

Canal (clase excelente), apta para todas las clases de ganado y aves de corral.

Tanque (clase satisfactoria para el ganado, y no apta para las aves), para el ganado puede producir diarrea temporal o no ser aceptada por animales no acostumbrados a ellas. En el caso de las aves, provoca a menudo excrementos acuosos, aumento de mortalidad y reducción de crecimiento, especialmente en pavos.

5. CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se encuentran en un mismo lote dentro del Predio "San Adolfo" (UNS), ubicado en la localidad de Hilario Ascasubi, partido de Villarino. El paisaje corresponde al dominio del Río Colorado, valle inferior, en niveles terrazados intermedios. La geoforma corresponde a una ladera nivelada para riego por inundación, marcando una gran influencia antrópica en las características del suelo

Los perfiles estudiados se han desarrollado a partir de sedimentos eólicos depositados sobre materiales aluviales preexistentes (eólicos holocenos, aluviales holocenos a pleistocenos). Son suelos pocos evolucionados, con secuencia general del tipo A-ACk-2C-3Cg (mayor evolución) o A-2C-3Cg (menor evolución). Los suelos se identificaron como Haplustol Anthracuico, franco fino térmico, fase moderadamente salina y levemente sódica para el suelo 1, mientras que el suelo 2 clasificó como Ustorthent Antharcuico, franco grueso, térmico, fase fuertemente salina y fuertemente sódica. La estabilidad estructural resulto ser "mala" en ambos perfiles.

Los parámetros de fertilidad química difieren en los suelos analizados. La fertilidad es moderada para el suelo 1 y baja para el suelo 2. Los valores de capacidad de intercambio catiónico (CIC) en el Suelo 1 son más elevados que el suelo 2, posiblemente por presentar mayores valores de materia orgánica y texturas más finas. El suelo 1 tiene mayor contenido de materia orgánica (epipedón mólico) que el suelo 2 (epipedón ócrico). Los niveles de N siguen esta tendencia, mientras que los contenidos de P disponible son adecuados en el suelo 1 y bajos en el 2.

En ambos suelos el Índice de Productividad (IP) es muy bajo, con valores de 4 % en el Suelo 1 y 1,75 % en el Suelo 2. En cuanto a la capacidad de uso (CU) clasificamos al Suelo 1 como VIIs y al suelo 2 como VIII, siendo sus principales limitaciones la salinidad y sodicidad.

Los mayores problemas para ambos suelos son los elevados contenidos de sales solubles y presencia de sodio en todo el perfil. El Suelo 1 presenta una fase moderadamente salina y levemente sódica, mientras que el Suelo 2 fuertemente salina y fuertemente sódica. El suelo 1 (cabecera) aumenta los niveles de sales y sodio en profundidad (perfil salino descendente). El suelo 2, presenta mucho mayores niveles de sales y sodio en superficie (perfil salino sódico ascendente), indicando un drenaje muy pobre.

Ambos suelos representan áreas importantes en lotes bajo regadío, donde se espera una elevada productividad de granos para cosecha o producción de pasturas. Para aumentar la productividad de estas tierras deben realizarse prácticas de suelo que incluyan:

- Enmiendas químicas: uso de CaSO_4 o similares
- Manejo de los sistemas de riego: para lavar las sales y aumentar la eficiencia del uso del agua
- mantenimiento o construcción de sistemas de drenaje: para eliminar las sales y sodio del perfil del suelo

6. BIBLIOGRAFÍA

- Cabrera, A. 1951. Territorios fitogeográficos de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Volumen IV, N° 1 - 2. Argentina.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Fascículo 1. Acme. Buenos Aires.
- CORFO Río Colorado 2011. Corporación de Fomento del Valle Bonaerense del Río Colorado. Estadísticas. <https://corfo.gob.ar/corfo/sobre-corfo/>
- Fidalgo, F., 1999. El Cuaternario de la provincia de Buenos Aires .Disponible en: R. Caminos (ed.), Geología Argentina. SEGEMAR, Anales 29, 700- 703 pág. https://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2022/CuadrosDefinitivos/P1-P_Buenos_Aires.pdf
- Klingebiel A.A: y P.H. Montgomery. 1966. Meno 136 del SCS; Manual de agricultura 210 del USDA.
- Murphy, J.; Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for determination of phosphates in natural waters. Anal. Chim. Acta. 27:31:- 36.
- Riverside 1954. Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff.
- Rodríguez-Guillermo Schulz-Lucas Moretti. 2019. Carta de suelos de la República Argentina partido de Villarino provincia de Buenos Aires. INTA_CIRN_institutoSuelos_
- 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. 2022. Keys to Soil Taxonomy 14th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources 22 Conservation Service, Washington, DC.

APÉNDICE

- **Densidad real**

Suelo	Horizonte	Peso pic + AD + suelo	Peso pic + AD	Promedio Densidad real g.cm ⁻³
1	Ap	47,900	40,985	2,56
	Ap	47,845	40,745	
	Ap	46,130	38,880	
	Ap	49,105	42,015	
	Ap	44,795	37,660	
2	Ap	49,175	42,015	2,63
	Ap	45,975	38,810	
	Ap	48,975	41,650	
	Ap	45,845	38,545	
	Ap	45,675	38,325	

Peso pic + AD + suelo: Peso picnómetro con agua destilada y suelo (12 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	25,06	37,190	12,13	36,785	11,725	3,45	3,26
		23,35	35,375	12,02	35,015	11,665	3,08	
	A2	24,05	36,465	12,41	36,075	12,025	3,24	3,18
		24,61	36,460	11,85	36,100	11,490	3,13	
	AC	24,30	36,620	12,32	36,255	11,955	3,05	3,19
		22,74	34,360	11,62	33,985	11,245	3,33	
	C1	23,36	35,670	12,31	35,230	11,870	3,70	3,80
		24,30	36,140	11,84	35,695	11,395	3,90	
	C2g	23,30	35,330	12,03	35,050	11,750	2,38	2,21
		22,91	35,395	12,48	35,145	12,235	2,04	
2	Ap	8,41	13,496	5,07	13,370	4,951	2,55	-
	A2	9,98	15,005	5,01	14,902	4,913	2,09	-
	C1	25,30	30,306	4,99	30,187	4,880	2,42	-
	C2g	24,67	29,725	5,05	29,605	4,932	2,44	-

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	23,51	49,95	45,53	20,07	20,23
		24,51	50,90	46,43	20,39	
	A2	24,08	55,02	49,79	20,34	20,39
		24,76	54,73	49,64	20,45	
	AC	21,69	45,14	40,88	22,14	22,35
		23,34	48,10	43,54	22,57	
	C1	22,93	50,95	44,34	30,87	30,72
		23,43	51,34	44,81	30,54	
C2g	24,38	50,20	46,10	18,87	18,87	
2	Ap	22,36	42,88	39,89	17,05	-
	A2	23,72	45,42	42,23	17,23	-
	C1	23,16	42,30	38,30	26,42	-
	C2g	24,13	44,68	41,99	15,06	-

- **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	63,36	64,60	55,20	57,50	36,74	34,50	30,68	29,20
	68,53		55,75		33,71		29,34	
	64,85		59,39		32,84		28,11	
	63,68		54,95		32,52		27,33	
	65,16		60,88		35,31		29,60	
	62,14		58,85		35,62		30,14	
2	54,29	53,10	50,01	48,70	37,87	36,30	28,61	27,50
	52,52		48,09		35,32		26,10	
	54,00		48,62		34,68		25,53	
	52,25		49,27		38,35		27,19	
	52,83		47,89		36,33		28,57	
	52,97		48,16		35,50		29,19	

- **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	64,6	30,2	5,3	17,8	8,3	3,1	35,4
2	53,1	16,8	8,8	15,2	9	3,3	46,9

- **Estabilidad Estructural (EE)**

Suelo 1

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	77,05	90,795
2,8	51,14	82,62
2,0	49,22	79,36
1,0	-	67,85
0,5	-	57,22
0,0	-	0

CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
1,86	26,92	Insatisfactoria

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Suelo 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	84,49	99,06
2,8	66,6	98,585
2,0	63	98,35
1,0	3,01	97,61
0,5	-	95,535
0,0	-	0

CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
2,50	20	Mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Determinaciones químicas

- Fósforo total**

Suelo	Horizonte	Absorbancia	P	P
			Mg/L	Mg/K g
1	Ap	0,356	0,51	635
	A2	0,348	0,50	622
	AC	0,418	0,60	747
	C1	0,451	0,64	805
	C2g	0,267	0,38	476
2	Ap	0,368	0,53	657
	A2	0,347	0,50	619
	C1	0,409	0,58	730
	C2g	0,311	0,44	555

Datos de interés : Milímetros de alícuota 1 Gramos de suelo 1

- Fosforo inorgánico**

Suelo	Horizonte	Absorbancia	P	P
			Mg/L	Mg/K g
1	Ap	0,353	0,49	488
	A2	0,338	0,47	466
	AC	0,414	0,57	572
	C1	0,405	0,56	559
	C2g	0,313	0,43	432
2	Ap	0,369	0,51	509
	A2	0,383	0,53	529
	C1	0,415	0,57	573
	C2g	0,302	0,42	417

Datos de interés : Milímetros de alícuota 1 Gramos de suelo 1

- **Fósforo inorgánico orgánico**

Suelo	Horizonte	Absorbancia	P	P
			Mg/L	Mg/K g
1	Ap	0,410	0,57	566
	A2	0,372	0,51	514
	AC	0,436	0,60	602
	C1	0,422	0,58	582
	C2g	0,324	0,45	448
2	Ap	0,396	0,55	547
	A2	0,401	0,55	553
	C1	0,421	0,58	581
	C2g	0,309	0,43	426

Datos de interés :
 Milímetros de alícuota 1
 Gramos de suelo 1

- **Calcareo**

Suelo	Horizonte	Lectura	Lectura	g.kg CaCO ₃
	AC	Inicial	20,7	45
		Final	44,5	
		Inicial	21	32

1	C1	Final	48,9	
		Inicial	21,05	13
2	C2 g	Final	32,1	
		Inicial	20,6	31
	Ap	Final	36,7	
		Inicial	20,8	46
	A2	Final	44,8	
		Inicial	20,9	79
	C1	Final	34,8	
		Inicial	20,45	43
	C2 g	Final	42,9	
		Inicial		

Datos de interés :
 Gramos de suelos 1 (C1) , 3 (AC-Ap-A2-C2g) , 5.
 (C1-C2g)

- **Capacidad de intercambio catiónico**

Suelo	Horizonte	ml H ₂ SO ₄	me.100g
1	Ap	6,82	16,20
	A2	6,28	14,85
	AC	6,46	15,30
	C1	7,23	17,23
	C2g	4,31	9,93
2	Ap	4,69	10,88
	A2	5,12	11,95
	C1	5,85	13,78
	C2g	5,11	11,93

Datos de interés : Gramos de suelos 2 Normalidad 0,01 Milímetros alícuota 10

- **Complejo cambio (Bases intercambiables) Na ⁺⁺**

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	mg/L	me/L	me/100g
1	Ap	300	49,14	2,13	5,35
	A2	560	91,72	2,99	9,98
	AC	570	93,36	4,06	10,16
	C1	550	90,08	3,92	9,80
	C2g	670	109,74	4,77	11,94
2	Ap	705	115,47	5,02	12,56
	A2	920	150,68	6,55	16,39
	C1	700	114,65	4,98	12,47
	C2g	265	43,40	1,88	4,72

Datos de interés:
Gramos de suelo 2

- **Complejo cambio (Bases intercambiables) k ⁺⁺**

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	mg/L	me/L	me/100g
1	Ap	256	45,18	1,15	2,89
	A2	276	48,71	1,24	3,11
	AC	303	53,47	1,36	3,42
	C1	255	45,00	1,15	2,88
	C2g	98	17,29	0,44	1,11
	Ap	239	42,18	1,07	2,70

2	A2	230	40,59	1,03	2,60
	C1	124	21,88	0,55	1,40
	C2g	139	24,53	0,62	1,57

Datos de interés : Gramos de suelo 2

Determinaciones de sales solubles

● Sodio (composición de sales solubles) – Extracto saturación

Suelo	Horizonte	Dilución	UE (Unidad Escala)	me Na ⁺ /L
1	Ap	2:25	480	44,6
	A2	2:25	924	86,01
	AC	2:25	860	80,05
	C1	2:25	712	66,3
	C2g	2:25	526	49,0
2	Ap	2:25	1650	153,5
	A2	2:25	1056	98,30
	C1	2:25	905	84,2
	C2g	2:25	499	46,4

- **Potasio (composición de sales solubles) – extracto saturación**

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala)	me K ⁺ /L
1	Ap	520	2,2
	A2	551	2,3
	AC	498	2,1
	C1	370	1,6
	C2g	170	0,7
2	Ap	660	2,81
	A2	510	2,17
	C1	219	0,93
	C2g	172	0,73

• **Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ (Composición de sales solubles) – extracto saturación**

Suelo	Horizonte	ml EDTA	Ca + Mg
			me/L Ca ++ + Mg ⁺⁺
1	Ap	5,46	50,23
	A2	6,48	59,62
	AC	4,84	44,53
	C1	4,20	38,64
	C2g	3,58	32,94
2	Ap	7,10	65,32
	A2	5,01	46,09
	C1	3,88	35,70
	C2g	3,59	33,03

Datos de interés :
 Normalidad EDTA 0,0092.
 ml de alícuota 1

- **Bicarbonatos (composición de sales solubles) – Extracto de saturación**

Suelo	Horizonte	mL $\text{H}_2\text{SO}_4^{-2}$	mL alícuota	me HCO_3^- /L
1	Ap	0,52	2	2,60
	A2	0,47	2	2,35
	AC	0,51	2	2,55
	C1	0,76	2	3,80
	C2g	0,39	2	1,95
2	Ap	0,55	2	2,75
	A2	0,47	2	2,35
	C1	0,42	2	2,10
	C2g	0,39	2	1,95

Datos de interés : Normalidad 0,01 ml de alícuota 2

- **Cloruros (composición de sales solubles) – Extracto saturación**

Suelo	Horizonte	mL AgNO_3^{-2}	mL alícuota	me Cl^- /L
1	Ap	8,44	1	42,2
	A2	12,25	1	61,25
	AC	8,48	1	42,4
	C1	5,86	1	29,3
	C2g	4,83	1	24,15
2	Ap	26,7	1	133,5
	A2	14,57	1	72,85
	C1	8,78	1	43,9
	C2g	4,68	1	23,4

Datos de interés : Normalidad 0,005 ml de alícuota 1

□ Sulfatos (composición de sales solubles) – Extracto saturación

Suelo	Horizonte	Absorbancia	me SO ₄ ⁻² /L
1	Ap	1,066	50,1
	A2	1,612	75,8
	AC	1,606	75,5
	C1	1,434	67,4
	C2g	1,119	52,6
2	Ap	1,864	87,6
	A2	1,756	82,6
	C1	1,675	78,7
	C2g	1,085	51,0

Datos de interés : Gramos de suelo 10 ml de alícuota 1

• **Densidad Aparente (Determinaciones física)**

Cil	P filtro	pF 0	pF 1	pF 1,8	pF 2,5	Pcil+SSE	P Cil.	PSSE	Dens. Ap.	
237	1.34	276.76	268.69	250.14	244.08	213.4	114.54	98.86		
587	1.3	272.74	259.96	237.92	233.55	204.21	114.41	89.8		
301	1.31	269.88	264.42	237.87	233.14	205.03	113.5	91.53		
448	1.44	270.81	262.08	239.65	234.46	207.13	116.79	90.34	94.0	0.94
150	1.4	275.38	271.1	245.53	239.82	210.22	114.61	95.61		Suelo1
236	1.33	273.95	270.66	247.43	241.95	211.81	113.67	98.14		

381	1.3	297.32	293.04	280.9	271.64	243.03	114.67	128.36		
248	1.18	292.57	288.14	275.37	266.15	240.05	116.15	123.9		
128	1.24	292.48	287.1	273.16	264.01	238.48	114.26	124.22	127.5	1.28
163	1.25	299.95	296.97	286.05	274.89	247.7	115.58	132.12		Suelo 2
287	1.46	293.75	288.81	277.25	269.49	240.92	114.6	126.32		
197	1.28	298.54	293.73	281.07	274.76	245.57	115.36	130.21		

Determinaciones de fertilidad

- **Fósforo extraíble (Fertilidad)**

Suelo	Absorbancia	P	P
		me/L	Mg/Kg
1 (Ap)	0,386	0,570	14,24
2 (Ap)	0,161	0,238	5,94

Datos de interés :
Gramos de suelos 5 (1 , 2) Milímetros de alícuota 5

- **Potasio asimilable (Fertilidad)**

Suelo	UE	me K ⁺ /L	mg K ⁺ /kg
1 (Ap)	-	-	932
2 (Ap)	-	-	699

- **Nitrógeno total (Fertilidad)**

Suelo	ml H ₂ SO ₄	g.kg N suelo
1 (Ap)	2,41	1,9
2 (Ap)	1,03	0,6

Datos de interés :
Gramos de suelos 0,150 (1 , 2)
Normalidad Ácido 0,01

Determinaciones en muestra de agua

Calidad de agua

- **Sodio – Calidad de agua (Cationes)**

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	Na ⁺
			me/L
Canal	SD	580	4,3
Tanque	2:50	300	12,2

- **Potasio – Calidad de agua (Cationes)**

Muestra	Diluciones	UE (Unidad Escala)	K ⁺
			me/L
Canal	SD	29	0,1
Tanque	SD	115	0,5

- **Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺ Calidad de agua (Cationes)**

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ / L
Canal	4,16	7,65
Tanque	9,69	44,50

Datos de interés :
Normalidad EDTA 0,0092.
ml de alícuota 5 (canal) , 2 (tanque).

- Bicarbonato – Calidad de agua (Aniones)**

Muestra	mL H ₂ SO ₄ ⁻²	mL de alícuota	me HCO ₃ ⁻¹ /L
Canal	0,55	5	1,10
Tanque	0,70	5	1,40

Datos de interés :
 Normalidad 0,01
 ml de alícuota 5 (canal y tanque)

- Cloruros – Calidad de agua (Aniones)**

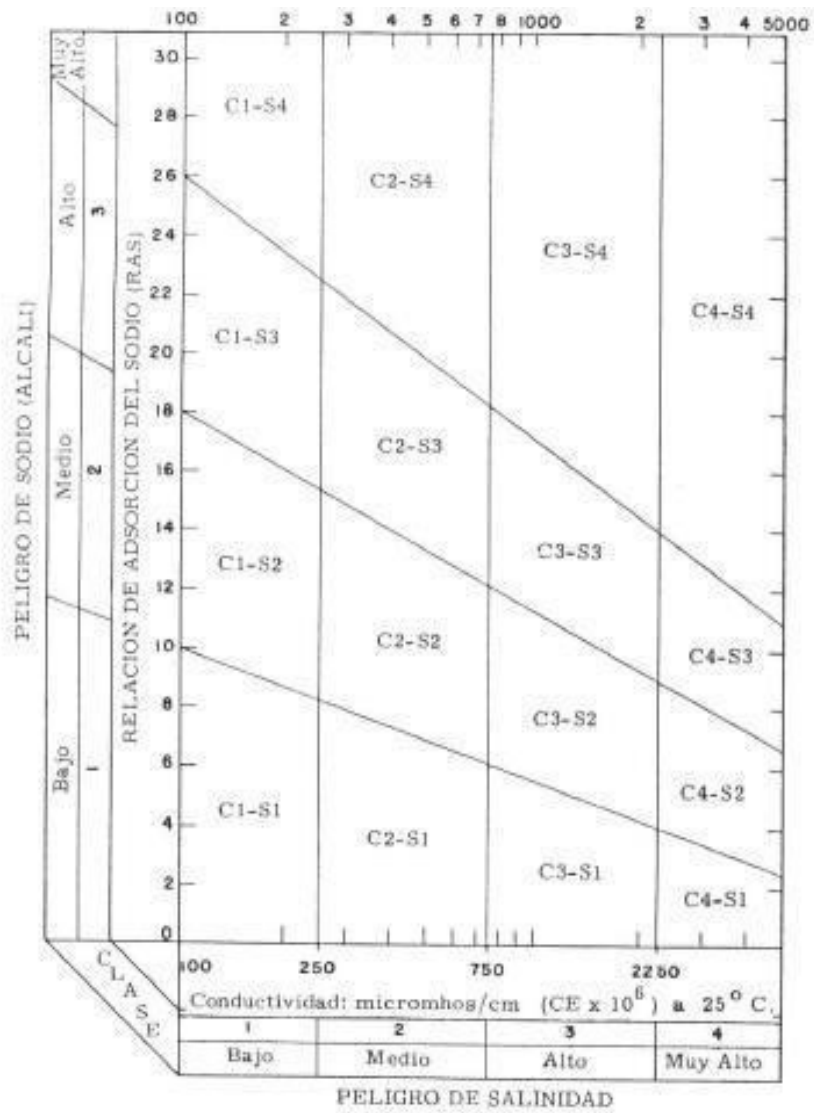
Muestra	mL Ag NO ₃ ⁻²	mL de alícuota	Cl ⁻
			me/L
Canal	5,82	5	5,82
Tanque	7,93	5	39,65

Datos de interés : Normalidad 0,005.
 ml de alícuota 1 (tanque) , 5 (canal) .

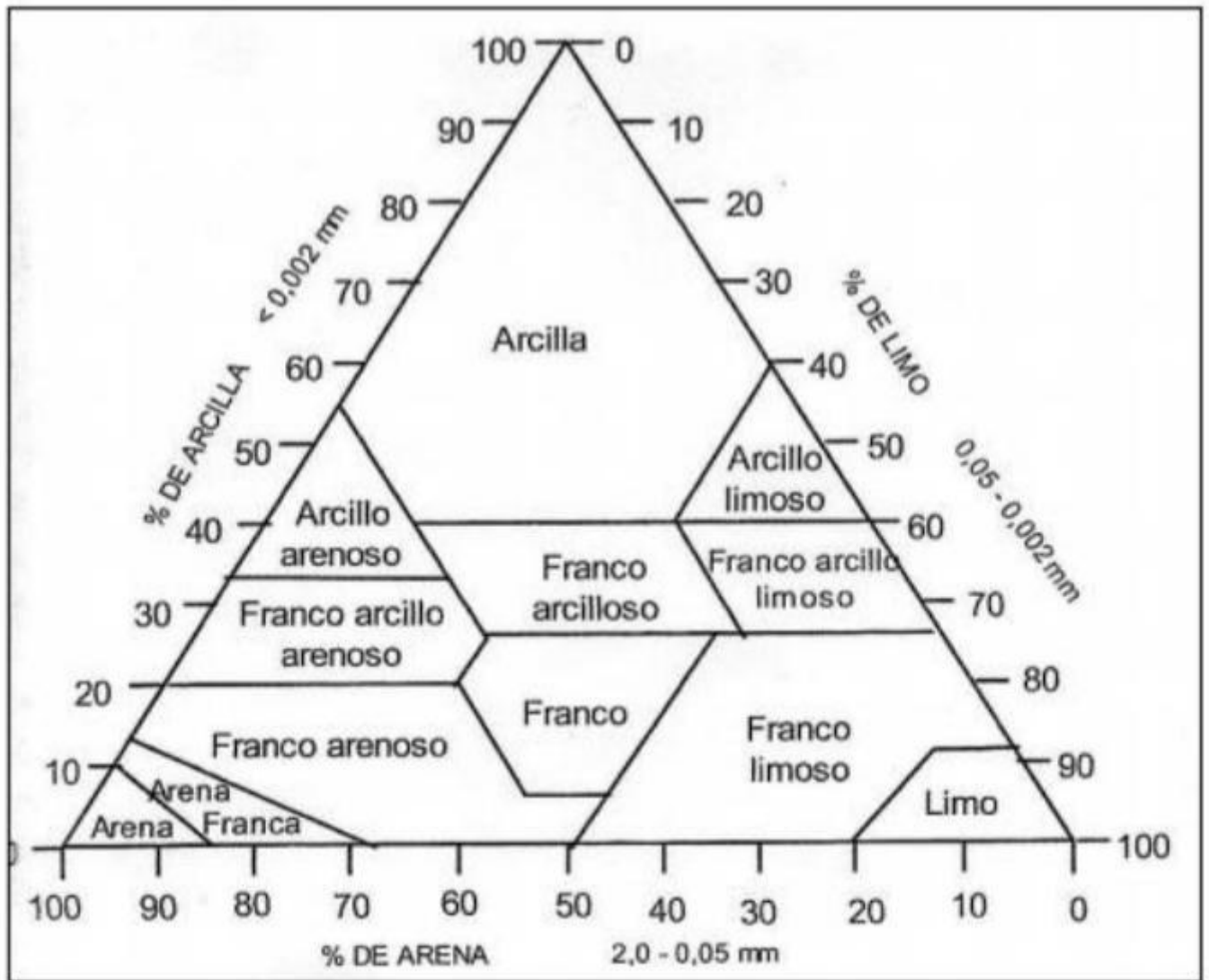
- **Sulfatos – Calidad de agua (Aniones)**

Muestra	Absorbancia	me SO ₄ / L
Canal	0,584	5,50
Tanque	1,316	12,40

Datos de interés : Gramos de suelo 5 ml de alícuota 1



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



Fuente: USDA