



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

TRABAJO FINAL TECNICO SUPERIOR AGRARIO EN SUELOS Y AGUAS

**ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SUELOS DEL ESTABLECIMIENTO
"SANTA LEONOR", DUFAUR PARTIDO DE SAAVEDRA.**



CAROLINA DELGADO

BAHIA BLANCA

ARGENTINA 2024

TÍTULO DEL TRABAJO: ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SUELOS DEL ESTABLECIMIENTO “SANTA LEONOR”, DUFaur PARTIDO DE SAAVEDRA

ALUMNA: DELGADO, CAROLINA

DOCENTE TUTOR: Dr. OSCAR BRAVO

DOCENTE CONSEJERA 1: Mg. MARIANA BOUZA

DOCENTE CONSEJERA 2: Dra. LILIANA SUÑER

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue la determinación de propiedades físicas, biológicas y químicas, con el propósito de establecer comparaciones en dos suelos situados en el establecimiento “Santa Leonor” (Dufaur, Saavedra). El paisaje corresponde a la llanura Surventánica occidental. Los suelos se ubicaron en dos planos altos de distintos potreros, con diferente uso. El suelo 1 tenía rastrojo de sorgo y el suelo 2 estaba pastoreado por animales (campo natural de varios años). Ambos perfiles presentan como material parental a sedimentos loésicos holocenos, bajo un clima edáfico údico-térmico, con pradera de gramíneas como vegetación en un relieve plano. El perfil 1 presenta mayor desarrollo morfológico (Ap-A2-Bt-BC-Ck-2Ckm) que el perfil 2 (Ap-A2-ACk-2Ck-Ckm). Ambos suelos clasifican como Paleudol Petrocálcico, difiriendo en la familia: franco fina y franco gruesa, respectivamente. El suelo 1 presenta una capacidad de uso IVs y un índice de productividad de 30%. El suelo 2 clasifica como IVs por su capacidad de uso, presentando un índice de productividad de 34% (regular productividad). La estabilidad estructural presenta diferencias: en el suelo 1 fue insatisfactoria con 25,1% y en el suelo 2 fue muy buena con 41,6%. La actividad biológica osciló entre 17 a 12 mg CO₂ 100g⁻¹día⁻¹ (moderadas) para el suelo 1 y suelo 2, respectivamente. Los suelos analizados presentan una aptitud de uso ganadero-agrícola, debiendo realizarse rotaciones que aseguran la sustentabilidad del sistema productivo.

PALABRAS CLAVE: Dufaur, Perfiles, Uso del suelo

[Escribir texto]

• **ÍNDICE**

AGRADECIMIENTO	1
INTRODUCCION	2
Ubicación y Características del área de estudio.....	3
UBICACIÓN	3
CLIMA	4
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL AREA	5
VEGETACIÓN	7
MATERIALES Y METODOS.....	9
TRABAJO DE CAMPO	9
DETERMINACIONES DE LABORATORIO	10
Determinaciones químicas.....	15

Delgado Carolina

Bahía blanca, Argentina2024

MORFOLOGIA DEL PERFIL	21
CARACTERISTICAS FISICAS.....	23
➤ ESTABILIDAD ESTRUCTURAL	24
➤ CURVA DE RETENCIÓN HÍDRICA.....	25
➤ distribución de espacio poroso.....	26

[Escribir texto]

características químicas	27
ACTIVIDAD BIOLÓGICA.....	29
PROCESOS PEDOGENÉTICOS	33
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	34
SUELO 2	¡Error! Marcador no definido.
Factores de sitio y características morfológicas.....	35
MORFOLOGÍA DEL SUELO	¡Error! Marcador no definido.
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	38
➤ ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.....	39
➤ CURVA RETENCIÓN HÍDRICA	40
➤ DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO POROSO	41
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	42
CLASIFICACIONES DEL SUELO.....	46
PROCESOS PEDOGENÉTICOS	48
INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	49
CALIDAD DE AGUAS.....	50
Clasificación del agua para consumo animal:	51
Clasificación del agua para riego de acuerdo a las normas de Riverside:.....	52
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
APÉNDICE	1

[Escribir texto]

AGRADECIMIENTO

- Al Departamento de Agronomía y a la Universidad Nacional del Sur.
- A los docentes que nos formaron en el transcurso de la carrera.
- A mi familia que me acompaño en todo momento.
- Y por último, pero no menos importante a mis Amigos.

INTRODUCCION

El partido de Saavedra posee 3.491 kilómetros cuadrados de superficie, se halla ubicado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. Limita con los partidos de Guaminí al norte, Adolfo Alsina al noroeste, Coronel Suarez al noreste, Púan al oeste y Tornquist al sur. Su territorio está cruzado en la dirección sudeste-noreste, por las sierras del Curamalal, tramo occidental del gran sistema de ventania. Pigüé es la cabecera del partido de Saavedra.

En el relieve del distrito predominan, además de las numerosas sierras, planicies utilizadas para la agricultura y la ganadería. Completando el paisaje numerosos arroyos y lagunas.

En el mismo se pueden observar una serie de ambientes que se diferencian en: planicies, cañadones y laderas con diferentes pendientes.

Esta variabilidad nos indica la presencia de diferentes suelos, los cuales al llevar a la práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas nos permitirán identificarlos y determinar un manejo más eficiente de los recursos.

El objetivo general del presente trabajo fue la determinación de propiedades físicas, biológicas y químicas, con el propósito de establecer comparaciones en dos suelos situados en el establecimiento "Santa Leonor" propiedad de la familia Scheopf, ubicado en el kilómetro 91,5 de la ruta nacional N°33 en cercanías al pueblo de Dufaur (fundada el 27 de diciembre de 1907). Comprendiendo un área de 100 hectáreas destinadas a producción mixta (agrícola-ganadera).

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

UBICACIÓN

La descripción de los suelos y la toma de muestras se realizó en el establecimiento “Santa Leonor “ubicado en la localidad de Dufaur, suroeste de la provincia de Buenos Aires.



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

CLIMA

La región estudiada presenta un clima templado continental con temperaturas variables. La temperatura media anual es de 14°C con mínimas de hasta -7°C.

- Máximas de 35,5°C. Durante el año las lluvias alcanzan un promedio de 756 mm . La clasificación climática según Thorntwaite se define como sub-húmedo seco, mesotermal, con nulo o pequeño exceso de agua.

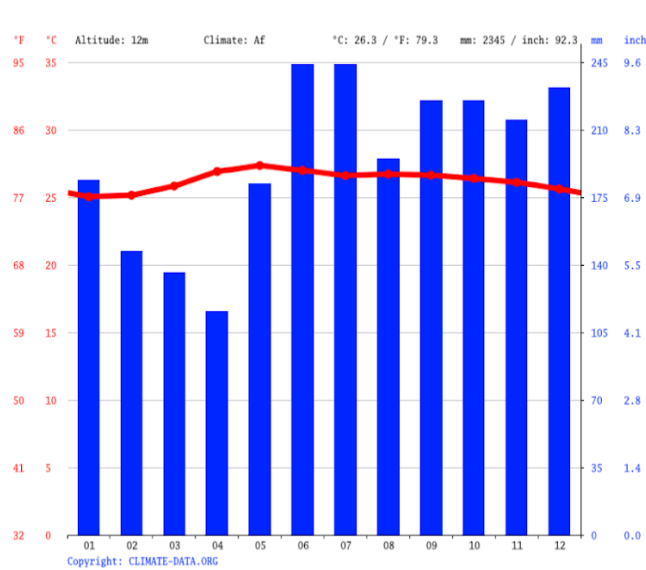


Figura N° 2. Climograma de Coronel Suárez. Fuente: (Climate-data.org).

- Respecto al régimen de heladas, en el sector de las sierras, el periodo libre de heladas es de 160 días. De acuerdo con el balance hídrico el **déficit medio anual** se produce en **enero, febrero, diciembre, y noviembre**. Los meses de marzo, octubre, noviembre y diciembre son los meses más lluviosos. Durante el invierno disminuye notoriamente y aumentan los coeficientes de variación de los promedios mensuales. Es así que se puede concluir que la distribución de las lluvias es predominantemente primavera-verano entre **octubre** y **marzo** se acumula el **63%** de la **precipitación total anual**.

- En cuanto al régimen de humedad del suelo, esta zona es transicional entre los regímenes údico y ústico, el área en la que se encuentran los suelos analizados posee régimen údico.
- Con respecto al régimen de temperatura, el área posee régimen térmico.
- **CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL ÁREA**

Caracterización del recurso suelo

La carta de Suelos de la República Argentina, en la cual nuestro establecimiento corresponde a la serie Dufaur HOJA 3763-35-3, en una escala de 1:50.000, pudiendo observar las diferentes unidades cartográficas sobre las cuales se encuentra el establecimiento. Delimitado dentro del recuadro rojo, podemos observar el establecimiento “Santa Leonor”.



Figura N° 3: Carta de suelos Dufaur

El establecimiento se encuentra representado por tres unidades cartográficas:

A. Duf

B. EOA4

C. ELM1

A. Unidad cartográfica Duf:

Consociación series Dufaur (80%), Estancia Ojo de Agua (10%) y Saavedra (10%).

B. Unidad cartográfica EOA4:

Complejo series Estancia Ojo de Agua (70%) y Dufaur (30%)

C. Unidad cartográfica ELM1:

Consociación series Estancia Los Manantiales (75%) y Estancia Los Manantiales, fase moderadamente profunda (25%).

Los suelos están formados sobre sedimentos de origen eólico, el “loess pampeano”, responsable principal de su grado de fertilidad: con perfiles de 0,80 metros hasta 1,20 metros y aún más profundos en los sectores de valles interserranos, donde la natural protección de las sierras contra los fuertes vientos y otros factores climáticos adversos, potencian el rendimiento de parcelas.

Caracterización del sistema productivo de la zona

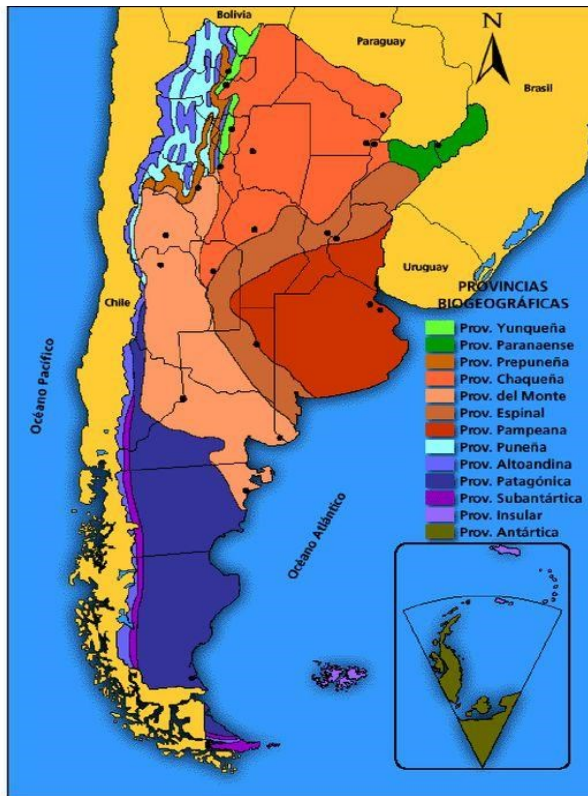
En la zona predominan los sistemas productivos ganadero-agrícolas y se ha podido determinar que la principal actividad es la de ciclo completo y en menor grado la invernada y la cría. Entre los cultivos principales se destacan el trigo, la avena y en menor medida la cebada cervecera. Los cultivos de verano son de escasa significación, sobresaliendo el girasol y el sorgo forrajero. Como

alimentación para el animal se utilizan los verdeos invernales y pasturas perennes combinado con alfalfa.

VEGETACIÓN

La vegetación natural, en el sudoeste de Buenos Aires, se manifiesta a través de pastizales pampeanos de ambientes áridos (figura N°4). Sobre los suelos de textura más fina abundan la paja brava (*Stipa ichu*), flechillas (*Nassella neesiana*), chilca (*Baccharis latifolia*), chañares (*Geoffroea decorticans*), molle (*Schinus molle*), cortaderas (*Cortaderia selloana*), helechos (*Tracheophyta sp*), claveles del aire (*Tillandsia*); donde predominan las planicies arenosas con médanos fijos o activos, aparecen estepas herbáceas psamófilas de paja vizcachera (*Athene cunicularia*) y otras gramíneas que alternan con bosquecillos. En las zonas menos estabilizadas son frecuentes las estepas de junquillo (*Narcissus jonquillo*) y acompañados por olivillo (*Aextoxicon punctatum*).

En esta región se ha dedicado desde hace siglos a la producción agropecuaria, por lo que la vegetación nativa es escasa (se puede observar solo en lugares no cultivados como en las zonas rocosas del sistema de Ventania) ha sido reemplazada por cultivos agronómicos como el maíz, trigo, avena, sorgo y girasol.



PROVINCIAS FITOGEOGRÁFICAS DE ARGENTINA

- 1.- Dominio Amazónico
 - Provincia Oriental
 - Provincia occidental
- 2.-Dominio Chaqueño
 - Provincia chaqueña
 - Provincia del espinal
 - Provincia pampeana
 - Provincia de monte
- 3.- Dominio Andino-Patagónico
 - Provincia alto-andina
 - Provincia puneña
 - Provincia patagónica

Figura N°4. Regiones fitogeografías argentinas.

METODOLOGIA DE TRABAJO

DESCRIPCIÓN A CAMPO

La ejecución consistió en el reconocimiento del área de estudio y posterior apertura de dos calicatas: el suelo 1 en un rastrojo de sorgo y el suelo 2 en un sector de campo natural con pastoreo animal.

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 convencionales de caracterización.
- Muestras compuestas en el área adyacente a las calicatas con muestreador de profundidad 0-15 cm, 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, correspondientes al molino de la casa y otra del molino que es utilizada para el consumo animal.

DETERMINACIONES DE LABORATORIO

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 hexa metafosfato de sodio y carbonato de sodio, agitación mecánica durante diez horas y separación de las fracciones como se detalla a continuación:
 - Limo más arcilla: pipeteado a 10 cm de profundidad en un tiempo determinado de acuerdo a la temperatura de la muestra, secado a estufa a 105°C y pesado de la fracción.
 - Arcilla: pipeteado de arcilla, luego de 4 horas de reposo, a profundidad determinada por la temperatura de la muestra, secado a estufa a 105°C y pesado de la fracción.
 - Limo: se calcula a partir de la diferencia de las determinaciones anteriores.
 - Arenas: se tamizan y lavan con agua por un tamiz de 50 micrones. Se llevan a estufa y una vez secas se separan a través de tamices de distintas mallas. Se pesan las sub fracciones correspondientes a cada tamaño de partícula y en base a la muestra original se calcula su porcentaje.

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 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 cápsulas 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 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 (100cm³), 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

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.

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

Para obtener el valor de humedad volumétrica en el punto de marchitez permanente se utilizan muestras disturbadas, las cuales se colocan en anillos sobre una placa saturada con agua y se les aplican 4,2 pF de tensión 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 DeLeenheer y De Boodt

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

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

Estado inicial:

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

Estado final:

- Tamizado en húmedo (batería de tamices de 8; 4,8; 2,8; 2; 1; 0,5 mm).
- Se colocan las muestras en estufa a 60°C hasta peso constante.
- Se obtiene el porcentaje de cada fracción y se ubican sus valores en la curva acumulativa.

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

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

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

Tabla1. 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**

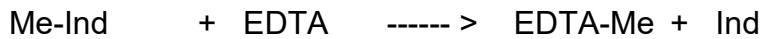
Determinada en el extracto de saturación y en las muestras de agua expresado en dS m^{-1} .

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



- **Sodio y Potasio método Fotometría de llama**

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

- **Carbonatos y Bicarbonatos**

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

- **Cloruros método argento-métrico**

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

- **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 micromhos cm^{-1} , luego se desplaza el sodio absorbido con acetato de amonio 1 M a pH 7,0 y se mide por fotometría de emisión de llama. Se expresa en $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$.

- **Materia orgánica método de Walkley y Black**

Se basa en la oxidación del carbono con dicromato de potasio 1 M, en presencia de ácido sulfúrico y posterior valoración del exceso de dicromato con sal de Mohr, utilizando di fenilamina como indicador.

- **Fósforo extraíble método de Bray y Kurtz**

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

- **Fósforo total**

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

- **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 1 M de una muestra calcinada a $550^\circ C$ (P_o+P_i) y de otra sin calcinar.

- **Potasio asimilable**

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

- **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 $30^\circ C$ durante 7 días en una cámara de crecimiento.

Paralelamente se preparó un blanco sin muestra de suelo, es decir, un solo 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

Fecha de muestreo: 26 de septiembre de 2023

Factores de sitio y características morfológicas

- **Ubicación del perfil:** Establecimiento "Santa Leonor", a 5 km de la localidad de Dufaur.
- **Latitud:** 37° 55'6,5"S
- **Longitud:** 62°19'30,8"O
- **Altitud:** 305 m.s.n.m.
- **Antecedente del lote:**
 - ✓ **2022:Sorgo**
 - ✓ **2023:Pastura**
 - ✓ **2024:cebada**

- **Material originario:** Sedimentos Loessoides.
- **Edad:** Holoceno
- **Relieve:** Normal-Plano ondulado.
- **Paisaje:** Dominio morfoestructural positivo de ventania.
- **Geomorfología:** Llanura Subventanica occidental, sector proximal.
- **Posición:** Alta
- **Pendiente:** Menor a 1%
- **Drenaje:** Bien drenado
- **Erosión:** No se observan evidencias de erosión actual.
- **Vegetación:** Rastrojo de sorgo.
- **Cobertura :** 30%
- **Uso de la tierra:** Agrícola
- **Edafoclima:**
 - **Régimen Humedad del Suelo:** Údico
 - **Régimen Temperatura del Suelo:** Térmico

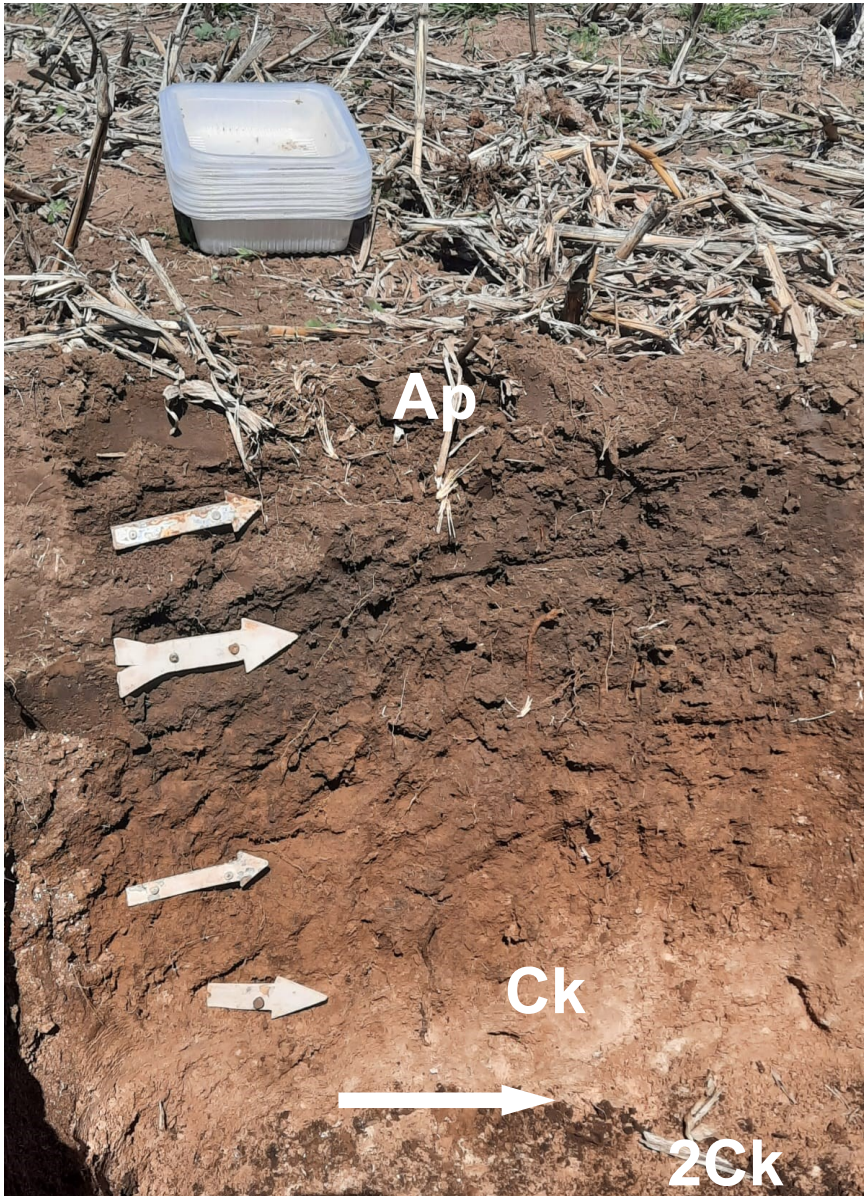


Figura N° 5. Perfil del suelo 1

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Tabla N°2. Descripción morfológica del Suelo 1

Horizonte	Descripción
Ap 0-10 cm	10 YR 2/1 (negro) en húmedo , 10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro) en seco; franco arcillo arenoso; bloques subangulares, medios y finos, moderados; poco consolidado; ligeramente duro; friable, adhesivo y plástico; abundantes raíces; presencia de pellets; no presenta reacción al HCl al 10%; límite claro y plano.
A2 10-21 cm	10 YR 2/1 (negro) en húmedo ,10 YR 5/2 (gris parduzco) en seco; franco arcillo arenoso; bloques subangulares, friable moderadas; consolidado; duro; friable, adhesivo y plástico; abundantes raíces; presencia de pellets; no presenta reacción al HCl al 10%; límite claro y plano.
Bt 21 -40 cm	10 YR 2/2 (pardo muy oscuro) en húmedo , 10 YR 5/4 (pardo amarillento) en seco; franco arcilloso; prismas finos, moderados; consolidado, duro; friable, adhesivo y muy plástico; presencia de raíces; presencia de pellets; no presenta reacción al HCl al 10%; límite claro y plano.
BC 40-52 cm	10 YR 4/3 (pardo oscuro) en húmedo , 10 YR 6/3 (pardo claro) en seco; franco arcilloso; bloques medios, moderados; muy consolidado; friable, adhesivo y plástico; pocas raíces; presencia de pellets; reacción muy leve al HCl al 10%;límite abrupto y plano.
Ck 52-67 cm	10 YR 6/4 (pardo amarillento claro) en húmedo , 10 YR 7/3 (pardo muy claro) en seco; franco arcilloso; bloques finos, moderados; muy consolidado; friable, adhesivo y plástico; presencia de pellets y concreciones; presenta moderada reacción al HCl al 10%;límite abrupto y ondulado.
2Ckm +67 cm	Horizonte petrocálcico

CARACTERISTICAS FISICAS

Tabla 3. Determinaciones físicas del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	Bt	BC	Ck	
Espesor		cm	0-10	10-21	21-40	40-52	52-67
Análisis granulométrica	Arcilla	g kg ⁻¹	240	282	349	363	668
	Limo		266	238	227	246	100
	Arena muy fina		377	363	325	298	153
	Arena fina		91	96	78	78	49
	Arena media		16	14	15	9	13
	Arena gruesa		9	7	5	5	10
	Arena muy gruesa		1	0	1	1	7
Clase textural		FaA	FaA	Fa	Fa	a	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,36	-	-	-	-	
Densidad real		2,65	-	-	-	-	
Porosidad total	%	48,8	-	-	-	-	
Humedad equivalente		18,9	20,7	25,1	27,7	33,1	
Humedad higroscópica		3,7	4,1	4,9	6,0	4,9	
PMP		15,6					

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Tabla 4. Estabilidad estructural del suelo 1

Suelo	Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE%	Índice de EE
1	19,9	1,9	25,1	NO SATISFACTORIA

(*) : Cambio en el diámetro medio ponderado.

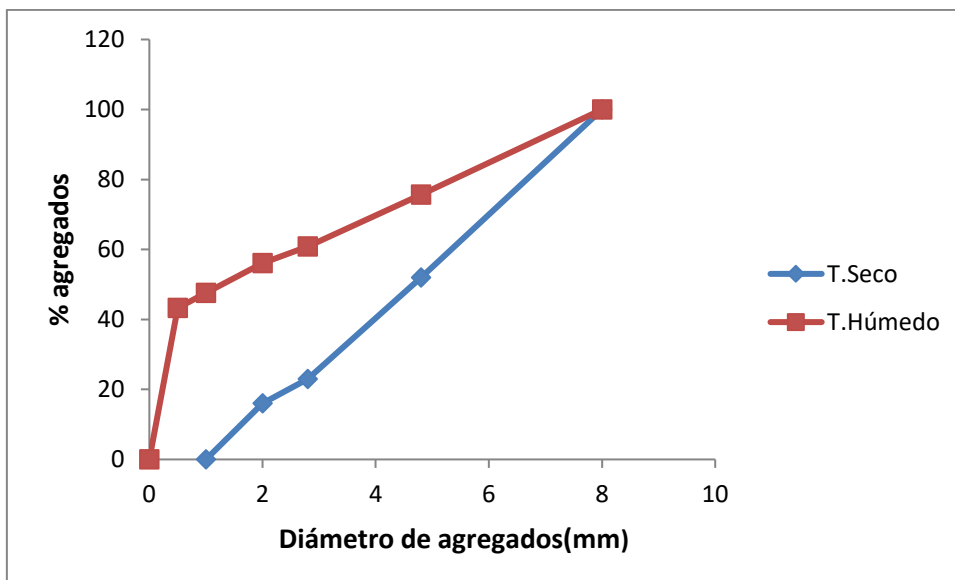


Figura N°6: Distribución de agregados en seco y húmedo –suelo 1

RETENCIÓN HÍDRICA

Tabla 5. Curva de retención hídrica –suelo 1

Hte.		pF 0	pF 1	pF 1,8	pF 2,5	pF 4,2	pF 4,5	pF 7	AU
Ap	%VOL	48,8	47,5	42,7	36,7	15,6	5	0	21,1

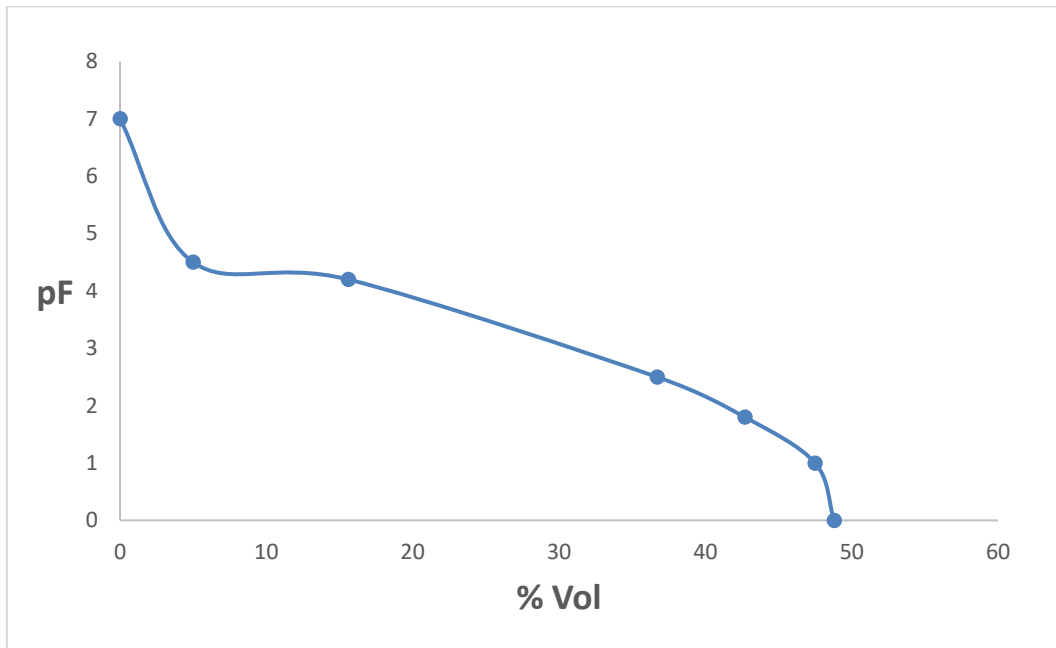


Figura N° 7: Curva de Retención Hídrica –suelo 1

DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO POROSO

Tabla 6. Distribución de espacio poroso -suelo 1

suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	ultramicro poros	solidos
1	48,8	6,1	6,1	21,0	10,6	5	51,2

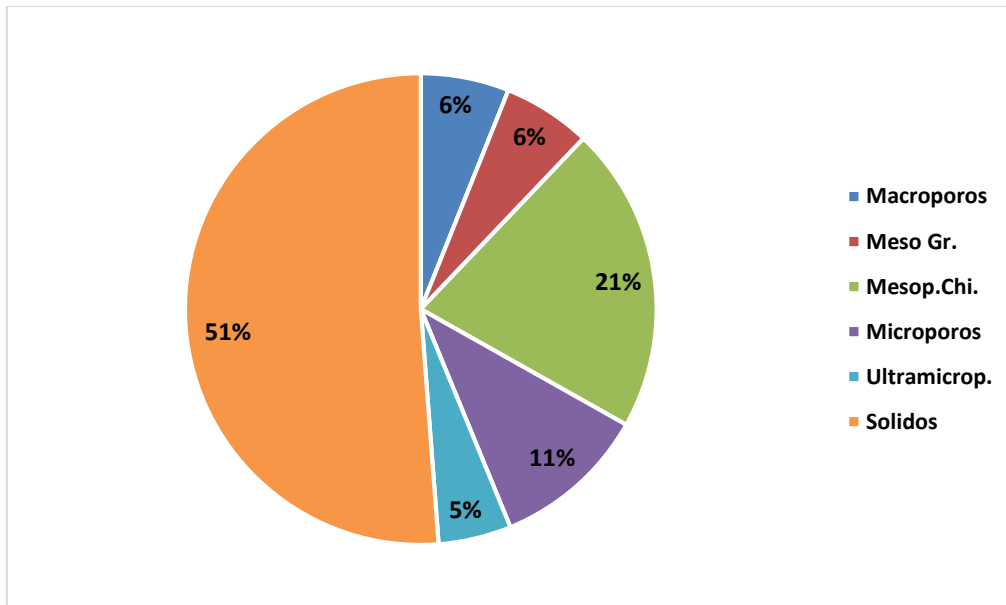


Figura N°8: Distribución de espacio poroso –suelo 1

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Tabla 7. Determinación química de los horizontes – suelo 1

Horizonte		Ap	A2	Bt	BC	Ck		
Espesor	cm	0-10	10-21	21-40	40-52	52-67		
Materia orgánica	g kg ⁻¹	37	24	15	17	11		
Carbono orgánico		21	14	9	10	6		
Fósforo total	mg kg ⁻¹	481	411	404	387	576		
Fósforo orgánico		215	162	93	32	121		
Fósforo inorgánico		216	233	289	419	412		
Relación C/P	CO/PO	98	86	97	312	49		
Calcáreo	g kg ⁻¹	-	-	-	Vest.	335,3		
pH (en suspensión 1:2,5)		6,6	6,5	6,7	7,7	8,1		
Co m pl ej o de ca m bi o	Base s interc amb i a b l e s	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	14,4	15,5	20,4	*	*
		Na ⁺		0,2	0,2	0,2	0,1	0,3
		K ⁺		0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
	Suma de bases		14,8	15,9	20,6	-	-	
CIC		cmol _c kg ⁻¹		16,2	20,7	22,6	24,6	
Saturación de bases		%		96	98	99	-	-
PSI				1	1	1	0,5	0,5

(*):no se determinó por presencia de carbonato de calcio.

COMPOSICIÓN DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN

Tabla 8. Composición del extracto de saturación de los horizontes – suelo 1

Horizonte		Ap	A2	Bt	BC	Ck		
Espesor		cm	0-10	10-21	21-40	40-52	52-67	
Ex tr ac to de sa tu ra ci ón	pH		8,2	7,5	7,7	8,2	8,1	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3
	Catio nes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	4,3	2,1	2,7	3,4	2,7
		Na ⁺		0,5	1,0	0,6	0,8	0,8
		K ⁺		1,1	0,6	0,4	0,2	0,2
		Suma		5,9	3,7	3,7	4,4	3,7
	Anion es	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	0,6	0,5	0,2	0,2	0,3
		Cl ⁻		0,9	1,0	1,6	1,9	1
		CO ₃ ⁻²		1,2	-	-	1,3	1,3
		HCO ₃ ⁻²		3,1	1,8	1,2	1,15	1,3
		Suma		5,8	3,3	3	4,5	3,9
RAS			0,3	0,9	0,5	0,6	0,6	

FERTILIDAD QUÍMICA

Tabla 9. Parámetros de fertilidad química – suelo 1

pH (suelo: 1:2,5)		6,6
Materia orgánica	g kg⁻¹	26
Carbono orgánico		15
Nitrógeno total		1,2
Relación C / N		12
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	6
Potasio asimilable		1079

ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Tabla 10. Determinación de respiración microbiana - suelo 1

SUELO	mg CO ₂ 100g ⁻¹ día ⁻¹
1	17,1

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 DE LOS SUELOS**

- ✓ **Clasificación taxonómica del suelo según Soil taxonomy (Soil survey staff, 2010)**

- Epipedón: Mólico
- Endopedón: Argílico (Bt), cálcico (Ck), petrocálcico (Ckm)
- Edafoclima:
 - RHS: Údico
 - RTS: Térmico

El suelo tiene un Epipedón Mólico oscuro de 21 cm de espesor (horizonte Ap+A₂) y presenta un endopedón argílico (Bt), cálcico (Ck), petrocálcico (Ckm). Su edafoclima es údico-termico y su textura es franco arcillosa arenosa.

De acuerdo a las características diagnosticas el suelo se clasifica como:

Paleudol Petrocálcico, franco fino, térmico.

- ✓ **Clasificación del suelo por capacidad de uso CU (Klingebiel & Montgomery, 1961)**

El suelo clasifica como (IVs)

Limitantes principales:

- **s** : Profundidad del suelo (IV)

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

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

H: Clima

D: Drenaje

Pe: Profundidad efectiva.

Ta: Textura del horizonte superficial

Td: Textura del horizonte subsuperficial

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

Na: Alcalinidad sódica (considerando hasta 1 m)

Mo: Materia orgánica

T : Capacidad de intercambio catiónico

E: Erosión potencial y/o actual hídrica o eólica

IP: $0,6 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$

IP: $0,3078 \cdot 100$

IP: 30% Media o regular productividad

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Los procesos pedogenéticos presentes en el perfil son:

- ✚ **Melanización:** Acumulación de materia orgánica bien humificada en los horizontes superficiales del suelo mineral (Ap, A₂).
- ✚ **Eluviación:** Pérdida del elementos fino (Ap, A₂).
- ✚ **Iluviación:** Acumulación de los materiales movilizado por eluviación (Bt).
- ✚ **Calcificación:** Acumulación de carbonato de calcio y sulfato de calcio. Se acumulan en el horizonte C puede estar en otro horizonte (Ck, 2Ck).
- ✚ **Génesis de estructura:** proceso que permite diferenciar a un horizonte de una capa o sedimento (Ap, A₂, Bt, BC).

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Es un suelo evolucionado con una secuencia de horizontes Ap-A₂-Bt-BC-Ck-2Ckm, bajo un clima semiárido-templado con una precipitación de 756 mm anuales y una temperatura media anual 14° C, los materiales parentales están constituidos por sedimentos loessoides, tiene buen drenaje y una profundidad efectiva de 67 cm (limitante por el horizonte 2Ckm). Los análisis granulométricos de los horizontes Bt-BC-Ck presenta mayores contenidos de arcilla respecto a los horizontes Ap-A₂. Dentro de la fracción arena predomina la sub-fracciones fina y muy fina del perfil. La textura de los horizontes Ap-A₂ clasifica como franco arcilloso arenoso y Bt-BC-Ck clasifica como franco arcilloso. La densidad aparente es de 1,36 Mg m⁻³, adecuada según clase textural. El contenido de agua en CC es de 36,7% y PMP es de 15,6% por ende el contenido de agua útil para los cultivos es de 21,1 % v/v. con buena capacidad de almacenamiento de agua. La PT (48,84%) es adecuada, con 27 % de mesoporos. En cuanto a la estabilidad estructural es clasificado como no satisfactoria con 25,1% y puede deberse a las labores realizadas para implantar el sorgo. Los valores de pH actual oscilan en 7 para todos los horizontes. La conductividad eléctrica tiene valores que oscilan entre muy bajos, (0,27-0,53), al igual que los valores del RAS (0,3-0,9). Este suelo puede caracterizarse como no alcalino y no sódico. Los valores de PSI son menor a 15 oscilando entre (0,4-1,3), sin problema de sodio. La CIC oscila entre 15,6 a 24,6) que nos indica que en los horizontes principales (Ap ,A₂) tiene menor CIC y los horizontes inferiores (Bt, BC) tiene mayor CIC, asociados al contenido de arcillas. La fertilidad en el horizonte superficial, es clasificada como media, por el contenido de materia orgánica de 26 g kg⁻¹. El fósforo extraíble es bajo (6 mg kg⁻¹), el nitrógeno total es bajo con 1,26 mg kg⁻¹ y una relación C/N de 11,9. La actividad biológica en el horizonte Ap es clasificada como moderada con un valor de 17,1 mg 100 g⁻¹ día⁻¹.

SUELO 2

Fecha de muestreo: 31 de octubre de 2022

Factores de sitio y características morfológicas

- **Ubicación del perfil:** Establecimiento “Santa Leonor”, a 5 km de la localidad de Dufaur.
- **Latitud:** 37° 55' 23,8" S
- **Longitud:** 62° 19' 56,4"O
- **Altitud:** 301 m.s.n.m.
- **Antecedentes del lote:** Campo natural dentro de los últimos 5 años.
- **Paisaje:** Dominio morfoestructural positivo de ventania.
- **Relieve:** Normal- Plano ondulado.
- **Geomorfología:** Llanura Subventánica occidental, sector proximal.
- **Posición:** media-baja
- **Material Parental:** Sedimentos Loessoides.
- **Edad:** Holoceno.
- **Pendiente:** menor al 1%
- **Drenaje:** Bien drenado
- **Erosión:** no se observan evidencias de erosión actual.
- **Vegetación:** Campo Natural con pasto llorón.
- **Cobertura:** 50%
- **Uso de la tierra:** Ganadero.
- **Edafoclima:**
 - **Régimen de Humedad del Suelo:** Údico.
 - **Régimen de Temperatura del Suelo:** Térmico.

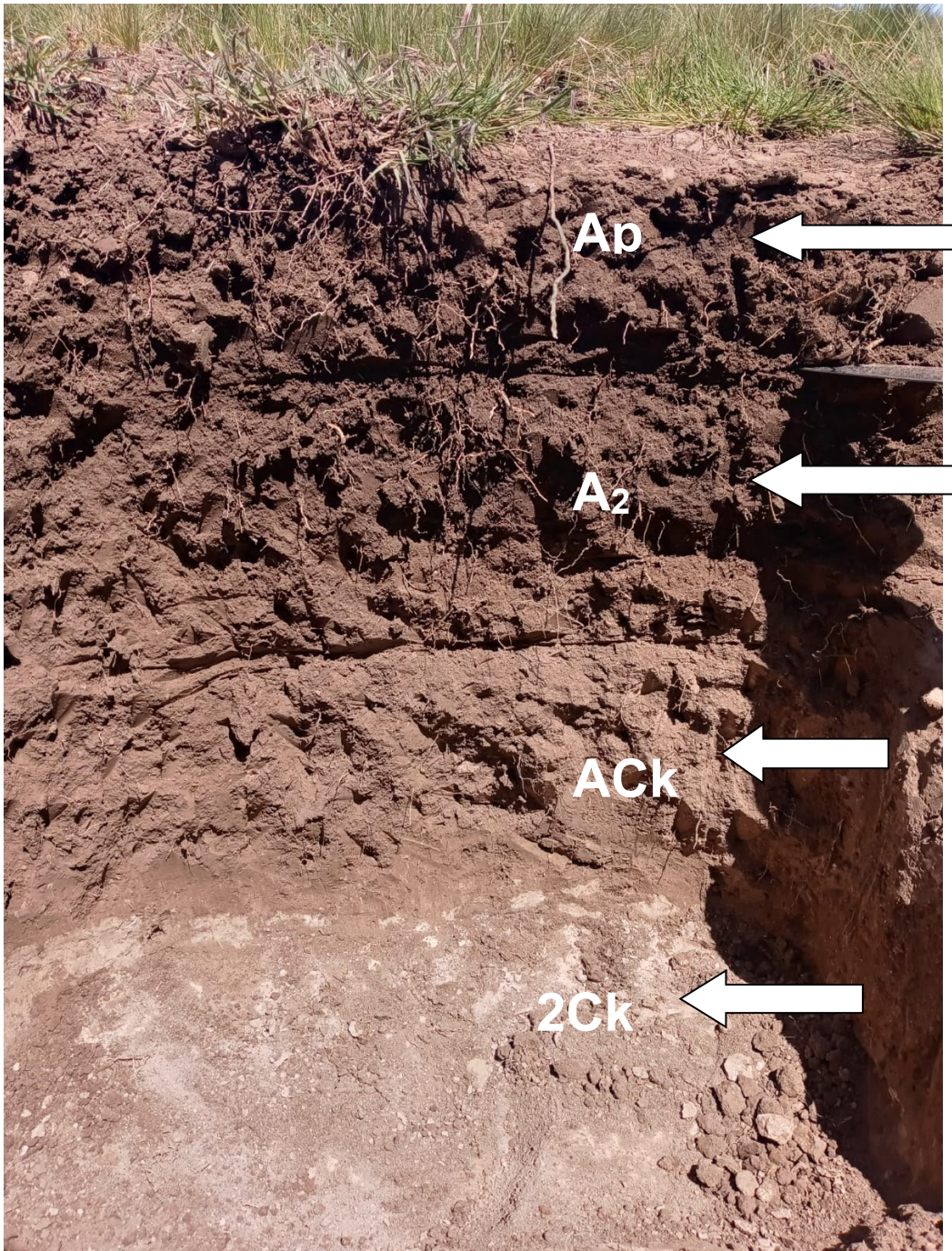


Figura N° 9: Perfil del suelo 2

Descripción Morfológica

Tabla 12. Descripción morfológica del suelo 2

Horizonte	Descripción
Ap 0-9 cm	10 YR 3/1 (gris muy oscuro) en húmedo , 10 YR 4/1(gris oscuro) en seco; franco; bloques medios y finos, moderados; poco consolidado; ligeramente duro; friable adhesivo y plástico; abundantes raíces; abundante presencia de pellets; no presenta reacción al HCl al 10%; limite claro y plano.
A2 9-25 cm	10 YR 3/2 (pardo grisáceo muy oscuro) en húmedo , 10 YR 5/1 (gris) en seco; franco; prismas finos, moderados; poco consolidado; ligeramente duro; muy adhesivo y plástico; abundante presencia de raíces; presencia de pellets comunes; no presenta reacción al HCl al 10%; limite claro y plano.
ACk 25-55 cm	10 YR 4/2 (pardo grisáceo oscuro) en húmedo , 10 YR 5/3(pardo) en seco; franco; bloques medios, moderados; consolidado; friable adhesivo y plástico ; presenta pocas raíces; escasa presencia de pellets; presencia de concreciones de carbonato medios finos ; no presenta reacción al HCl al 10%; limite abrupto y ondulado.
2Ck 55-65 cm	10 YR 7/2(pardo muy claro) en seco, 10 YR 6/3 (pardo claro) en húmedo; franco arenosa; con abundante reacción al HCl al 10%; limite abrupto y ondulado.
3Ckm +65 cm	Horizonte petrocálcico

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tabla 13. Características físicas de los horizontes del suelo 2

Horizonte		Ap	A2	ACk	2Ck	
Espesor		cm	0	9-25	25-55	55-65
Análisis granulometría	Arcilla	g kg ⁻¹	262	245	201	160
	Limo		318	304	314	195
	Arena muy fina		322	358	366	462
	Arena fina		66	61	82	131
	Arena media		18	19	21	28
	Arena gruesa		11	11	14	19
	Arena muy gruesa		2	2	2	4
Clase textural		F	F	F	FA	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,4	-	-	-	
Densidad real		2,6	-	-	-	
Porosidad total	%	43,3	-	-	-	
Humedad equivalente		17,0	17,0	17,1	17,1	
Humedad higroscópica		3,6	3,7	3,7	2,5	
PMP		16,4				

ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

Tabla 14. Estabilidad estructural del suelo 2

Suelo	Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	E.E%	índice de EE
2	12	1,2	41,6	MUY BUENA

(*) : Cambio en el diámetro medio ponderado.

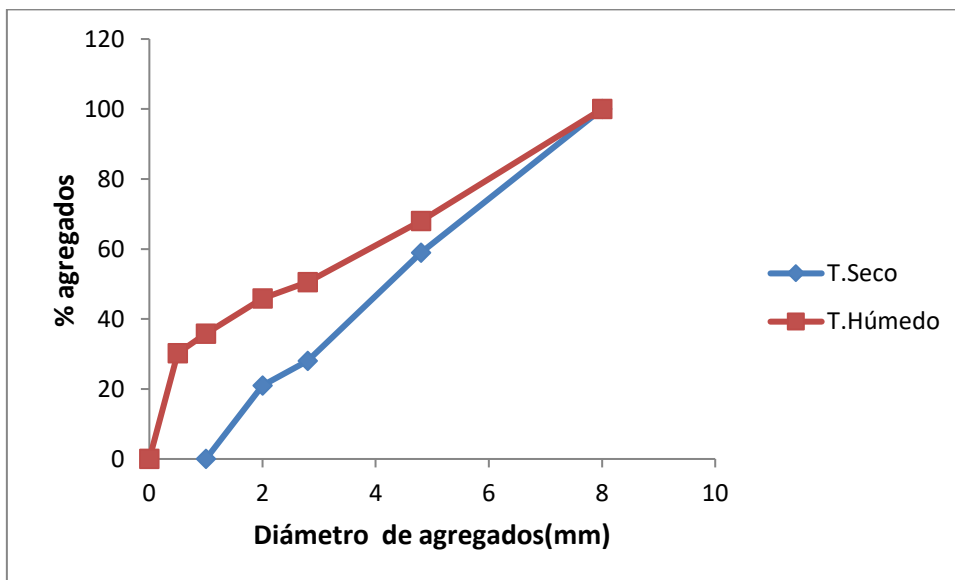
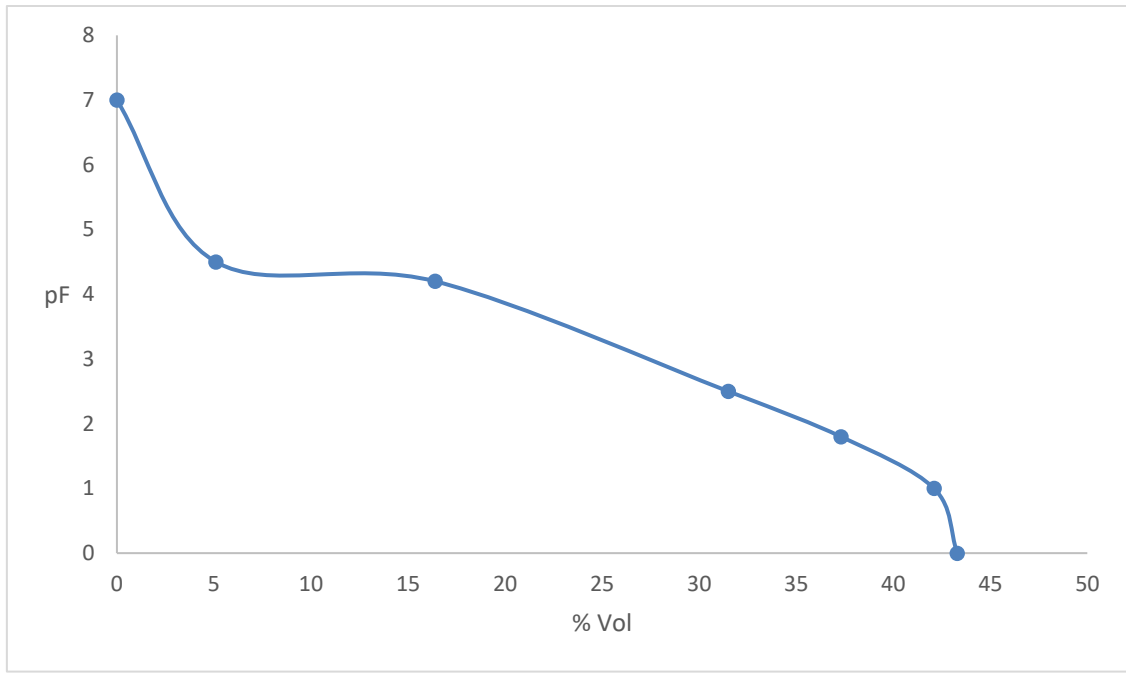


Figura N°10: Estabilidad Estructural-suelo 2

RETENCIÓN HÍDRICA

Tabla 15. Retención hídrica del suelo 2

SUELO	HTE.		pF0	pF1	pF 1,8	pF 2,5	pF 4,2	pF 4,5	pF 7	AU
2	Ap	%VOL	43,3	42,1	37,3	31,5	16,4	5,1	0	15,1



FiguraN°11: Curva de retención hídrica-suelo 2

DISTRIBUCIÓN DE ESPACIO POROSO

Tabla 16. Porcentaje de distribución por tamaño de poros- suelo2

suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	ultramicroporos	solidos
2	43,3	5,9	5,9	15,1	11,3	5,1	56,7

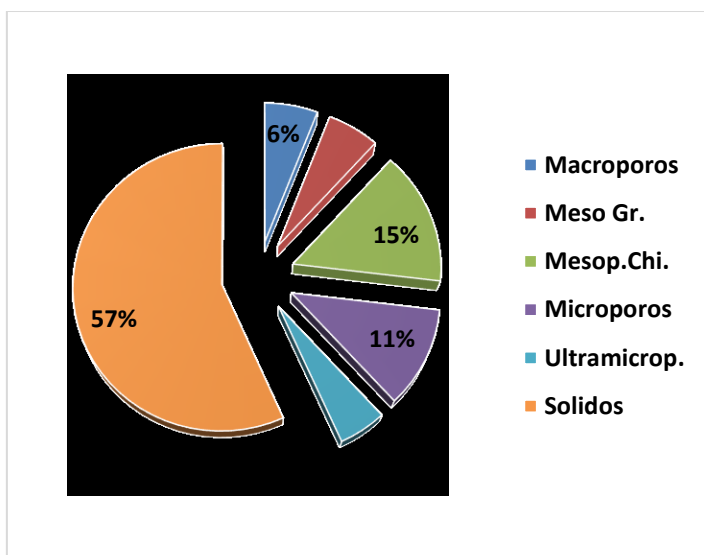


Figura N°12: Distribución por tamaño de poros - suelo 2

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Tabla 17. Características químicas de los horizontes del suelo 2

Horizonte			Ap	A2	ACk	2Ck	
Espesor		cm	0	9-25	25-55	55-65	
Materia orgánica		g kg ⁻¹	25	21	7	6	
Carbono orgánico			15	12	4	4	
Fósforo total		mg kg ⁻¹	474	515	526	615	
Fósforo orgánico			202	203	198	50	
Fósforo inorgánico			264	285	356	556	
Relación C/P		CO/PO	74	59	20	80	
Calcáreo		g kg ⁻¹	-	-	vestigia	143,5	
pH (en suspensión 1:2,5)			7	7,1	7,9	8,7	
Co m p l e j o d e c a m b i o	Base s interc ambi ables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹ 1	17,7	15,5	*	*
		Na ⁺		0,1	0,2	0,2	0,2
		K ⁺		0,5	0,3	0,4	0,3
	Suma de bases			18,3	16,0	-	-
CIC		cmol _c kg ⁻¹ 1	19,6	16,6	16,3	10,9	
Saturación de bases		%	96	96	-	-	
PSI			0	1	1	2	

(*):no se determino por presencia de carbonato de calcio.

COMPOSICIÓN DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN

Tabla 18. Composición de las sales solubles de los horizontes- suelo 2

horizonte		Ap	A ₂	ACk	2Ck		
Espesor		cm	0	9-25	25-55	55-65	
Ex tr ac to de sa tu ra ci ón	pH		8,5	8,0	8,1	8,3	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,4	0,3	0,2	0,2
	Catio nes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	4,3	2,8	3,9	3,7
		Na ⁺		0,7	0,5	0,7	1,1
		K ⁺		0,9	0,4	0,2	0,2
		Suma		5,9	3,7	4,8	5,0
	Anion es	SO ₄ ⁻²	me L ⁻¹	0,3	0,6	0,2	0,4
		Cl ⁻		0,6	0,6	0,7	1,4
		CO ₃ ⁻²		2	-	-	-
		HCO ₃ ⁻²		2,1	2,95	2,4	2,7
		Suma		5	4,15	3,3	4,5
	RAS		0,4	0,4	0,5	0,8	

FERTILIDAD QUÍMICA

Tabla 19. Parámetro de fertilidad química - suelo 2

pH (suelo: 1:2,5)		7,1
Materia orgánica	g kg⁻¹	25
Carbono orgánico		14
Nitrógeno total		1,3
Relación C / N		10.7
Fosforo extraíble	mg kg⁻¹	8
Potasio asimilable		958

ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Tabla 20. Determinación de respiración microbiana

SUELO	mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹
2	12,5

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

Tabla 21. Rango de valores de la actividad biológica (respiración)

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

CLASIFICACIONES DEL SUELO

✓ **Clasificación Taxonómica del Suelo según Soil Taxonomy (soil survey staff,2010)**

- **Epipedón:** Mólico
- **Endopedón:** Petrocálcico (3Ckm).
- **Edafoclima:**
 - **Régimen de Humedad del Suelo:** Údico
 - **Régimen de Temperatura del Suelo:** Térmico

El suelo tiene un epipedón mólico oscuro de 25 cm de espesor (horizonte Ap y A₂) y Petrocálcico (3Ckm). Su edafoclima es údico-térmico y su textura es franca.

De acuerdo a las características diagnosticas, el suelo clasifica como:

Paleudol petrocálcico, franco grueso, térmico

✓ **Clasificación de suelo por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery,1961)**

Clasificación: IV s

Limitantes principales:

- **s** : Profundidad del suelo (IV)
- **e** : Arenas erodibles 64% (I)
- **w** : Capacidad de retención de agua disponible

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

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

H: Clima

D: Drenaje

Pe: Profundidad efectiva.

Ta: Textura del horizonte superficial

Td: Textura del horizonte subsuperficial

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

Na: Alcalinidad sódica (considerando hasta 1 m)

Mo: Materia orgánica

T : Capacidad de intercambio catiónico

E: Erosión potencial y/o actual hídrica o eólica

IP: $0,6 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1$

IP: $0,342 \cdot 100$

IP: 34% Media o regular productividad

PROCESOS PEDOGENÉTICOS

Los procesos pedogenéticos principales son:

- ✚ **Melanización:** Acumulación de materia orgánica bien humificada en los horizontes superficiales del suelo mineral (Ap-A2).
- ✚ **Eluviación:** Pérdida del elemento fino por suspensión y va al horizonte inferior (Ap, A₂).
- ✚ **Calcificación:** Acumulación de carbonato de calcio y sulfato de calcio. Se acumula en el horizonte C puede estar en otro horizonte (2Ck).
- ✚ **Génesis de estructura:** Proceso que permite diferenciar a un horizonte de una capa o sedimento (Ap, A₂, ACk).

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

El perfil posee una secuencia de horizontes Ap-A₂-ACk-2Ck . La textura de los horizontes Ap, A₂, ACk clasifica como franco con predominio de arena y el horizonte 2Ck como franco arenoso. La densidad aparente es de 1.42 Mg m⁻³ considerada una densidad media. El contenido de agua en CC es de 31,5 y el de PMP 16,4 como resultado es 15,1 de agua útil, que nos indica un buen almacenamiento de agua. La Porosidad Total es de 43,3% es considerada como una buena porosidad. En la distribución de espacios porosos predominan los mesoporos con 15 %. La estabilidad estructural es clasificada como buena, esto puede ser por el descanso del suelo (sin laboreo). Los valores de pH en suspensión son ligeramente alcalinos con promedio de 7,6. En el extracto de saturación, la conductividad eléctrica tiene valores que oscilan entre (0,19-0,46) y el RAS (0,4-0,8), considerado como No salino y no sódico respectivamente. Los valores del complejo de cambio indican, que tiene un PSI menor a 15 por ende clasifica como No sódico. La CIC oscilan con valores entre (19,6-10,9) que nos indica que en los horizontes principales tiene mayor CIC suelo rico y los horizontes inferiores (A₂, ACk, 2Ck) tiene menor CIC, suelo pobre. La fertilidad en el horizonte superficial, se clasificada como baja en MO con un valor de 25 gkg⁻¹, fósforo extraíble bajo (8 mgkg⁻¹), nitrógeno total baja 1,3 mg kg⁻¹ y una relación C/N de 10,7.

La actividad biológica es clasificada como moderadamente baja con un valor de 12,5 mg CO₂ 100g⁻¹dia⁻¹ en el horizonte Ap.

CALIDAD DE AGUAS

Tabla 22. Datos de la muestra del agua

DETERMINACION	UNIDADES	TANQUE CASA	TANQUE CORRALES
pH		7,6	7,7
Ce	ds m ⁻¹	0,54	0,45
Cl	meq L ⁻¹	1,8	1,0
bicarbonato		5,2	4,8
SO ₄		0,4	0,6
SUMA ANIONES		7,4	6,4
Na		4,2	3,0
K		0,1	0,1
Ca + Mg		3,7	3,8
SUMA DE CATIONES		8	6,9
dureza		Mg CaCO ₃ L ⁻¹	185
Clasificación de dureza		DURA	DURA
Relación de absorción de sodio		3,1	2,2

Clasificación del agua de acuerdo al contenido salino:

Por el contenido salino del agua (molino de la casa y del tanque de los corrales) la conductividad eléctrica 0,54 dS m⁻¹ y 0,45 dS m⁻¹ respectivamente clasifican como *excelente* siendo apta para todas las clases de ganado y aves de corral.

Clasificación del agua para consumo animal:

Tanque de la casa

Sales totales (g L⁻¹) :Ce(dS m⁻¹)*0,64

Sales totales:0,35 g L⁻¹

Sales perjudiciales: 0,0004 gL⁻¹ (sulfatos)*48:**0,0192**

Sales beneficiosas: sales totales (g L⁻¹) – sulfatos (g L⁻¹)

Sales beneficiosas : 0,35 - 0,0192 : **0,33 g L⁻¹**

Tanque de corrales

Sales totales(g L⁻¹) :Ce(dS m⁻¹)*0,64

Sales totales:0.29 g L⁻¹

Sales perjudiciales : 0,0006 gL⁻¹ (sulfatos)*48:**0,0288**

Sales beneficiosas: sales totales (g L⁻¹) – sulfatos (g L⁻¹)

Sales beneficiosas: 0,29 - 0,0288: **0,2612 g L**

Según la clasificación del agua para consumo animal propuesta por Sager (2000), el agua del tanque de la casa y la del corral del establecimiento, califican 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.

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

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

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

Tanto el agua del Tanque de la casa como la del corral clasifican como C2-S1, lo que expresa un bajo contenido de sales y sodio. Es por eso que el agua califica de buena calidad siendo apta para riego en todos los casos, excepto en algunos suelos que tengan muy baja permeabilidad. Además, se debe considerar que se pueden presentar problemas en cultivos muy sensibles al sodio y a la salinidad.

CONCLUSIONES

Se han estudiados dos suelos del Establecimiento “Santa Leonor”, Dufaur, Pdo. de Saavedra. Los mismos se ubicaron en dos planos altos de distintos potreros, con diferente uso. Ambos perfiles presentan como material parental a sedimentos loésicos depositados sobre un horizonte petrocálcico heredado (2 Ckm a 65 cm de profundidad), bajo un clima edáfico údico-térmico.

El perfil 1 presenta mayor desarrollo morfológico (Ap-A2-Bt-BC-Ck-2Ckm) que el perfil 2 (Ap-A2-ACk-2Ck-Ckm). Ambos suelos clasifican como Paleudol Petrocálcico, difiriendo en la familia: franco fina y franco gruesa respectivamente.

El suelo 1 presenta una capacidad de uso IVs y un índice de productividad de 30% lo que indica una media productividad.

El suelo 2 clasifica como IVs por su capacidad de uso, prentando un índice de productividad de 34% que indica una regular productividad. Es importante considerar la estabilidad estructural de los suelos por la marcada diferencia, dado que en el suelo 1 fue insatisfactoria con 25,1% y en el suelo 2 fue muy buena con 41,6%. El suelo 1 tenía rastrojo de sorgo y el suelo 2 estaba pastoreado por animales (campo natural de varios años). La actividad biológica osciló entre 17 a 12 mg CO₂ 100g⁻¹día⁻¹ (moderadas) para el suelo 1 y suelo 2, respectivamente.

En relación al objetivo propuesto, se considera que los dos de suelos presentan una aptitud de uso ganadero-agrícola, debiendo realizarse rotaciones que aseguran la sustentabilidad del recurso suelo.

BIBLIOGRAFIA

- Salerno C, Laurent G y M Alvarado. 2010. CALIDAD DE AGUAS. Aspectos microbiológicos, fisicoquímico y medioambientales. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Riverside 1954. Normas Riverside :Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity laboratory staff.
- Rivero, E & G Cruzate. 2008. Materia orgánica, nitrógeno y fósforo: Mapas de contenido y disponibilidad en distintos suelos de la República Argentina. XXI CACS. Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. En CD 6 pag.
- Schoeneberger, P.J.; D Wysocki; E Benham & W Broderson (Eds). 2002. Field Book for describing and sampling soils . Version 2.0. NRCS, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.
- Soil Survey Division Staff-USDA. 1993. Soil Survey Manual, Handbook N° 18, Washington DC.
- US Bureau of Reclamation (USBR-USDI). 1953. Irrigated Land Use, Part 2: Land classification. B.R. Manual. Vol. 5, U.S. Gov. Printing Office, Washington.

PAGINAS WEB CONSULTADAS:

- Clasificación de dureza disponible en :
<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/clasificacion-del-agua-por-su-dureza>

• **APENDICE**

Determinaciones Físicas

Densidad aparente

Suelo	P sse+cil	P cil vacio	Psse	Dap Mg m-3	Promedio Mg m-3
1	258,2	114,79	143,41	1,4341	1,36
	259,51	113,61	145,9	1,459	
	244,86	105,06	139,8	1,398	
	249,12	113,97	135,15	1,3515	
	249,57	114,49	135,08	1,3508	
	230,31	112,93	117,38	1,1738	
2	248,45	114,58	133,87	1,3387	1,42
	262,67	115,35	147,32	1,4732	
	259,96	113,95	146,01	1,4601	
	246,86	113,33	133,53	1,3353	
	264,28	115,97	148,31	1,4831	
	258,31	113,26	145,05	1,4505	

Psse + cil: Peso del suelo seco estufa mas el cilindro

P cil vacio: Peso del cilindro vacio

P sse: Peso del suelo seco a estufa

Densidad Real

Suelo	P. de suelo	Psw	Pw	Densidad real(Mg cm - 3)	Promedio (Mg cm -3)
1	12,0038	49,0539	41,8105	2,67	2,65
	11,9874	49,403	42,1509	2,68	
	11,9989	44,8353	37,6872	2,61	
	12,0018	48,2371	41,0806	2,61	
	12,0162	49,3716	42,129	2,66	
2	11,9383	48,683	41,5741	2,60	2,59
	12,0162	47,867	40,7785	2,56	
	11,9924	49,0463	41,909	2,60	
	12,004	49,2786	42,1708	2,58	
	12,0591	48,418	41,2297	2,61	

Psw: peso del picnómetro con suelo y con agua

Pw: peso del picnómetro con agua

P suelo: peso del suelo expresado en gramos corregido con HH

PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE

PMP(%)								
Suelo	Rep	Pcaps	Pcaps+SH	Pcaps+SSE	Psse	%PMP(grav.)	%g prom.	%PMP (vol.)
1	1	23,45	51,93	48,99	25,54	11,51	11,50	15,64
	2	24,387	54,9	51,75	27,363	11,51		
	3	23,56	53,37	50,3	26,74	11,48		
2	1	23,22	53,49	50,36	27,14	11,53	11,53	16,37
	2	23,47	52,3	49,33	25,86	11,48		
	3	23,75	52,77	49,76	26,01	11,57		

Pcaps: peso de la capsula vacia

Pcaps + sh: peso de la capsula + suelo húmedo

Pcaps + sse: peso de la capsula +suelo seco a estufa (105°)

Psse: peso del suelo seco a estufa

%PMP:punto de marchitez permanente (pF 4,2)

Humedad higroscópica (HH)

ZONA	Horizonte	Numero Capsula	Peso capsula (g)	Capsula +SH	Cápsula + SSE	SSA	SSE	Humedad higroscopica	Promedio HH
SORGO	AP	141	22,89	42,99	42,25	20,1	19,36	3,82	3,74
		142	23,29	43,68	42,96	20,39	19,67	3,66	
	A2	143	24,26	44,77	43,98	20,51	19,72	4,01	4,14
		144	23,34	43,36	42,54	20,02	19,2	4,27	
	Bt	145	22,71	42,84	41,86	20,13	19,15	5,12	4,92
		146	24,26	44,86	43,93	20,6	19,67	4,73	
	BC	147	24,62	45,11	43,92	20,49	19,3	6,17	6,03
		148	24,06	44,57	43,43	20,51	19,37	5,89	
	Ck	149	23,32	43,95	42,95	20,63	19,63	5,09	4,95
		150	25	45,03	44,11	20,03	19,11	4,81	
C.NATURAL	AP	101	22,39	42,8	42,1	20,41	19,71	3,55	3,58
		104	23,49	42,7	42,03	19,21	18,54	3,61	
	Bt	105	24,03	45,01	44,27	20,98	20,24	3,66	3,71
		106	23,67	44,93	44,16	21,26	20,49	3,76	
	BC	107	23,18	43,91	43,17	20,73	19,99	3,70	3,70
		108	23,87	44,64	43,9	20,77	20,03	3,69	
	2Ck	109	22,74	43,21	42,72	20,47	19,98	2,45	2,54
		115	23,33	43,62	43,1	20,29	19,77	2,63	

Humedad Equivalente

ZONA	Horizonte	Nro Celdilla	Numero Capsula	Peso capsula (g)	Capsula +SH	Cápsula + SSE	SSh	SSE	Humedad Equivalente	Promedio
SORGO	AP	7	7	3.54	30.38	26.11	26.84	22.57	18,91	18,91
		8	8	3.53	33.08	28.38	29.55	24.85	18.91	
	A2	9	9	3.61	31.81	26.92	28.2	23.31	20,98	20,74
		10	10	3.58	28.62	24.36	25.04	20.78	20,5	
	Bt	11	11	3.6	32.31	26.57	28.71	22.97	24,99	25,1
		12	12	3.61	34.4	28.2	30.79	24.59	25,21	
	BC	13	13	3.61	32.6	26.3	28.99	22.69	27,77	27.74
		14	14	3.47	31.58	25.48	28.11	22.01	27,71	
	Ck	15	15	3.6	31.37	24.49	27.77	20.89	32,93	33.09
		16	16	3.53	32.47	25.25	28.94	21.72	33,24	
C.NATURAL	AP	1	117	23,44	58,68	52,67	35,24	29,23	17,05	17,01
		4	118	24,39	56,86	51,35	32,47	26,96	16,97	
	Bt	5	119	23,59	61,67	55,18	38,08	31,59	17,04	17,05
		6	120	23,21	59,28	53,13	36,07	29,92	17,05	
	BC	9	121	23,48	65,14	58,03	41,66	34,55	17,07	17,13
		10	122	23,76	61,37	54,9	37,61	31,14	17,20	
	2Ck	11	123	24,74	63,34	56,74	38,6	32	17,10	17,09
		13	124	22,47	62,8	55,91	40,33	33,44	17,08	

Estabilidad Estructural (EE)

Suelo 1

Diámetro(mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
0,0	-	0
0,5	-	43,3
1	-	47,6
2	16	56,1
2,8	23	60,8
4,8	52	75,7
8	100	100

Suelo	Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	EE%	Índice de EE
1	19,9	1,9	25,1	INSATIFACTORIA

(*) : Cambio en el diámetro medio ponderado.

Suelo 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
0	-	0
0,5	-	30,26
1	-	35,79
2	21	45,9
2,8	28	50,58
4,8	59	67,97
8	100	100

Suelo	Superficie (cm ²)	CDMP (mm)	E.E%	índice de EE
2	12	1,2	41,6	MUY BUENA

(*) :Cambio en el diámetro medio ponderado.

RENCION HIDRICA (%v/v)

Suelo	pF 0	Promedio	pF 1	Promedio	pF 1,8	Promedio	pF 2,5	Promedio
1	46,27		45,6		42,74		36,35	
	45,35		43,7		41,04		35,75	
	49	48,80	47,4	47,51	41,46	42,74	35,09	36,68
	49,17		47,89		42,98		36,7	
	51,24		49,66		44,49		38,47	
	51,75		50,8		43,71		37,71	
2	42,41		41,25		35,13		28,27	
	43,53		42,19		37,78		32,01	
	44,27	43,26	43,25	42,07	38,8	37,35	32,91	31,50
	42,89		42,15		35,97		30,43	
	41,84		40,77		37,27		31,09	
	44,63		42,82		39,14		34,26	

DISTRIBUCION DEL ESPACIO POROSO

	PT	Macroporos	Meso Gr.	Mesop.Chi.	Microporos	Ultramicrop.	Solidos
Suelo 1	48,79	6,06	6,06	21,04	10,63	5	51,2
Suelo 2	43,28	5,91	5,85	15,12	11,29	5,1	56,7

DETERMINACIONES QUIMICAS

Fosforo totales

SUELO		R1	R2	promedio	mg.L-1	mg.Kg-1
1	Ap	0,135	0,125	0,13	0,19259259	481
	A2	0,104	0,118	0,111	0,16444444	411
	Bt	0,111	0,107	0,109	0,16148148	404
	BC	0,102	0,107	0,1045	0,15481481	387
	Ck	0,16	0,151	0,1555	0,23037037	576
2	Ap	0,13	0,126	0,128	0,18962963	474
	Bt	0,139	0,139	0,139	0,20592593	515
	BC	0,143	0,141	0,142	0,21037037	526
	2Ck	0,164	0,168	0,166	0,24592593	615

SODIO Y POTASIO

EXTRACTOS	hte	Na+ (UE)	X:mgL-1	meL-1	me/100g	k+(UE)	X:mgL-1	meL-1	me/100g
SUELO 1	Ap	109	11,4	0,5	1,2	290	44,8	1,1	2,9
	A2	216	22,6	1,0	2,5	155	24,0	0,6	1,5
	Bt	137	14,3	0,6	1,6	104	16,1	0,4	1,0
	BC	176	18,4	0,8	2,0	63	9,7	0,2	0,6
	Ck	170	17,8	0,8	1,9	41	6,3	0,2	0,4
SUELO 2	Ap	156	16,3	0,7	1,8	225	34,8	0,9	2,2
	Bt	120	12,6	0,5	1,4	90	13,9	0,4	0,9
	BC	143	15,0	0,7	1,6	38	5,9	0,2	0,4
	2Ck	233	24,4	1,1	2,7	44	6,8	0,2	0,4

UE: unidad de escala

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

hte	titulacion (mL)	PROMEDIO	meL-1 Ca + Mg
Ap	1,22	1,26	53,6
	1,3		
A2	0,73	0,735	31,2
	0,74		
Bt	0,9	0,885	37,6
	0,87		
BC	1	1,04	44,2
	1,08		
Ck	0,98	0,98	41,7
	0,98		
Ap	1,3	1,305	55,5
	1,31		
Bt	0,63	0,65	27,6
	0,67		
BC	0,94	0,92	39,1
	0,9		
2Ck	0,82	0,86	36,6
	0,9		

Carbonatos + Bicarbonatos

suelo	Hte	CO3	promedio	carbonato	carbonatos	HCO3	promedio		bicarbponatos
1	Ap	0,14	0,12	0,24	1,2	0,9	0,86	0,62	3,1
		0,1				0,82			
	A2					0,4	0,36		1,8
						0,32			
	Bt					0,2	0,24		1,2
						0,28			
	BC	0,12	0,13	0,26	1,3	0,5	0,49	0,23	1,15
		0,14				0,48			
2	Ck	0,12	0,13	0,26	1,3	0,56	0,52	0,26	1,3
		0,14				0,48			
	Ap	0,18	0,2	0,4	2	0,82	0,82	0,42	2,1
		0,22				0,82			
	Bt					0,56	0,59		2,95
						0,62			
	BC					0,5	0,48		2,4
						0,46			
2Ck						0,57	0,54		2,7
						0,51			

CLORUROS

suelo	HTE	TITULACION(mL)	PROMEDIO	CLORUROS(mL)
1	Ap	0,4	0,36	0,9
		0,32		0
	A2	0,4	0,395	1,0
		0,39		0
	Bt	0,62	0,62	1,6
		0,62		0
	BC	0,7	0,74	1,9
		0,78		0
	Ck	0,42	0,4	1
2		0,38		0
	Ap	0,2	0,24	0,6
		0,28		0
	Bt	0,23	0,22	0,6
		0,21		0
	BC	0,28	0,29	0,7
		0,3		0
	2Ck	0,6	0,56	1,4
	0,52		0	

SULFATOS

	horizonte	absorbancia	SULFATOS meL-1
sorgo	Ap	0,128	0,6
	A2	0,114	0,5
	Bt	0,046	0,2
	BC	0,045	0,2
	Ck	0,073	0,3
C.N	Ap	0,058	0,3
	Bt	0,132	0,6
	BC	0,039	0,2
	2Ck	0,09	0,4

DETERMINACIONES DE FERTILIDAD

FOSFORO DISPONIBLE

SUELO		Absorvancia		promedio	mg.L-1	mg.Kg-1
		R1	R2			
1	Ap	0,135	0,125	0,13	0,193	481
	A2	0,104	0,118	0,111	0,164	411
	Bt	0,111	0,107	0,109	0,161	404
	BC	0,102	0,107	0,1045	0,155	387
	Ck	0,16	0,151	0,1555	0,230	576
2	Ap	0,13	0,126	0,128	0,190	474
	Bt	0,139	0,139	0,139	0,206	515
	BC	0,143	0,141	0,142	0,210	526
	2Ck	0,164	0,168	0,166	0,246	615

DETERMINACIONES EN MUESTRA DE AGUA

SODIO

Muestra	Diluciones	me Na ⁺ /L
MOLINO CASA	-	4,2
MOLINO CORRALES	-	3,0

POTASIO

Muestra	Diluciones	me K ⁺ /L
MOLINO CASA	-	0,1
MOLINO CORRALES	-	0,1

Ca⁺⁺+Mg⁺⁺

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ / L
MOLINO CASA	2	36,6
MOLINO CORRALES	2	37,8

BICARBONATOS

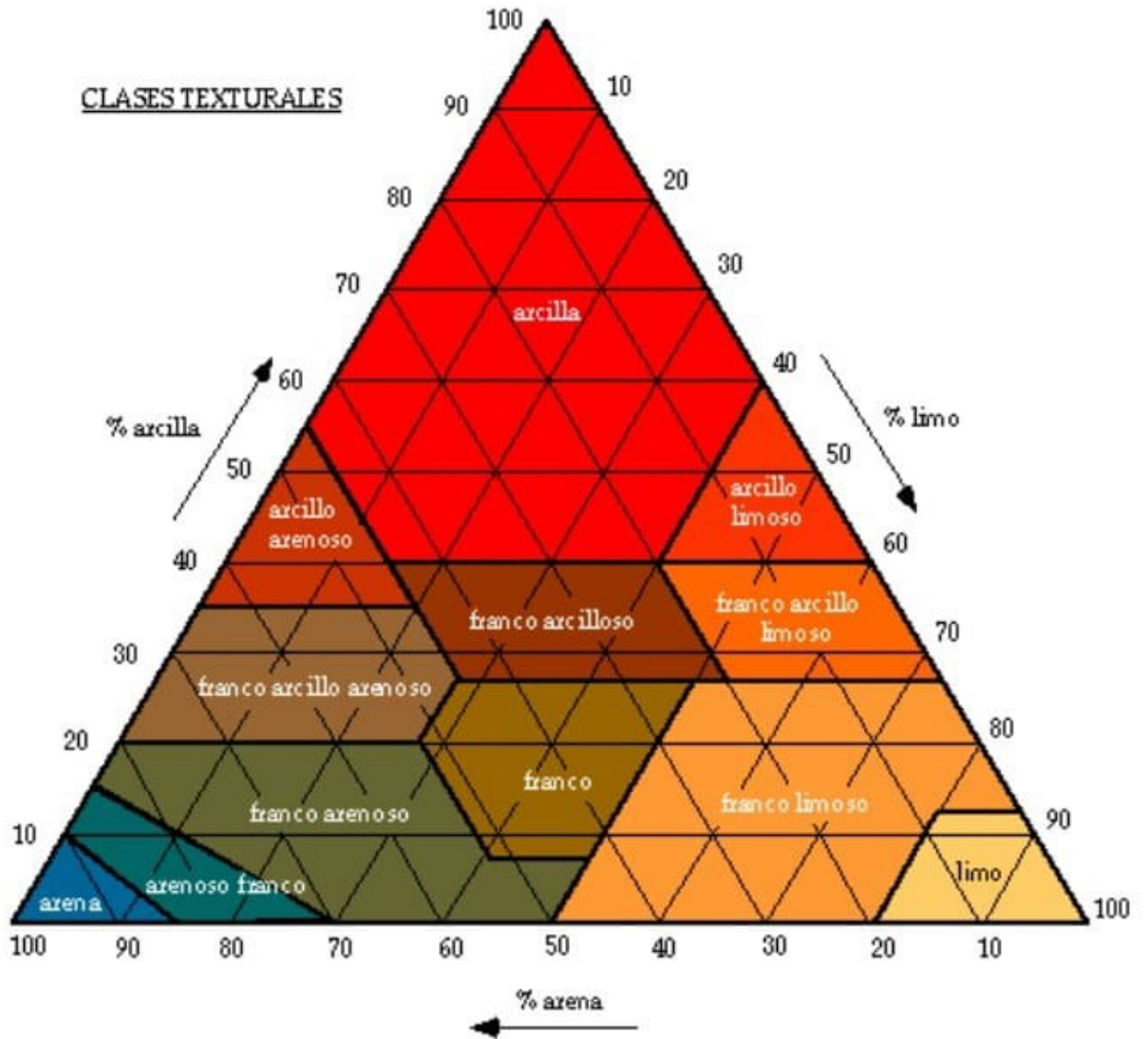
Muestra	mL de alícuota	me HCO ₃ ⁻¹ /L
MOLINO CASA	2	5,2
MOLINO CORRALES	2	4,8

CLORUROS

Muestra	mL de alícuota	me Cl ⁻ / L
MOLINO CASA	2	1,8
MOLINO CORRALES	2	1,0

SULFATOS

Muestra	me SO ₄ ⁻² / L
MOLINO CASA	0,4
MOLINO CORRALES	0,6



Reacción del suelo

pH	Calificacion
6.1-6.5	Ligeramente acido
6.6-7.3	Neutro
7.4-7.8	Ligeramente alcalino
7.9-8.4	Moderadamente alcalino
8.5-9.0	Fuertemente alcalino
>9.0	Muy fuertemente alcalino

Calificación del grado de salinidad

CE (dS m⁻¹)	Calificacion
0-4	No salino
4-8	Ligeramente salino
8-16	Moderadamente salino
16-32	Fuertemente salino
>32	Muy fuertemente salino

Calificación del grado de sodicidad

RAS	Calificacion
<5	No sódico
5-12	Ligeramente sódico
13-20	Sódico
>20	Fuertemente sódico

Calificacion de la disponibilidad de materia organica (MO),Nitrogeno total(Nt) y Fosforo disponible(pd)

- **CALIDAD DE AGUA**

Dureza (mg/l CaCO₃)	Tipos de agua
0 – 60	Blanda
61 – 120	Moderadamente dura
121 – 180	Dura
> 180	Muy dura