



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

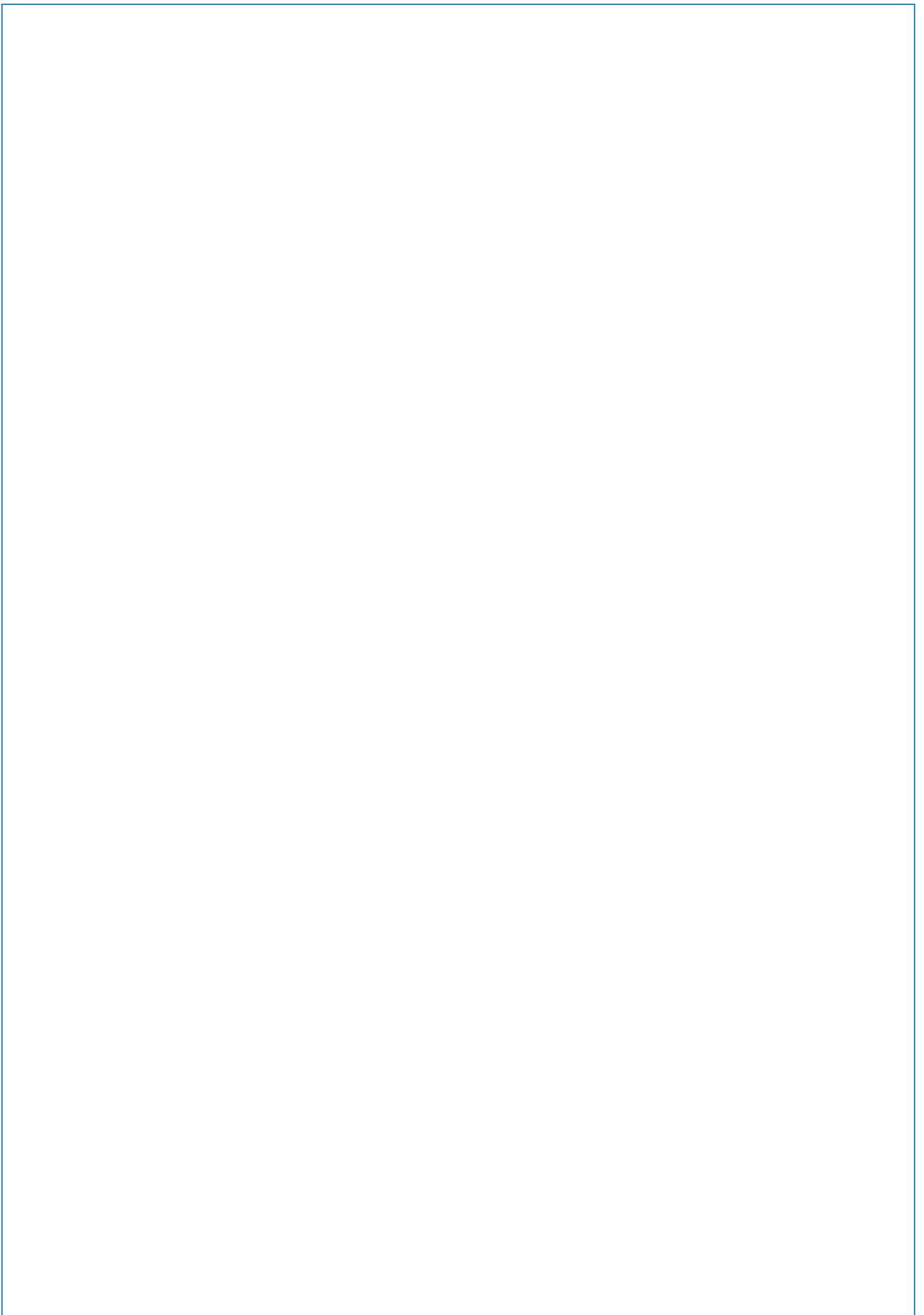
TRABAJO FINAL

TÉCNICO SUPERIOR AGRARIO EN SUELOS Y AGUAS



ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS SUELOS EN EL ESTABLECIMIENTO “DON RAMON”

VALENTINA LABEYRIE - XIMENA ZALAZAR



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO.....	2
3. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
3.1 UBICACIÓN.....	3
3.2 CLIMA.....	5
3.2.1 GENERALIDADES	5
3.2.2 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
3.2.3 VIENTO.....	9
3.2.4 PRECIPITACIÓN	10
3.2.5 TEMPERATURA	13
3.2.6 PRESIÓN BAROMÉTRICA.....	15
3.3 GEOMORFOLOGÍA Y MATERIALES PARENTALES	16
3.3.1 GEOMORFOLOGÍA.....	18
3.3.2 GEOAMBIENTES.....	18
3.4 VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA.....	20
3.4.1 VEGETACIÓN	20
3.4.2 USO DE LA TIERRA	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1 TRABAJO DE CAMPO	23
4.2 TRABAJO DE LABORATORIO	24

4.2.1 Análisis físicos	24
- Análisis granulométrico	24
-Densidad real	25
-Humedad Equivalente.....	25
-Humedad higroscópica.....	26
-Densidad aparente.....	26
-Curva de retención hídrica y distribución por tamaños de poros	26
-Estabilidad estructural.....	27
4.2.2 Análisis químico	27
-Conductividad eléctrica	27
-Ph	28
-Calcio + Magnesio	28
-Sodio y Potasio.....	28
-Carbonatos y Bicarbonatos	28
-Cloruros	29
-Sulfatos	29
-Cationes Intercambiables	29
-Capacidad de Intercambio Catiónico	29
-Materia Orgánica	30
-Fósforo extraíble.....	30
-Fósforo total	30
-Fósforo orgánico e inorgánico.....	30
-Potasio asimilable	30
-Calcáreo.....	31
-Nitrógeno total.....	31
4.2.3 Análisis microbiológico	31
-Respiración microbiana	31

5. RESULTADOS	33
5.1 SUELO 1.....	33
5.1.1 Factores de sitio y descripción morfológica	34
5.1.2 Características físicas	37
5.1.3 Características químicas	41
5.1.4 Parámetros de fertilidad y actividad biológica (Laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos, 2023. Departamento de Agronomía. UNS).....	44
5.1.5 Interpretación de resultados de campo y laboratorio.....	45
5.1.6 Clasificación de los suelos.....	47
-Clasificación taxonómica (Soil Taxonomy. 2nd edición. 2006).....	47
-Clasificación por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery.1962). 47	
-Índice de productividad (SAGyP-INTA. 1989).....	48
5.2 SUELO 2.....	50
5.2.1 Factores de sitio y descripción morfológica	51
5.2.2 Características físicas	54
5.2.3 Características químicas	58
5.2.4 Parámetros de fertilidad y actividad biológica (Laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos, 2023. Departamento de Agronomía. UNS).....	61
5.2.5 Interpretación de resultados de campo y laboratorio.....	62
5.2.6 Clasificación de los suelos.....	64
-Clasificación taxonómica (Soil Taxonomy. 2nd edición. 2006).....	64
-Clasificación por capacidad de uso (Klingebiel & Montgomery.1962)	64
-Índice de productividad (SAGyP-INTA. 1989).....	65
5.3 CALIDAD DE AGUAS	67
6. CONCLUSIONES	70
7. BIBLIOGRAFÍA	71

APÉNDICE

FIGURAS

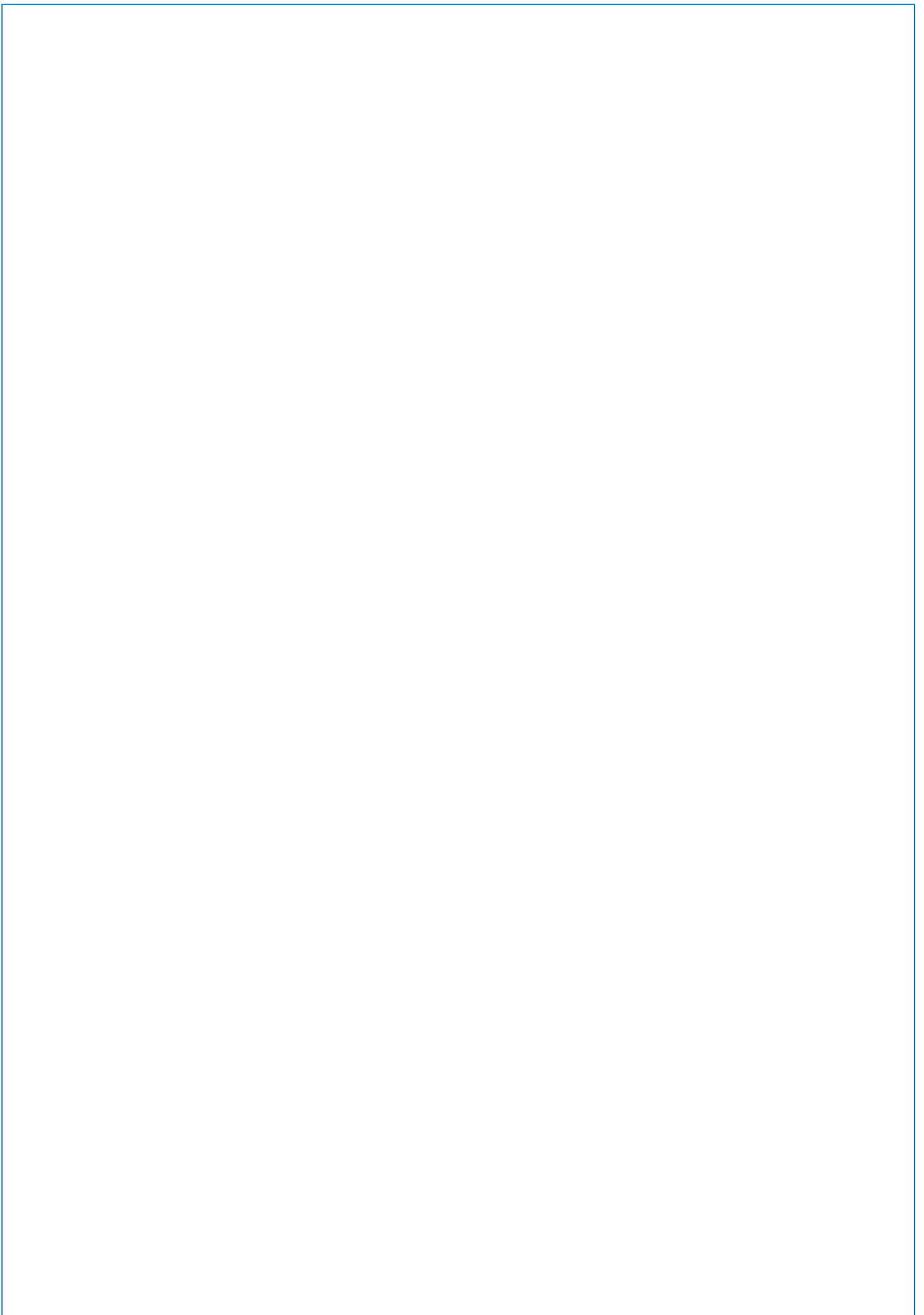
Figura 1. Ubicación de la Estación Algarrobo en el ramal de Bahía Blanca a Río Colorado.....	1
Figura 2. Ubicación de la localidad de Juan Cousté en el partido de Villarino, Sudoeste Bonaerense	3
Figura 3. Ubicación del área de estudio en imagen satelital de Google Earth	4
Figura 4. Tipos de climas según KÖEPPEN, mapa de la República Argentina	6
Figura 5. Tipos de climas según KÖEPPEN, mapa del partido de Villarino.....	7
Figura 6. Mapa de referencia Clima de la República Argentina	8
Figura 7. Velocidad media del viento a 2 mts de altura (km h^{-1}), (2006-2019), INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (Algarrobo)	9
Figura 8. Velocidad máxima del viento a 2 mts de altura (km h^{-1}), (2006-2019), INTA, Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (Algarrobo)	9
Figura 9. Mapa de isohietas y distribución de las precipitaciones, zona de Villarino,Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Rodriguez, D. Shulz, G. Moretti, L. (2018).....	10
Figura 10. Promedio anual de precipitaciones, Datos INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022)	11
Figura 11. Promedio mensual de precipitaciones, Datos INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022).....	11
Figura 12. Promedio anual de precipitaciones, registrados en pluviométrico cilíndrico a campo, (Valentina Labeyrie, 2006-2023).....	12
Figura 13. Promedio mensual de precipitaciones, registrados en pluviométrico cilíndrico a campo, (Valentina Labeyrie, 2006-2023).....	12
Figura 14. Temperatura promedio, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2019).....	13
Figura 15. Temperatura Máxima absoluta, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2019)	14
Figura 16. Temperatura Máxima absoluta, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2019).....	14
Figura 17. Presión Barométrica, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2019).....	15
Figura 18. Ubicación del partido de Villarino en el mapa de las provincias geológicas	

del territorio argentino. (Modificación, Ramos 1999).....	16
Figura 19. Mapa geológico del suroeste de la provincia de Buenos Aires. (Modificación, Fidalgo,1999).....	17
Figura 20. Mapa Geoambientes del partido de Villarino, Suroeste de la provincia de Buenos Aires. (Modificación, Gonzales Uriarte 2002).....	18
Figura 21. Mapa Geoambientes del partido de Villarino, escala 1:250000, Suroeste de la provincia de Buenos Aires. (2018).....	19
Figura 22. Regiones fitogenéticas, Cabrera (1971).....	21
Figura 23. Vista de lote en el que se describió el Suelo 1	33
Figura 24. Perfil del Suelo 1.....	35
Figura 25. Curva de estabilidad estructural de Suelo 1	38
Figura 26. Curva de retención hídrica del Suelo 1.....	39
Figura 27. Distribución por tamaño de poros del Suelo 1	40
Figura 28. Vista de lote en el que se describió el Suelo 2	50
Figura 29. Perfil del Suelo 2.....	52
Figura 30. Curva estabilidad estructural del Suelo 2.....	55
Figura 31. Curva de retención hídrica del Suelo 2.....	56
Figura 32. Distribución del espacio poroso del Suelo 2	57
Figura 33. Ubicación de perforaciones. Toma de muestra tanque 1 y 2.....	67

TABLAS

Tabla 1. Clasificación del índice es estabilidad estructural de los agregados.....	27
Tabla 2. Rango de valores de actividad biológica	32
Tabla 3. Descripción morfológica, Suelo 1.....	36
Tabla 4. Caracterización física, Suelo 1	37
Tabla 5. Estabilidad estructural, Suelo 1	38
Tabla 6. Curva de retención hídrica, Suelo 1	39
Tabla 7. Distribución del espacio poroso, Suelo 1	40
Tabla 8. Determinaciones químicas, Suelo 1.....	41
Tabla 9. Composición de las sales solubles, Suelo 1	42
Tabla 10. Determinaciones de fertilidad en la capa arable, Suelo 1	43
Tabla 11. Respiración microbiana, Suelo 1	44

Tabla 12. Rango de valores de actividad biológica, Suelo 1	44
Tabla 13. Valores de referencia del Índice de Productividad (IP), Suelo 1	48
Tabla 14. Descripción morfológica, Suelo 2.....	53
Tabla 15. Determinaciones físicas, Suelo 2.....	54
Tabla 16. Estabilidad estructural, Suelo 2.....	55
Tabla 17. Curva de retención hídrica, Suelo 2	56
Tabla 18. Distribución del espacio poroso, Suelo 2.....	57
Tabla 19. Determinaciones químicas, Suelo 2	58
Tabla 20. Composición de las sales solubles, Suelo 2	59
Tabla 21. Determinaciones de fertilidad de la capa arable, Suelo 2.....	60
Tabla 22. Respiración microbiana, Suelo 2	61
Tabla 23. Rango de valores de actividad biológica, Suelo 2.....	61
Tabla 24. Valores de referencia del Índice de Productividad(IP). Suelo 2.....	65
Tabla 25. Determinaciones químicas del tanque 1 y 2	68



1. INTRODUCCIÓN

La localidad de Juan Cousté, debe su nombre a un inmigrante francés que donó las tierras para dar origen a la localidad. La fundación data del día 13 de diciembre de 1909, en ese momento el Poder Ejecutivo extiende las líneas férreas hacia la Patagonia; esto fue una constante en la República Argentina. Cabe señalar que el desarrollo del ferrocarril, se registra a comienzos de 1857, dando origen a pequeñas poblaciones o parajes, algunas de las cuales fueron creciendo paulatinamente.

El 16 de Setiembre de 1909 se aprueba la Ley N° 6378, permitiendo la realización de la línea férrea del ferrocarril Sur, lo cual la traza se extiende desde Bahía Blanca hasta Neuquén, donde se da origen a la localidad de Juan Cousté, denominándose “Estación Algarrobo” (Figura 1).



Fuente: Pascolo G. y Miranda G. Ferrocarril estación km 29 (Glew), 2008.

Figura 1. Ubicación de la Estación Algarrobo en el ramal de Bahía Blanca a Río Colorado.

Dicha resolución, especificaba que el señor Cousté, debía escriturar a favor del fisco, “libre de todo gravamen, las reservas destinadas a usos públicos”.

Estas iniciativas dieron origen a esta localidad, la cual vivenció, a lo largo de sus 112 años, etapas de crecimiento, retroceso y resurgimiento.

Muchas familias llegaron a Juan Cousté buscando un mejor porvenir, es conocido el ingreso de inmigrantes franceses, italianos, españoles, alemanes, judíos, libaneses y también migrantes provenientes del sur del país, a las zonas rurales. Con mucha labor y sacrificio, fueron sentando las bases para hacer que, estas tierras pobladas íntegramente por montes de Algarrobo y caldenes fueran transformándose en tierras

aptas para el cultivo y el bienestar de sus pobladores. El paisaje fue modificándose, dejando plasmada la impronta cultural en el patrimonio del lugar.

Conforme los años fueron pasando llega a Juan Cousté la familia Labeyrie. Uno de los siete hijos fue Ramón Labeyrie, que comenzó a realizar labores agrícolas, arrendando las tierras de la familia Bertoni. Años más tarde logro adquirir el establecimiento como propietario. Pese a los años de condiciones desfavorables por el clima supo sacar provecho de las actividades agrícolas-ganadera, tamberas, elaboración de productos lácteos. En la actualidad solamente la producción es de tipo ganadera-agrícola.

Los estudios del trabajo se llevaron a cabo en dos áreas que presentaban distinta ambientación edafológica, donde se realizó la clasificación de los suelos y los diagnósticos respectivos.

Las muestras obtenidas de los distintos horizontes fueron analizadas en condiciones de laboratorio.

Dichas determinaciones consistieron en la obtención de información de aspectos físicos, químicos y biológicos.

Además, se llevan a cabo los análisis de calidad de aguas de perforación, provenientes de los tanques ubicados dentro del establecimiento.

2. OBJETIVO

El objetivo de esta tesis, consiste en llevar a la práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Técnico Superior Agrario en Suelos y Aguas. Estos estudios pretenden caracterizar, interpretar y establecer la calidad agronómica de dos suelos ubicados en dicha región, que representan situaciones contrastantes debido a diferentes geformas de un mismo paisaje.

3. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1. UBICACIÓN

Villarino forma parte de los 135 partidos que integran la provincia de Buenos Aires, se encuentra situado al sudoeste de la misma, limita al norte con los partidos de Púan, Tornquist y Bahía Blanca, al sur con el Río Colorado, que lo separa del partido de Patagones, al oeste con la provincia de La Pampa y al este con el Mar Argentino. Las islas Wood y Ariadna forman parte del partido, el cual ocupa una superficie total de 11.400 km² (Figura 2).

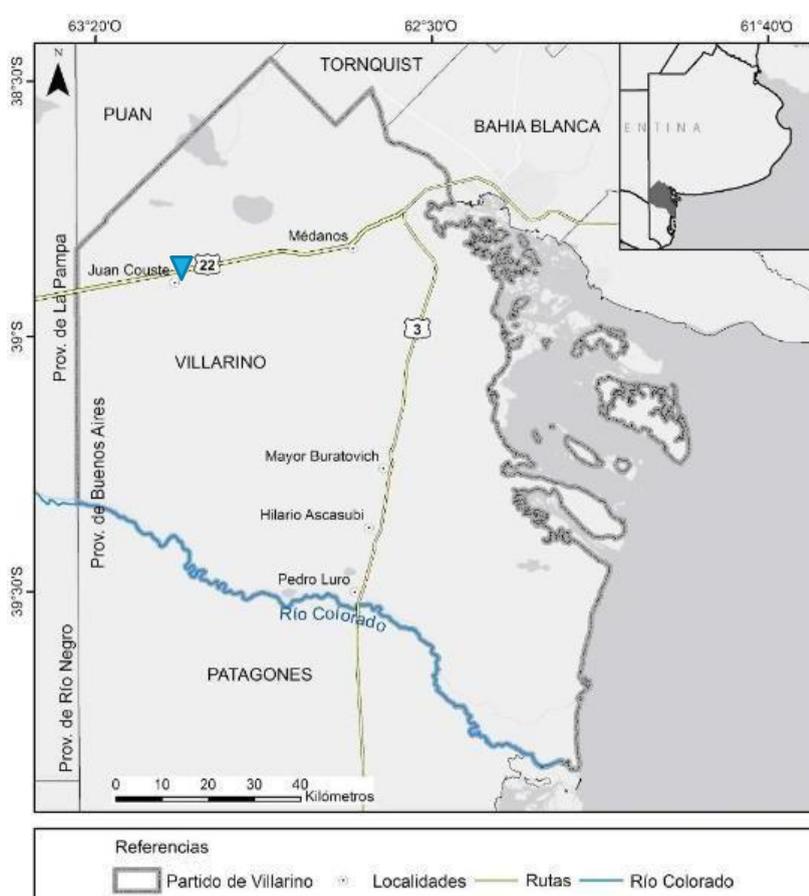


Figura 2. Ubicación de Juan Cousté en el partido de Villarino, Sudoeste Bonaerense.

Las localidades que integran el partido de Villarino son Médanos, Pedro Luro, Hilario Ascasubi, Mayor Buratovich, Juan Cousté, Teniente Origone, Colonia San Adolfo, Balneario Chapalcó, Balneario La Chiquita y Argerich. Además, se encuentran los parajes de Nicolás Levalle, Ombucta, Colonia Monte La Plata, Montes de Oca y La Mascota.

Particularmente, la localidad de Juan Cousté (Algarrobo) se localiza en el área norte del distrito, con una altitud media de 47 m s. n. m.; a 45 km de la localidad de Médanos. El eje vial que articula la localidad es la Ruta Nacional Nº 22 y el ingreso a la misma es a la altura del km 769.

A 460 metros, aproximadamente, sobre el acceso a Algarrobo (comprende 3,3 km de distancia), se encuentra la entrada al Establecimiento Don Ramón.

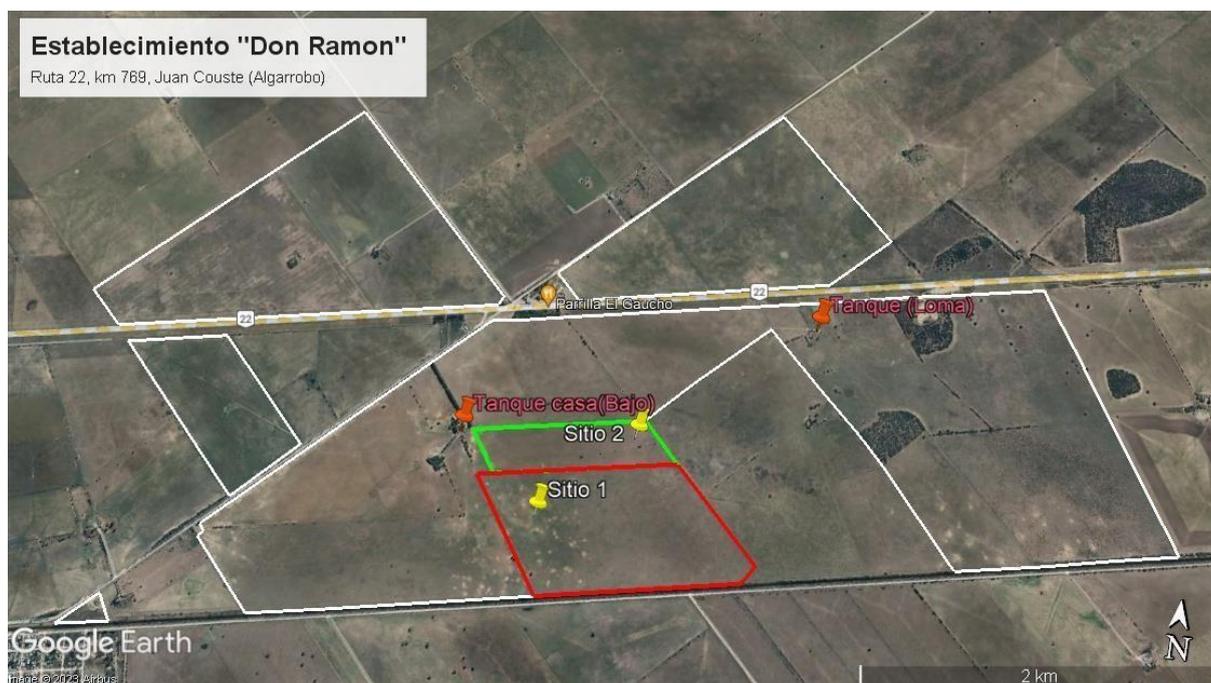


Figura 3. Ubicación del área de estudio en Figura satelital de Google Earth.

3.2. CLIMA

3.2.1. GENERALIDADES

Las posibilidades de analizar y determinar las características climáticas en Argentina comenzaron en 1850, a partir de la observación sistemática con instrumental adecuado.

Para determinar el clima de la región Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires fue necesario que sean estudiadas las características del entorno a fin de lograr un análisis regional integral, ya que el clima es resultado de varios factores, entre ellos el geográfico.

En este trabajo se emplean registros de información climatográfica provenientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi, la cual cuenta con estación meteorológica en la zona de estudio (desde 2006). Además, se utilizaron los datos registrados a lo largo de los años por el productor agropecuario del establecimiento recabados desde el año 2006.

3.2.2. ÁREA DE ESTUDIO

Está inserta en la llanura pampeana, que cubre una porción central del país. Presenta condiciones naturales homogéneas caracterizadas por ausencia de fuertes contrastes en su topografía, pero con diferencias climáticas que oscilan en el sentido norte-sur. Esto se refleja en el sector sur una progresiva aridez que alcanza rasgos similares a los patagónicos.

Desde el punto de vista climático es una zona semiárida. Se encuentra situada al final de la llamada "Diagonal Árida Sudamericana" que se extiende desde el Ecuador hasta la costa Atlántica de la Patagonia y está caracterizada por una precipitación anual menor de 500 mm.

El clima tiene una influencia directa en el desarrollo de la vegetación. Dicha área queda comprendida en la franja zonal de climas templados, con valores anuales de temperatura entre los 14° y 20 °C, con estaciones térmicas bien diferenciadas: veranos e inviernos rigurosos, y primaveras y otoños intermedios.

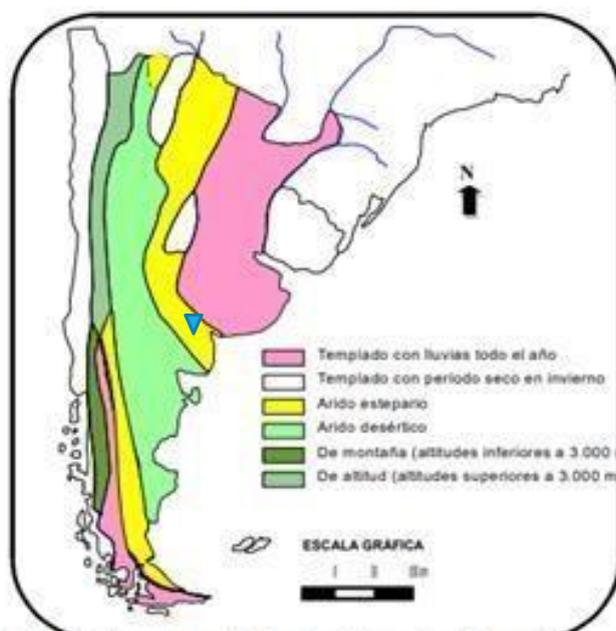
Los máximos valores de lluvias se observan en febrero-marzo y en septiembre-octubre. El partido de Villarino (tomando como referencia los datos de la EEA Hilario

Ascasubi, INTA) tiene una precipitación promedio anual de 594 mm y una evapotranspiración de 1135 mm.

Las heladas se producen en un lapso de 90 a 100 días, concentrándose las tardías en el mes de octubre y principios de noviembre. La heliofanía relativa es de 60 %. La mayor frecuencia del viento es en primavera-verano con una velocidad media de 15.5 km h⁻¹ predominando del O-NO.

La clasificación climática realizada por Köeppen es la que mejor se adapta para el área estudiada debido a que se fundamenta en los valores de temperatura y precipitación, además considera indirectamente la evaporación y la vegetación.

La región se clasifica y considera como dentro de un clima árido estepario y se lo puede observar en el siguiente mapa climático (Figura 4). A su vez, esta clasificación se utiliza como criterio para poder determinar con más exactitud el grado de aridez y humedad de una región.



Fuente: Caracterización edafoclimática del área de influencia del INTA E.E.A Hilario Ascasubi. Partidos de Villarino y Patagones, Pcia. de Buenos Aires. Sánchez, R.; Pezzola, N.; Cepeda, J. 1998.

Figura 4. Tipos de Climas Según KÖEPPEN, mapa de la República Argentina.

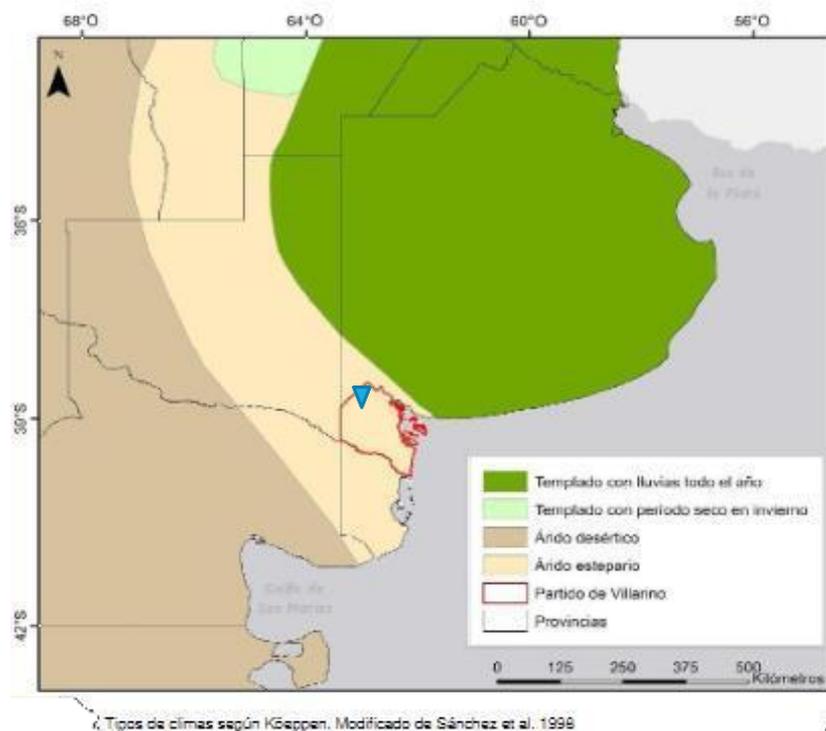


Figura 5. Tipos de Climas Según KÖEPPEN, mapa del partido de Villarino.

Durante los meses estivales de diciembre a febrero, son frecuentes los incendios de importante magnitud. La mayoría de estos son productos de tormentas con descargas eléctricas que hacen que la vegetación seca o con elevado estrés hídrico se incendie de acuerdo a las características que presenta la misma.

Con respecto al clima, se considera **TEMPLADO DE TRANSICIÓN**, la influencia oceánica disminuye hacia el Oeste, por lo que la amplitud térmica aumenta. En coincidencias con las heladas debido a los avances del aire polar, Pampero y Sudestada.

Debido a la dirección de los vientos húmedos, las precipitaciones disminuyen de Este a Oeste, generando una franja de transición hacia el clima árido (Figura 6).

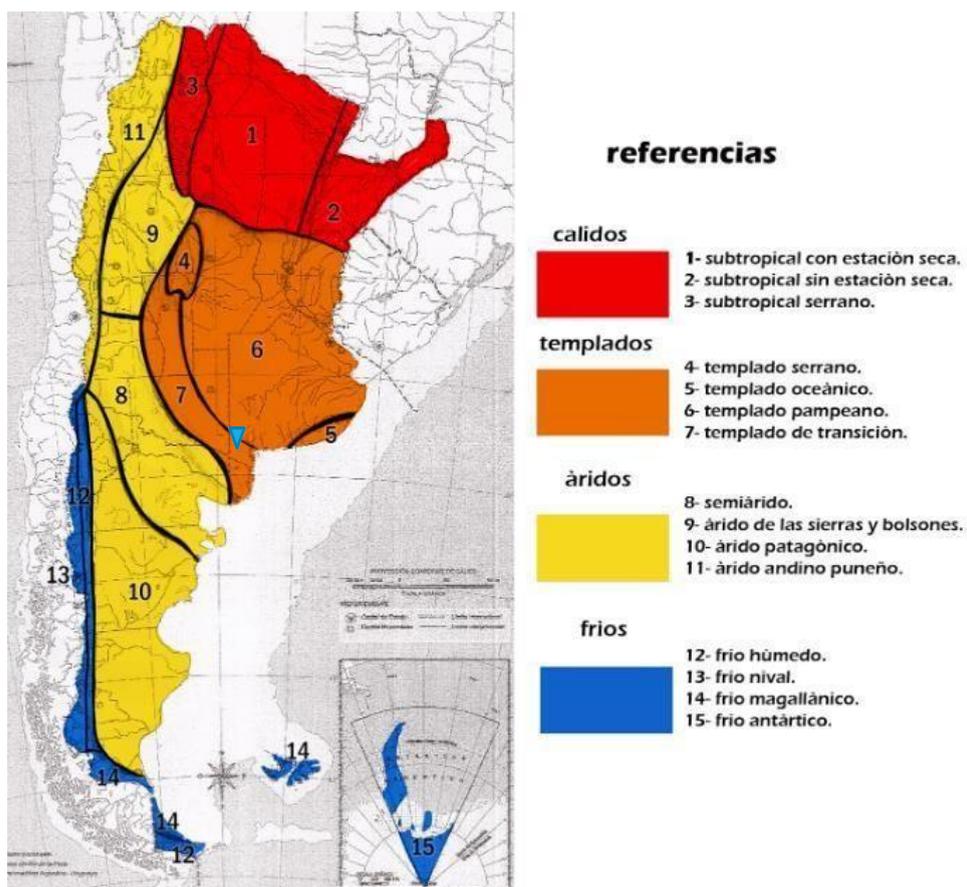


Figura 6. Mapa de referencia Clima, República Argentina.

Entes de estudio ecológico, medioambiental agropecuario, y productores propios de la zona, muestran la incidencia de grandes sequias entre los años 2007-2009, desfavoreciendo la ganadería y agricultura y su importante incidencia sobre la población de la región.

Testimonios de los productores de la zona, alegan que es probable que el fenómeno se produce a causa del bombardeo silencioso que ocasionan los productores hortícolas de la cuenca del Valle inferior del Río Colorado. Los mismos utilizan cañones de gas, que disparan al aire y la onda expansiva rompe la nube generando que estas sigan de largo, ocasionando la falta de lluvia, debido a que disminuye de tamaño y aumentan de altura.

3.2.3. VIENTO

Respecto los vientos de la zona, para la Estación Meteorológica de EEA Hilario Asacasubi, estima que la velocidad media anual del viento a 2 metros de la superficie del suelo es de $9,9 \text{ km h}^{-1}$, que indica un régimen de vientos suave según la escala Beaufort, con un máximo en diciembre ($10,6 \text{ km h}^{-1}$) y un mínimo en mayo ($6,3 \text{ km h}^{-1}$) (Figura 7), (Figura 8). Para la misma Estación Meteorológica se registran datos de velocidad máxima, con valores cercanos a 120 km h^{-1} , en diciembre.

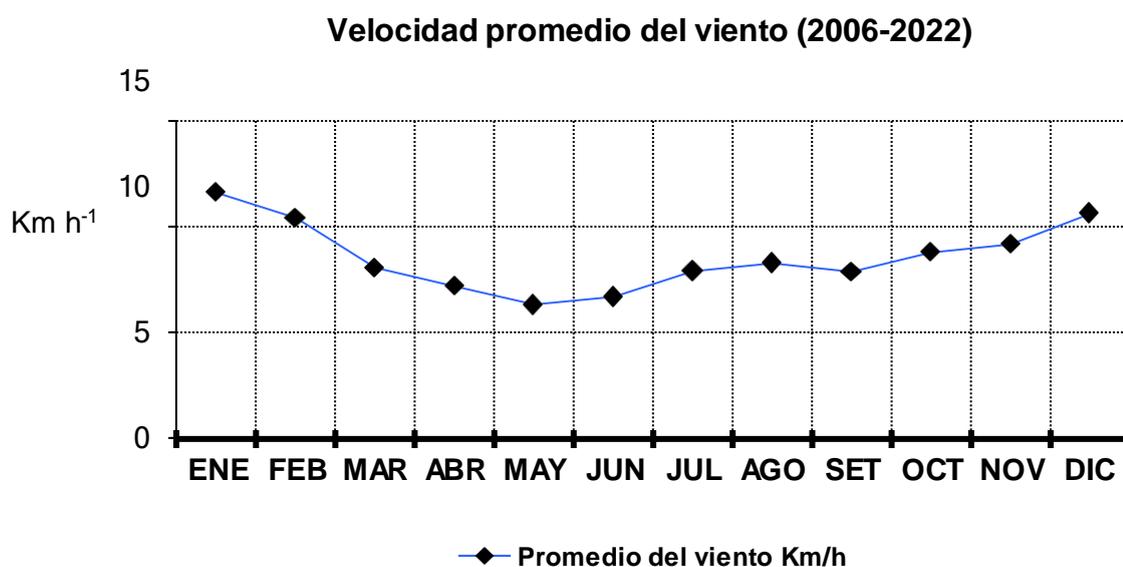


Figura 7. Velocidad media del viento a 2 m de altura km h^{-1} , INTA, Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (Algarrobo) (2006-2022).

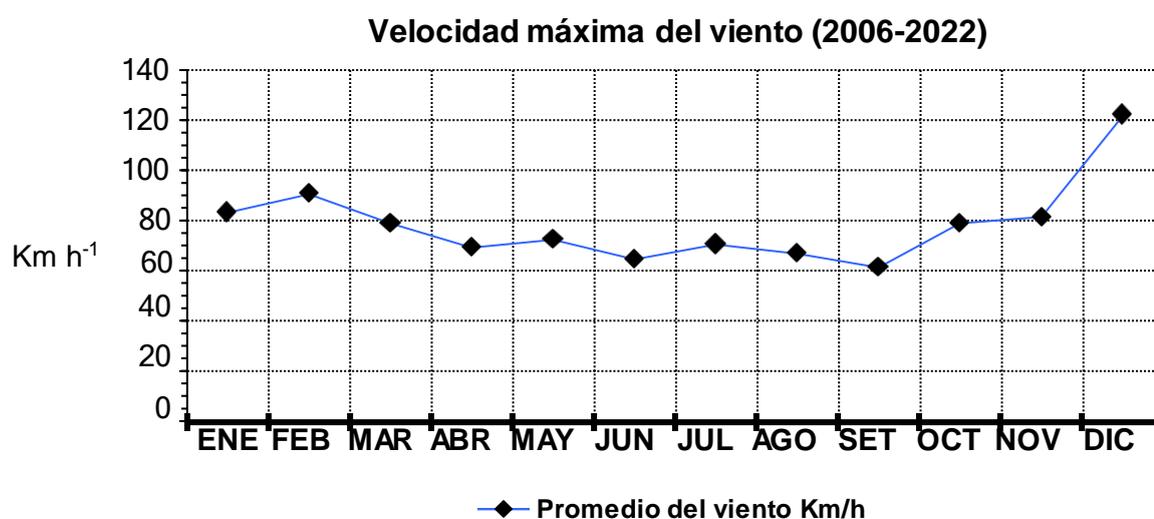


Figura 8. Velocidad máxima del viento a 2 m de altura km h^{-1} , INTA, Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (Algarrobo) (2006-2022).

3.2.4. PRECIPITACIÓN

La precipitación constituye un elemento climático meteorológico de gran importancia desde el momento que interviene en todos los procesos de climatología. Además, se presenta como un elemento de gran aplicación y utilidad en todas las actividades humanas. (Galmarini y Raffo del Campo, 1964).

El área de Agrometeorología de la EEA INTA Hilario Ascasubi cuenta con datos de precipitaciones históricas desde 1968 hasta la actualidad; sin embargo, en Juan Cousté cuentan con Estación Meteorológica desde el 2006. En el análisis de la serie 2006-2022 se consideraron las precipitaciones anuales y mensuales históricas.

En dichas figuras se observa que existen períodos donde las precipitaciones anuales se encuentran por debajo del mapa de referencia (Figura 9).

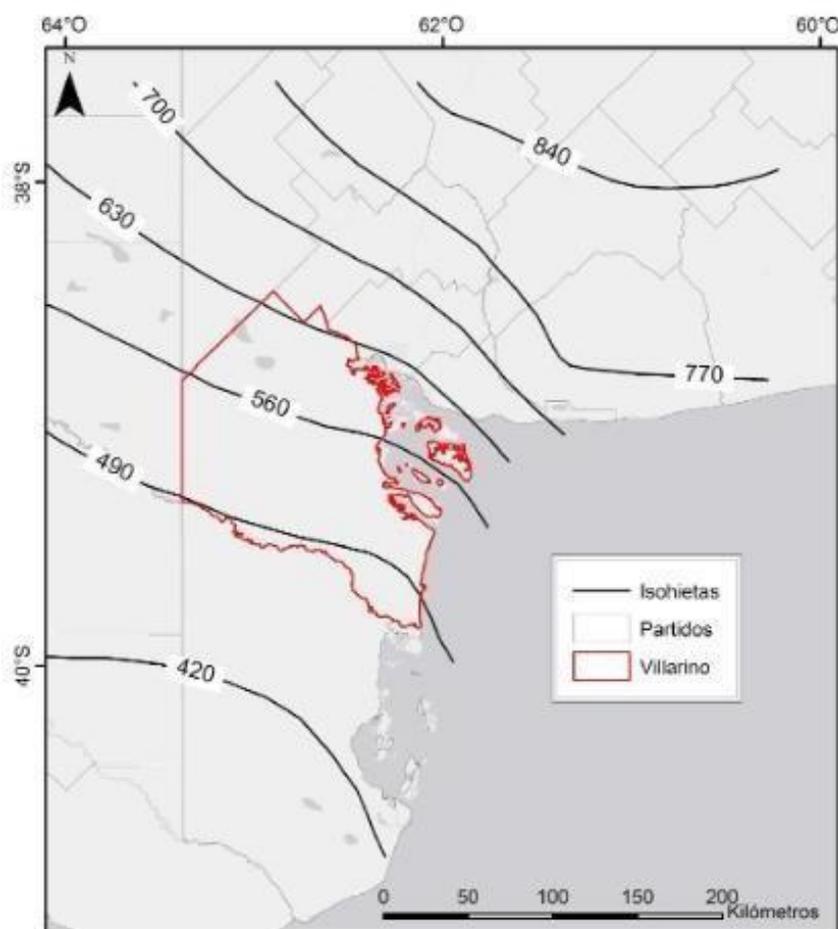


Figura 9. Mapa de isohietas y distribución de las precipitaciones, zona de Villarino, Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Rodríguez et al (2018).

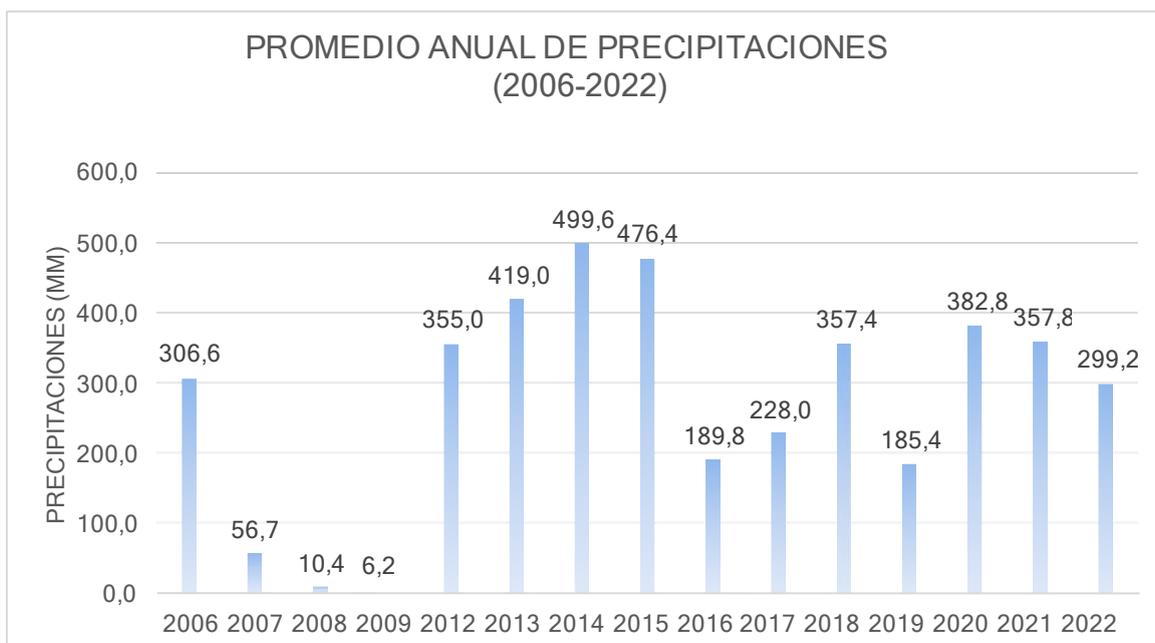


Figura 10. Promedio anual de precipitaciones, Datos INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022)

En cuanto a la distribución mensual de las lluvias, la mayor ocurrencia se produce entre los meses de febrero/ marzo -octubre/noviembre y una menor pluviometría se origina entre junio / agosto.

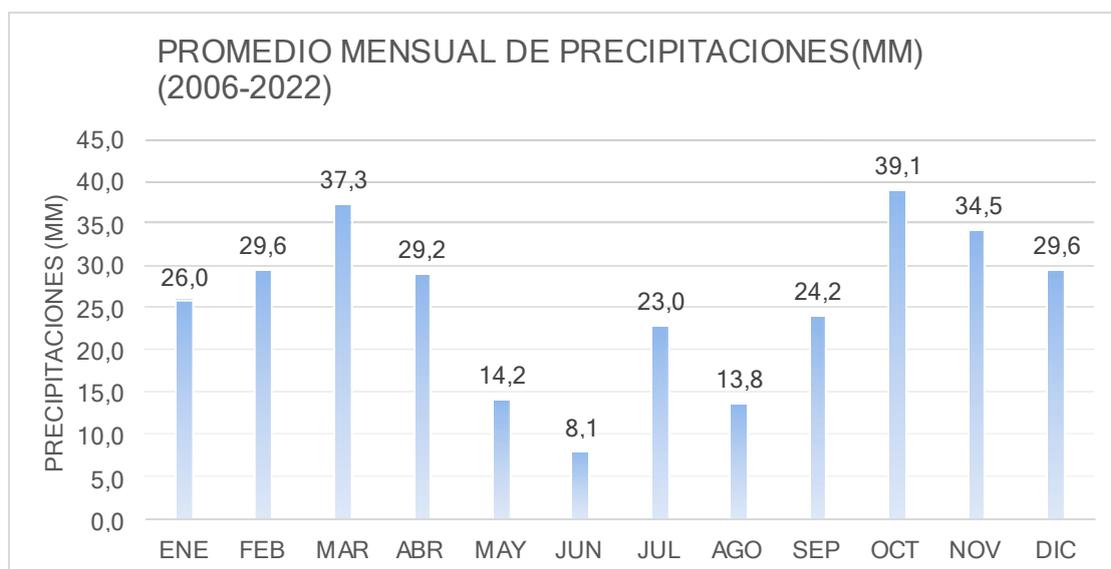


Figura 11. Promedio mensual de precipitaciones, Datos INTA Hilario Ascasubi, estación meteorológica Juan Cousté (2006-2022).

A su vez el establecimiento cuenta con pluviómetros colocados en distintos sectores del campo, con los cuales se recogieron los datos registrados desde el 2006. (Figura 12) (Figura 13).

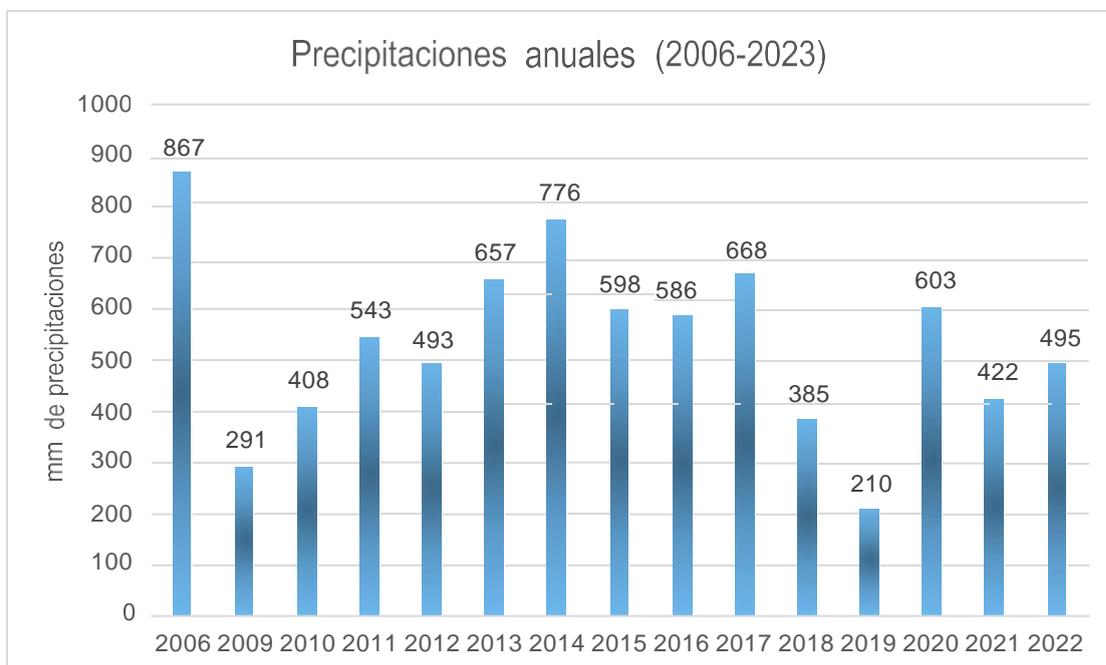


Figura 12. Promedio anual de precipitaciones, registro en pluviómetro cilíndrico a campo, (Labeyrie Valentina; 2006-2023).

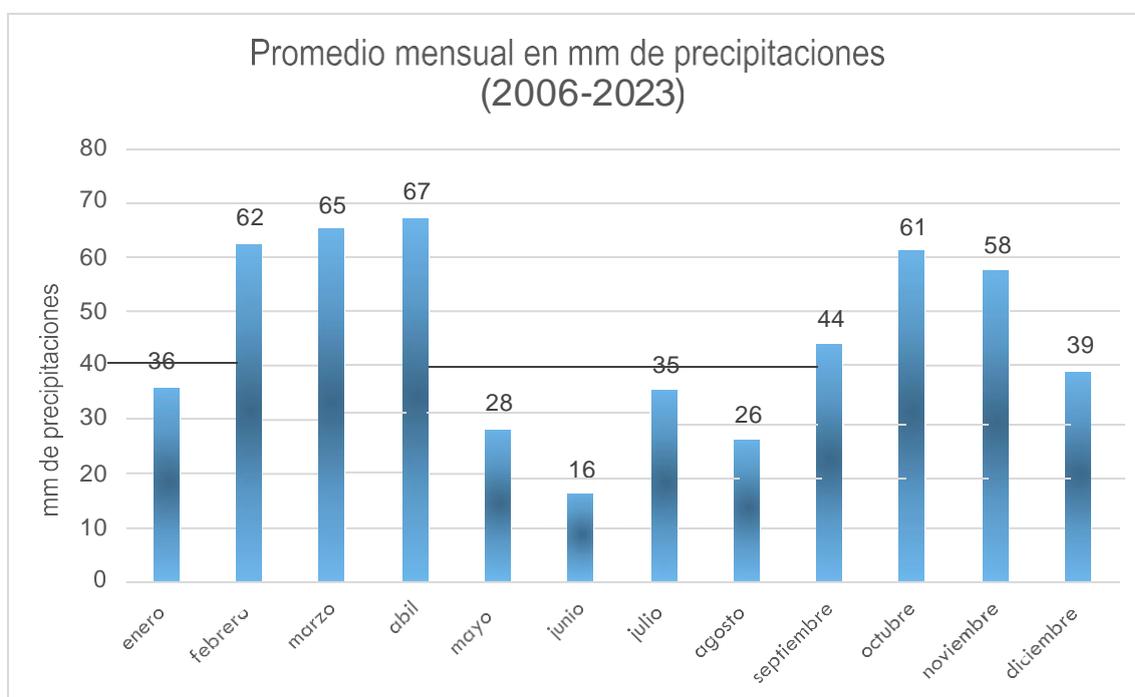


Figura 13. Promedio mensual de precipitaciones, registro en pluviómetro cilíndrico a campo, (Labeyrie Valentina; 2006-2023).

3.2.5. TEMPERATURA

En esta zona se registran estaciones térmicas bien diferenciadas: veranos e inviernos rigurosos y primaveras y otoños intermedios, alcanzando la temperatura un promedio de 26 °C en enero y 10 °C en julio. (Figura 14)

La variación anual de la temperatura media corresponde al denominado tipo “continental”, donde las máximas se producen entre los meses de diciembre, enero y febrero; y las mínimas entre los meses de junio, julio y agosto.

Las temperaturas máximas y mínimas absolutas fueron 44°C y -12,5°C como se observa en las figuras 15 y 16.

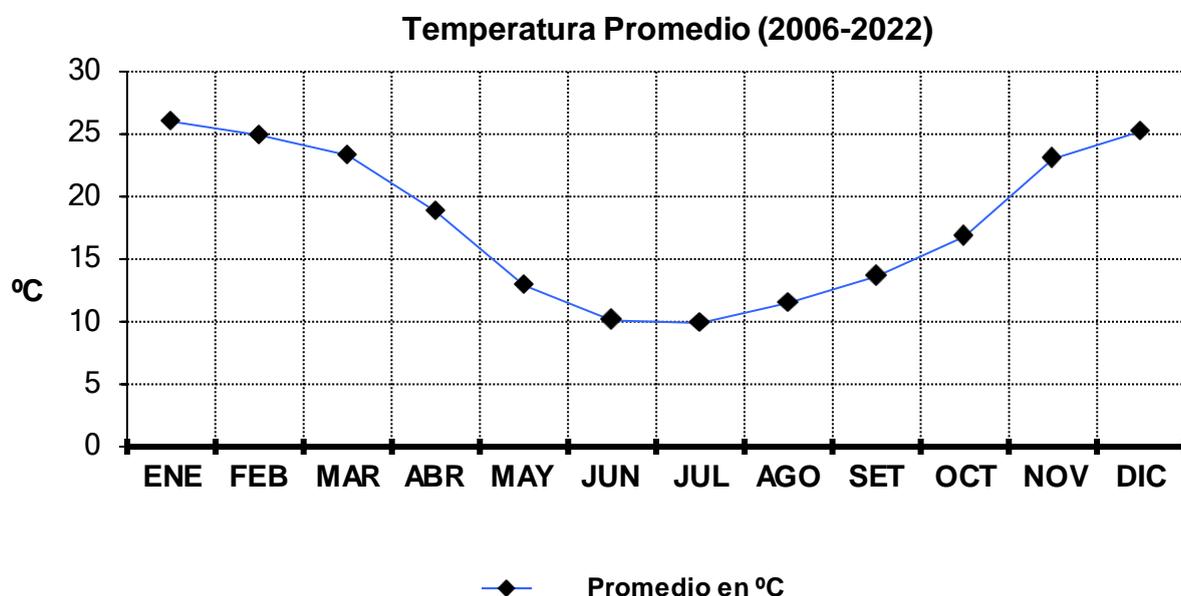


Figura 14. Temperatura promedio, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022).

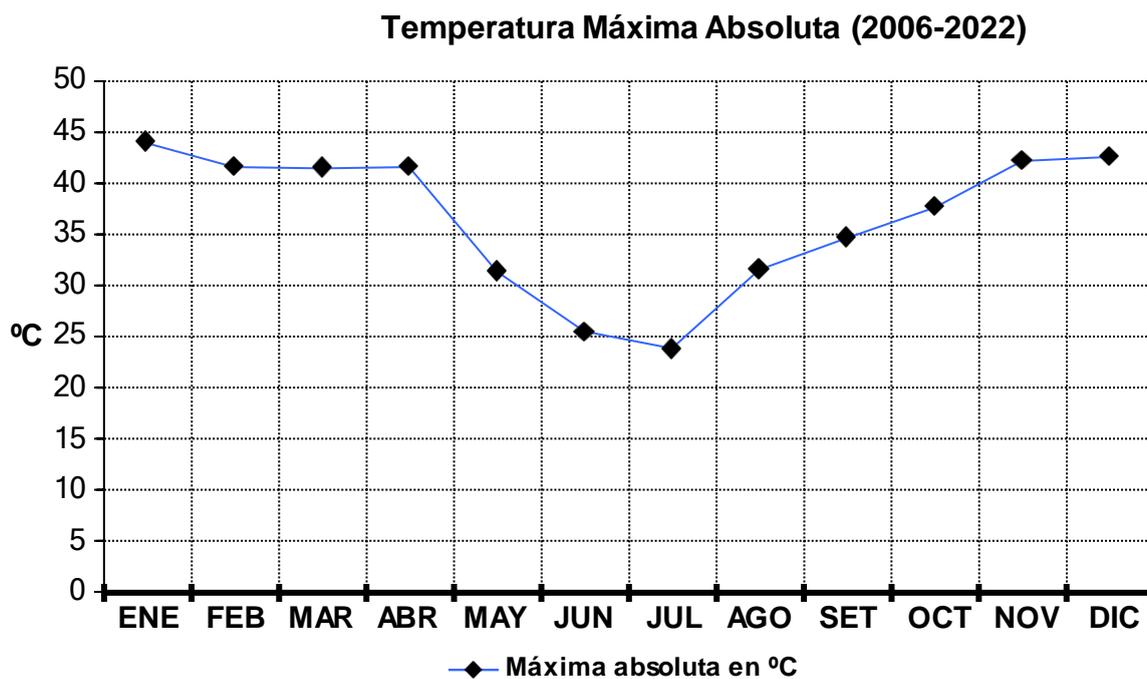


Figura 15. Temperatura Máxima absoluta, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022).

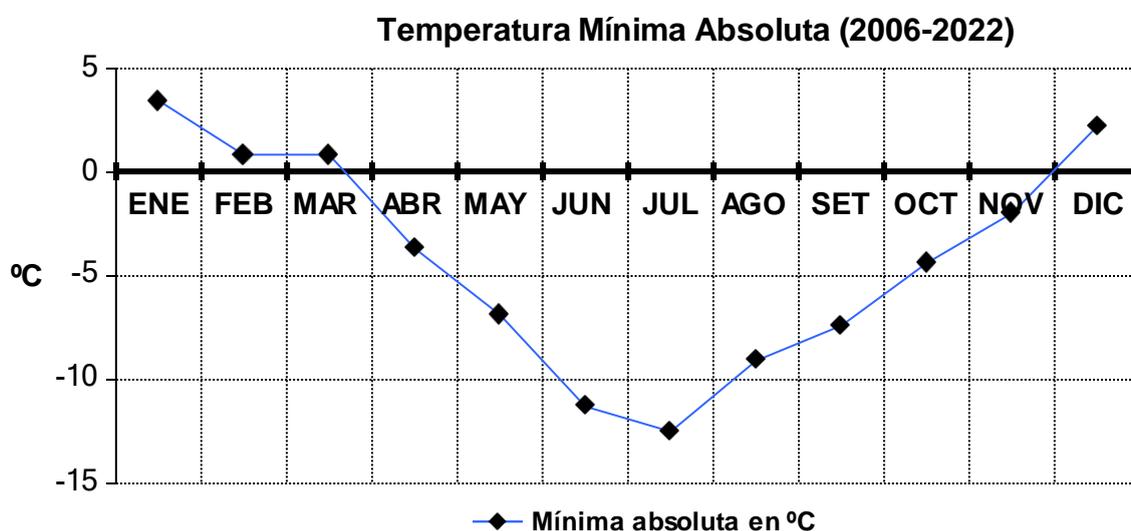


Figura 16. Temperatura Mínima absoluta, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022).

3.2.6. PRESIÓN BAROMÉTRICA

La presión barométrica es la fuerza por unidad de superficie ejercida por el aire que forma la atmosfera sobre la superficie terrestre.

Se puede obtener una medida de la presión atmosférica en un lugar determinado, sin embargo, la variación de dicha presión a lo largo del tiempo permite obtener una información muy útil cuando se dispone de valores de temperatura atmosférica, humedad y vientos; lo que permite obtener una estimación del tiempo atmosférico en el lugar de estudio.

En la Figura 17 se puede observar la media de presión barométrica entre 2006-2022, obtenido en la localidad de Juan Cousté.

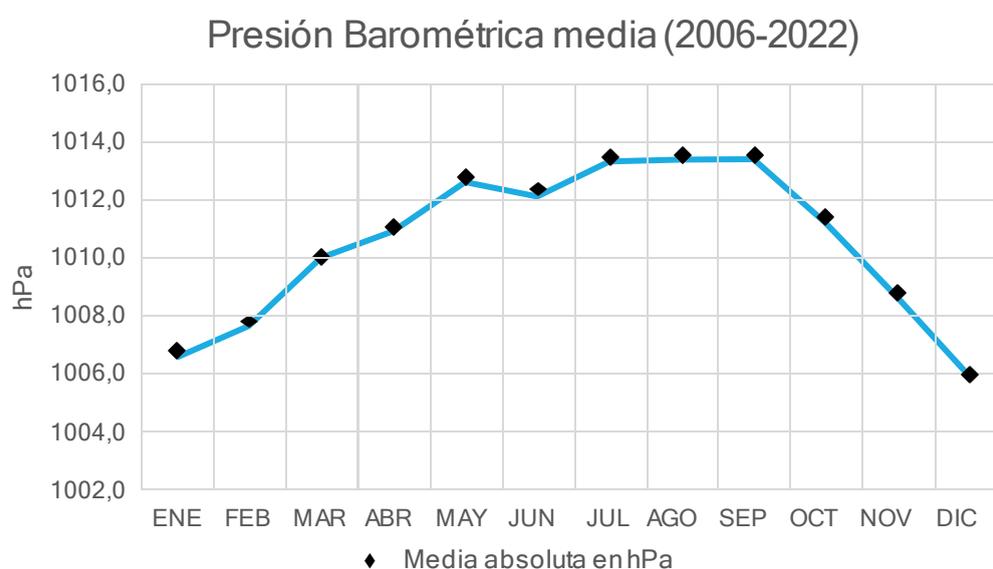
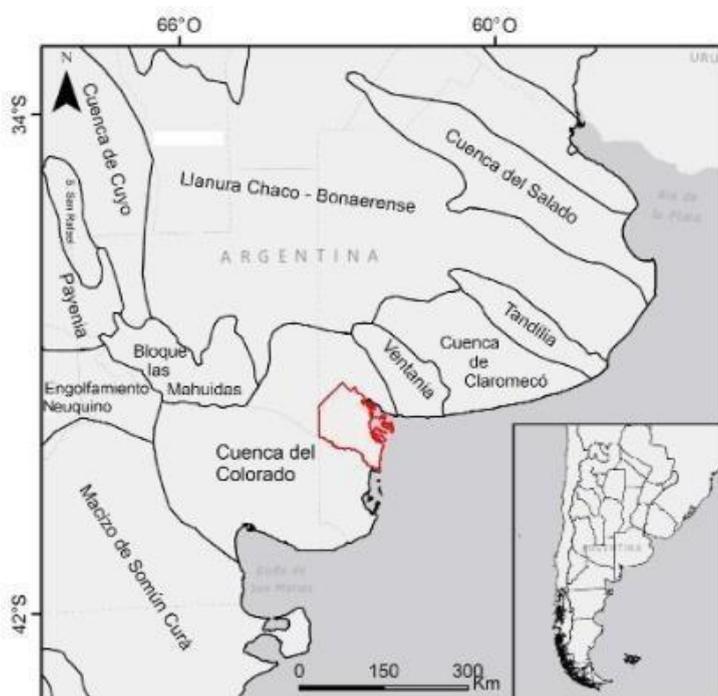


Figura 17 Presión Barométrica, INTA Hilario Ascasubi, Estación Meteorológica Juan Cousté (2006-2022).

3.3. GEOMORFOLOGÍA Y MATERIALES PARENTALES

El origen de las cuencas del Salado y Colorado que se observa en la Figura 18, está vinculado a procesos de fracturación extensional ocurridos durante la apertura del océano Atlántico sur en el Mesozoico tardío. Estos importantes depocentros ocurridos en el cretácico-terciarios, que interceptan transversalmente el borde continental atlántico de Sudamérica son denominados cuencas aulacogénicas (Yrigoyen, 1999). La evolución tectónica y sedimentaria de estas cuencas se desarrolla cronológicamente en tres estadios o fases (pre-fosa, fosa y relleno de cuenca, según Harding, 1984). Cada uno de ellos presenta geometrías, estilos estructurales y estratigrafía distintiva, seguidas por una fase final de relleno de margen pasivo. Se llaman de esta forma las áreas de la litosfera donde las placas continentales y oceánicas no se encuentran, ya que los movimientos tectónicos no crean ni fricción ni tensión.



Ubicación del partido de Villarino en el mapa de las provincias geológicas del territorio argentino. Modificado Ramos (1999).

Figura 18. Ubicación del partido de Villarino en el mapa de las provincias geológicas del territorio argentino. (Modificación, Ramos, 1999).

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 19, entre ellos el asentamiento de arenas eólicas, las cuales se hallan en los dos sitios de estudio.

Están compuestas por depósitos de 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

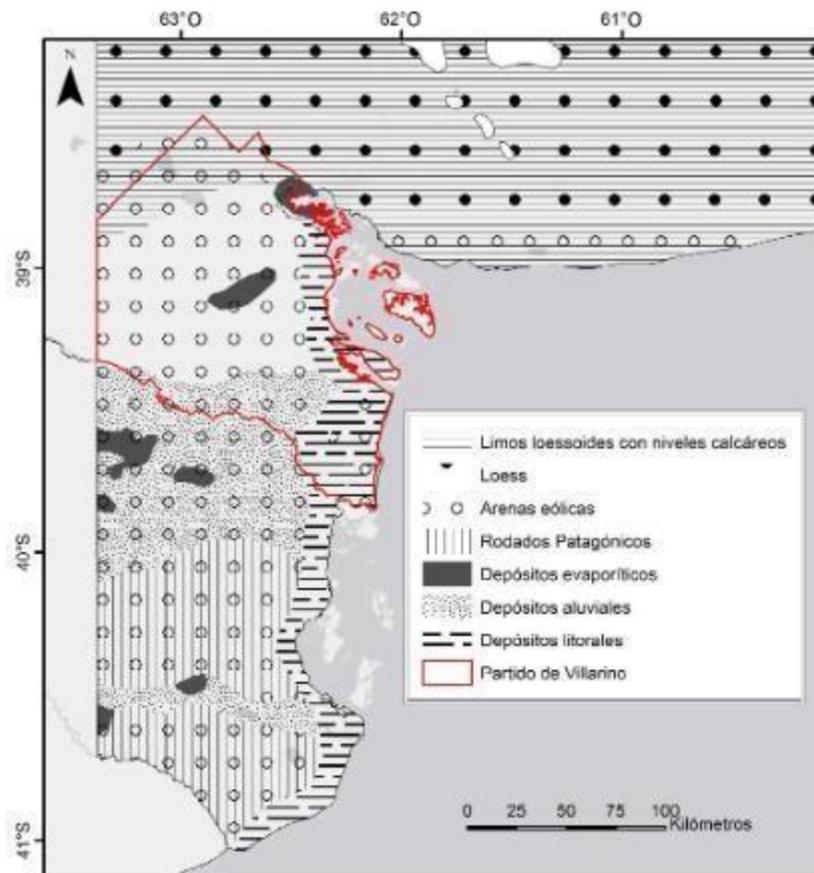


Figura 19. Mapa geológico del suroeste de la provincia de Buenos Aires. (Modificación, Fidalgo, 1999)

3.3.1. GEOMORFOLOGÍA

En sentido general, el área cartografiada de Villarino 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 iniciados durante el Plioceno.

3.3.2. GEOAMBIENTES

De acuerdo con el mapa de geoambientes realizado por González Uriarte (2002) para el sudoeste bonaerense (Figura 20) el área en estudio abarca niveles escalonados interfluviales (Nei) que agrupan los dos niveles más altos de planicies, separados entre sí por una escarpa de 20 m, que corresponden a distinto origen y edad. El segundo nivel sería una muy antigua evolución fluvial que excavó el primero. Debido a la marcada restricción hídrica, las tierras no son aptas para la agricultura en condiciones de secano

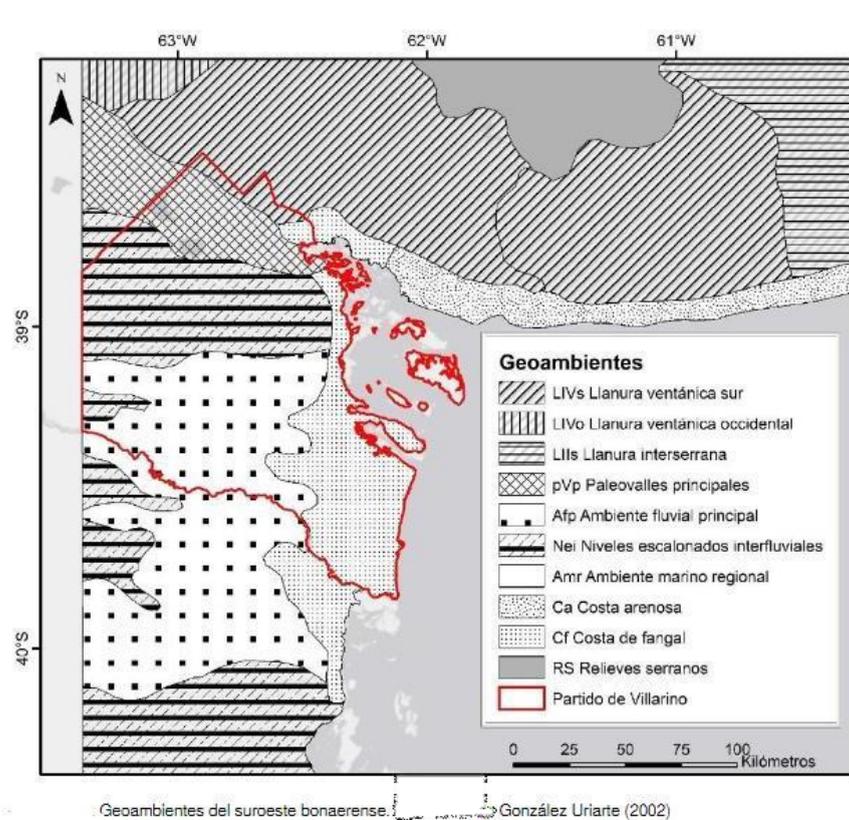


Figura 20. Mapa Geoambientes del suroeste de la provincia de Buenos Aires, (Modificación, Gonzales Uriarte 2002).

Más tarde con el objetivo de apoyar la cartografía de los suelos en el partido de Villarino se elaboró un mapa de geoambientes escala 1:250.000 siguiendo los criterios de González Uriarte (2002) para la determinación de unidades geoedáficas, (Figura 21).

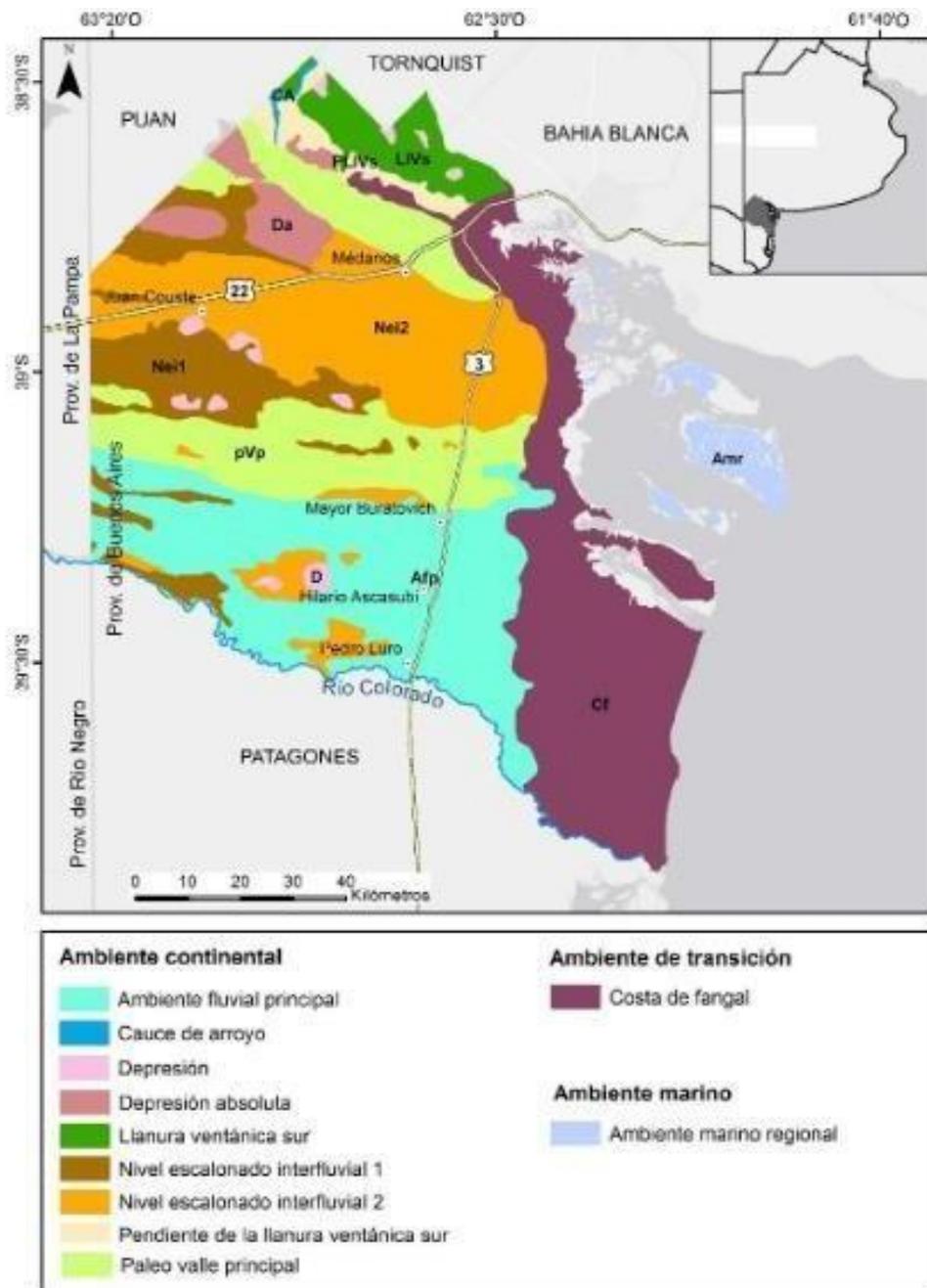


Figura nº 14. Geoambientes del partido de Villarino. Escala 1:250.000

Figura 21 Mapa de Geoambientes, partido de Villarino, escala 1:250000, suroeste de la provincia de Buenos Aires, Rodríguez et. al. (2018).

3.4. VEGETACIÓN Y USO DE LA TIERRA

3.4.1. VEGETACIÓN

El partido de Villarino, en referencia a su fitogeografía, está ubicado dentro de la provincia del Espinal, distrito del Caldén (Cabrera, 1951) como se observa en la figura 22. La vegetación es de tipo xerófila; fisonómicamente se corresponde con un matorral abierto de tipo achaparrado con arbustos que alcanzan los 1.5 a 3 metros de altura, entre los cuales se desarrolla una estepa herbácea de escasa cobertura con predominio de gramíneas bajas (Lamberto, 1987). La densidad de arbustos es variable, por lo general es de 0.5-1 plantas/m², en el caso de islas de chañar puras alcanza a 2-3 plantas/m² (Casas *et al.*, 1978).

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), es un arbusto con poco desarrollo aéreo pero tiene un gran sistema radicular que dificulta su extracción; *Lycium chilense* (Piquillín de víbora), que es muy comido y masticado 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 patagonica* (Peludilla); *Baccharis ulicina* (Yerba de la oveja); *Solanum elaeagnifolium* (Revienta caballos); *Baccharis gilliesii* (Seca tierra), *Portulaca oleracea* (Verdolaga), *diplotaxis tenuifolia* (flor amarilla) entre otras. Con esta cobertura herbácea se puede llegar a tener una receptividad ganadera en el verano de 0.05 a 0.1 cabeza/ha (Giorgetti, 1995).

En la región Pampeana, coexisten especies vegetales características del Espinal. Los pastizales con predominio de gramíneas son el sostén del ecosistema y presentan dos períodos de oferta alimentaria máxima, la primavera y el otoño, dependiendo del aumento de las precipitaciones.

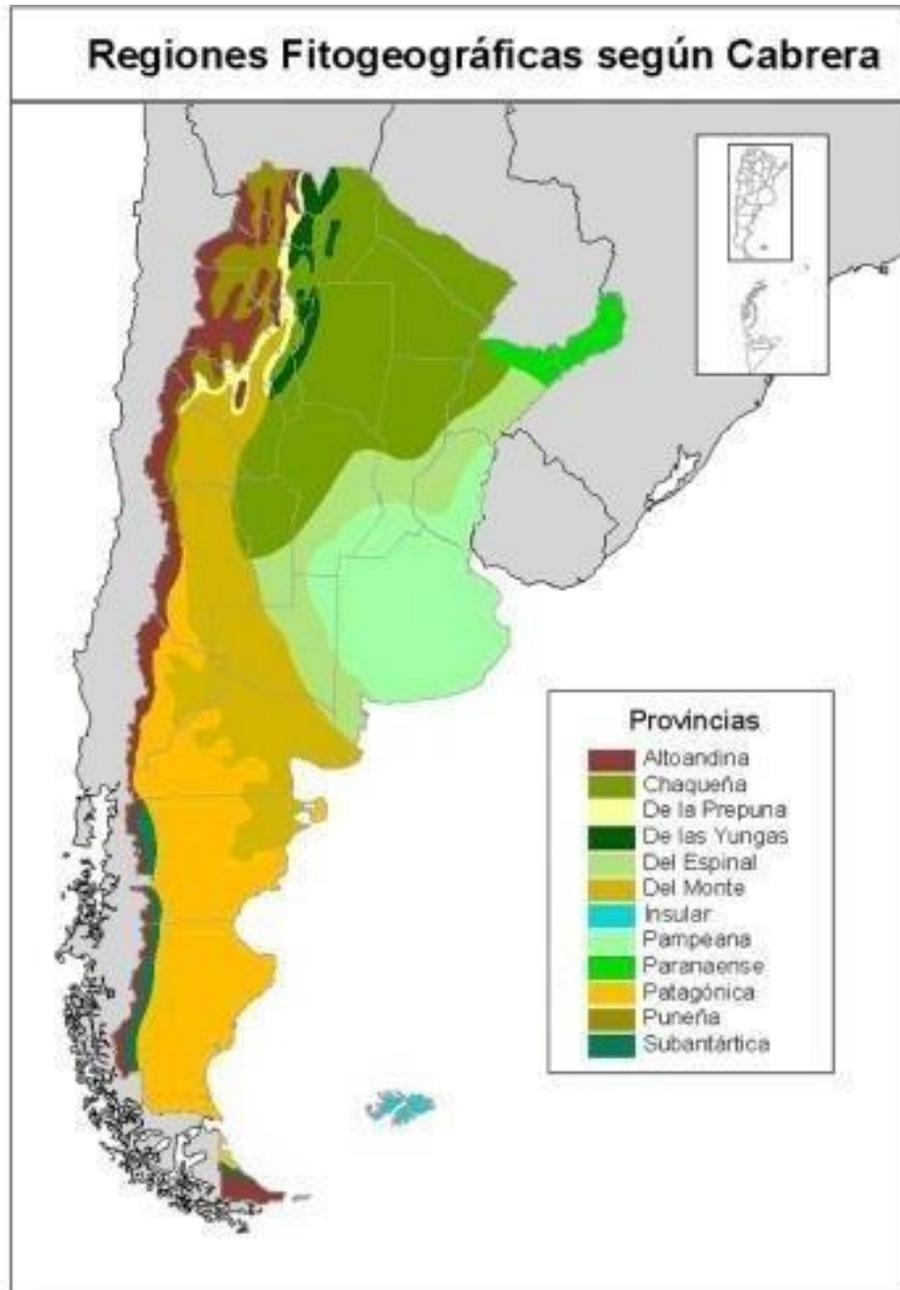


Figura 22. Regiones fitogenéticas, Cabrera (1951).

3.4.2. USO DE LA TIERRA

El uso del suelo está destinado exclusivamente a la explotación ganadera-agrícola, tornándose la actividad fundamental. Las tierras de escasa aptitud como los montes, y arenales están destinadas a un uso pecuario creciente, por lo cual las condiciones adversas a las que se enfrenta el productor a la hora de realizar prácticas de agricultura lo limitan. Sin embargo, cuando los periodos de precipitación acompañan, se realizan verdeos y pasturas anuales.

La concurrencia de vientos, la escasa precipitación y las limitantes edafológicas, llevan a tomar medidas de mitigación en los procesos de erosión en el suelo.

Respecto a la erosión hídrica, el productor opto por realizar curvas de nivel (bordos), los cuales ayudarían a retener el agua que está en pendiente y a su vez la esorrentía del suelo

Los procesos de erosión eólica, fueron mitigados con cortinas forestales, cultivos de cobertura e implementación de labranzas que reducen la remoción del suelo como siembra directa y labranza vertical.

Respecto a los cultivos de cobertura y verdeo se implementaron bajo siembra directa, vicia, avena, centeno y especies perennes como el pasto llorón y agropiro.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. TRABAJO DE CAMPO

La ejecución consistió en el reconocimiento del área de estudio y posteriormente se realizó la apertura de dos calicatas, en un mismo lote.

La descripción de los suelos se encasilla en el dominio positivo del Colorado, donde el Suelo 1 se ubica en un plano elevado de la ladera, mientras que el Suelo 2 se encuentra en una antigua vía de escurrimiento de agua, posición baja.

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 balde (0-15 cm de profundidad) para la determinación de las propiedades edáficas relacionadas con la fertilidad química.
- Muestras sin disturbar de los horizontes superficiales de ambos suelos para la determinación de estabilidad estructural, densidad aparente y curva de retención hídrica.

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

Asimismo, se tomó para su caracterización dos muestras de agua, las cuales una de ellas se muestreo en un molino de aguas subterráneas, cuya posición era elevada; y la segunda se tomó en el molino ubicado en una zona más baja, al lado de la casa, cuyas perforaciones son destinadas para consumo animal.

4.2. TRABAJO DE LABORATORIO

4.2.1. Análisis físicos

-Análisis granulométrico – Método de la pipeta de Robinson.

Consta de los siguientes pasos:

- Destrucción de la materia orgánica con agua oxigenada 130 volúmenes (diluida al 50%).
- Destrucción de carbonatos con ácido clorhídrico 1 M en los horizontes que presentaron reacción positiva ante el agregado de este mismo ácido.
- Eliminación de cloruros (Cl^-) por lavado con agua destilada por medio de filtración realizada con bomba de vacío en kitasato y embudo Büchner.
- Dispersión de la muestra utilizando una solución dispersante de hexametáfosfato de sodio y carbonato de sodio, agitación mecánica durante diez horas y separación de las fracciones como se detalla a continuación:
- Limo más arcilla: pipeteado a 10 cm de profundidad en un tiempo determinado de acuerdo a la temperatura de la muestra, secado a estufa a 105°C y pesada 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 pesada 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 subfracciones 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

$$\delta_r = \frac{(P_2 - P_1)}{[(P_4 - P_1) - [(P_3 - P_1) - (P_2 - P_1)]]} * \delta_w$$

Dónde:

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 llevan a una bandeja y se saturan con agua. Las muestras se centrifugan durante 20 minutos a una velocidad de 2400 rpm, luego se traspasan las muestras a capsulas de aluminio y se secan en estufa a 105°C hasta peso constante, por último, 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 capsulas de aluminio, se pesan y se llevan a estufa a 105°C, hasta peso constante. La pérdida de peso experimentada representa la humedad higroscópica del suelo, eliminada por evaporación. El resultado se expresa en porcentaje.

-Densidad aparente – Método del cilindro.

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

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

-Curva de retención hídrica y distribución por tamaño de poros – Método de la mesa de tensión, olla y membrana de presión

Se toman muestras de suelo sin disturbar (en cilindros), se saturan con agua (pF= 0) y se las somete a diferentes tensiones de succión para obtener los datos de humedad volumétrica en diferentes puntos y poder de esta forma construir una curva de retención hídrica y así poder determinar la distribución del espacio poroso de dichas muestras.

Las tensiones aplicadas en esta oportunidad fueron 0; 1; 1,8; 2,5; 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 aplica 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 De Leenheer y De Boodt

Se mide la diferencia en el cambio del diámetro medio ponderado entre la distribución de los agregados en seco y los agregados en húmedo, luego de haber sometido al suelo a fuerzas destructivas (golpeteo de la gota de agua simulando la lluvia) y dispersión (tamizado en agua).

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

4.2.2. 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, de rojo vinoso a verde, dando así el punto final de la titulación.

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

-Carbonatos y Bicarbonatos

Se efectúa la 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 realizada 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 amonio a pH 7, se lava con alcohol etílico el exceso de sodio hasta obtener una conductividad eléctrica menos a 20 micro S cm⁻¹, luego se desplaza el amonio adsorbido con cloruro de potasio, y el amonio desplazado se determina mediante destilación por arrastre de vapor con óxido de magnesio. El extracto se titula con H₂SO₄ 0,01 N. Se expresa en cmol_ckg⁻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

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 fotolorimetría como en procedimiento de Fósforo extraíble.

-Fósforo orgánico e inorgánico - Método de Saunders y Williams

Se estima el fósforo orgánico (Po), a partir de la diferencia entre el P extraído con H₂SO₄ 1M de una muestra calcinada a 550°C (Po+Pi) y sin calcinar.

-Potasio asimilable

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

-Determinación de calcáreo

Se basa en la medición del desprendimiento de dióxido de carbono de la muestra cuando ésta se pone en contacto con ácido clorhídrico al 10%, mediante un calcímetro; comparándolo con un patrón de carbonato de calcio puro.

-Determinación de nitrógeno total (Método de Kjeldahl)

Consiste en la oxidación húmeda de la materia orgánica, que permite transformar el N orgánico en NH_4 . Luego se destila el digesto en un destilador por arrastre de vapor y se cuantifican los amonios desplazados en una titulación con H_2SO_4 0,1N.

4.2.3. Análisis microbiológicos

-Determinación de la actividad respiratoria de la biomasa del suelo

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

El método consiste en pesar 20 g de suelo seco al aire colocados en un recipiente con tapa hermética, se lleva la muestra a capacidad de campo con agua destilada libre de dióxido de carbono. Luego se coloca dentro del mismo recipiente un vial con 20 mL de NaOH 0,1 M. Se cierra herméticamente y se lleva a incubar a 30 °C durante 7 días en una cámara de crecimiento.

Paralelamente se prepara 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 toma una alícuota de 5 mL, se agregan cristales de cloruro de bario y dos gotas de solución alcohólica de fenolftaleína (color rosado).

Se titula con HCl 0,1 M hasta viraje al rosado débil a incoloro.

Por último, se calculan los mg de CO_2 desprendidos cada 100 g de suelo por día aplicando la siguiente fórmula:

(Muestra - Blanco) X 0,393= mg de CO_2 /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).

Tabla 2. Rango de valores de actividad biológica. **Laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos, 2023. Departamento de Agronomía. UNS**

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

5. RESULTADOS

5.1. SUELO 1



Figura 23. Vista de lote correspondiente al Suelo 1.

5.1.1. Factores de sitio y descripción morfológica

Fecha de observación: 21 de septiembre de 2022

Ubicación: Establecimiento Don Ramón (Juan Cousté, Algarrobo)

38° 52' 54,048" Latitud Sur

63° 6' 16,019" Longitud Oeste

Altitud: 46 m.s.n.m

Paisaje: Dominio de la Cuenca del Colorado, Nivel de planación general (Npg), Escalonado Interfluvial 2

Relieve: Normal-plano elevado.

Geoforma: Ladera

Posición: Alta

Gradiente: <1 %

Material Parental: Sedimentos eólicos recientes (se puede apreciar un cambio de textura Arenosa Franca a Franco Arenosa).

Edad: Holoceno

Edafoclima: Régimen de humedad: Ústico.

Régimen de temperatura: Térmico.

Drenaje: Moderadamente bien drenado

Uso de la tierra: Ganadero-Agrícola.

Vegetación: *Diplotaxis tenuifolia* (flor amarilla), *Portulaca oleracea* (verdolaga).

Cobertura: 80-90%

Erosión: No se observaron signos de erosión actual.

Alta susceptibilidad a la erosión eólica -moderada susceptibilidad a la erosión hídrica.

Historia del lote

Siembra de avena con siembra directa- (barbecho físico y químico) (2003).

Campo natural (2020-2023).



Figura 24. Perfil del Suelo 1

MORFOLOGÍA DEL PERFIL 1

Tabla 3. Descripción morfológica, Suelo 1.

Horizonte	Descripción
<p>Ap 0-8 cm</p>	<p>marrón grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; marrón grisáceo (10 YR 5/3) en seco; arenoso franco; húmedo; poco consolidado; bloques subangulares, finos, moderados a débiles; muy friable, no plástico no adhesivo; raíces moderadas; límite claro y plano; no hay reacción al HCl 10%; escasos pellets fecales.</p>
<p>A2 8-22 cm</p>	<p>pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en húmedo; marrón grisáceo (10 YR 5/3) en seco; arenoso franco; húmedo; poco consolidado a consolidado; bloques subangulares, finos, moderados a débiles; muy friable, no plástico, no adhesivo; raíces escasas; no hay reacción al HCL 10%, límite claro y plano, formaciones escasos pellets fecales.</p>
<p>Ck1 22-51 cm</p>	<p>marrón (10 YR 4/3) en húmedo; marrón grisáceo claro (10 YR 6/2) en seco; arenoso franco; húmedo; poco consolidado; grano simple; muy friable, no plástico, no adhesivo; moderadas raíces; leve reacción al HCl 10%, límite abrupto, plano.</p>
<p>Ck2 51-93 cm</p>	<p>marrón grisáceo (10 YR 5/3) en húmedo; marrón grisáceo claro (10 YR 6/2) en seco; franco arenoso; poco consolidado a consolidado; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, escasas raíces, reacción al HCl 10% moderada a fuerte; límite abrupto, ondulado.</p>
<p>Ck3 93-133 cm</p>	<p>marrón amarillento (10 YR 5/4) en húmedo; marrón claro (10 YR 6/3) en seco; franco arenoso; muy húmedo; consolidado, grano simple, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; escasas raíces; fuerte reacción al HCl 10%; comunes calcitanes.</p>

5.1.2. Características físicas

Tabla 4. Caracterización física, Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	Ck1	Ck2	Ck3
Profundidad	cm	0-8	8-22	22-51	51-93	93-133
Análisis granulometría	Arcilla	62	74	64	64	91
	Limo	91	109	135	158	191
	Arena muy fina	181	171	187	201	203
	Arena fina	494	503	490	483	394
	Arena media	130	105	93	73	90
	Arena gruesa	34	33	29	20	25
	Arena muy gruesa	8,0	6,0	3,0	2,0	6,0
Clase textural		AF	AF	AF	FA	FA
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,38	-	-	-	-
Densidad real		2,49	2,41	2,48	2,46	2,5
Porosidad total	% (Grav.)	44,6	-	-	-	-
Humedad equivalente		8,7	9,9	11	11,2	13,6
Humedad higroscópica		1,0	1,3	1,3	1,7	1,9

Estabilidad estructural

Tabla 5. Estabilidad estructural, Suelo 1.

Superficie (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
31,3	3,13	15,97	Estabilidad mala

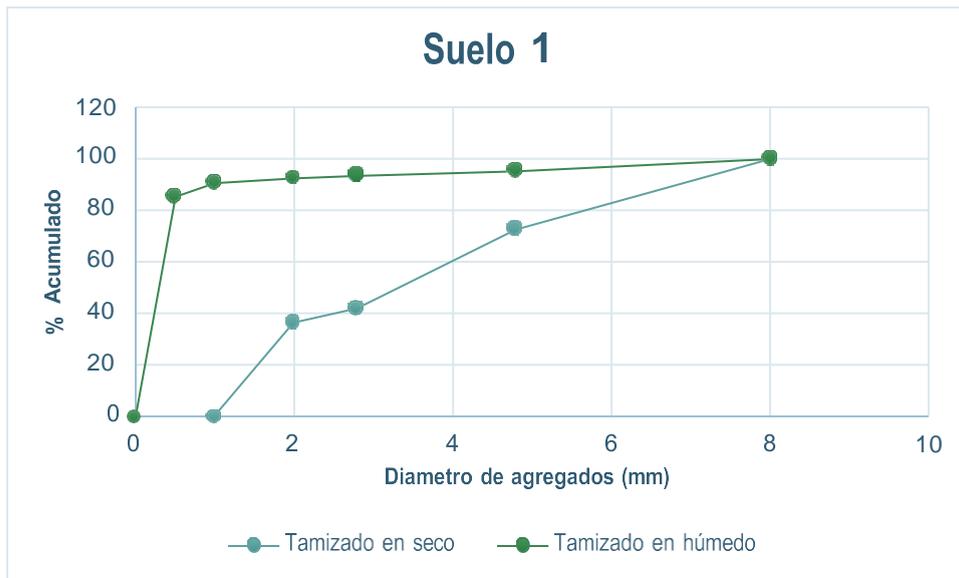


Figura 25. Curva de estabilidad estructural, Suelo 1.

Curva de retención hídrica

Tabla 6. Curva de retención hídrica, Suelo 1.

Agua %	47,6	46,2	32	19	6,6	1,38	0	12,4

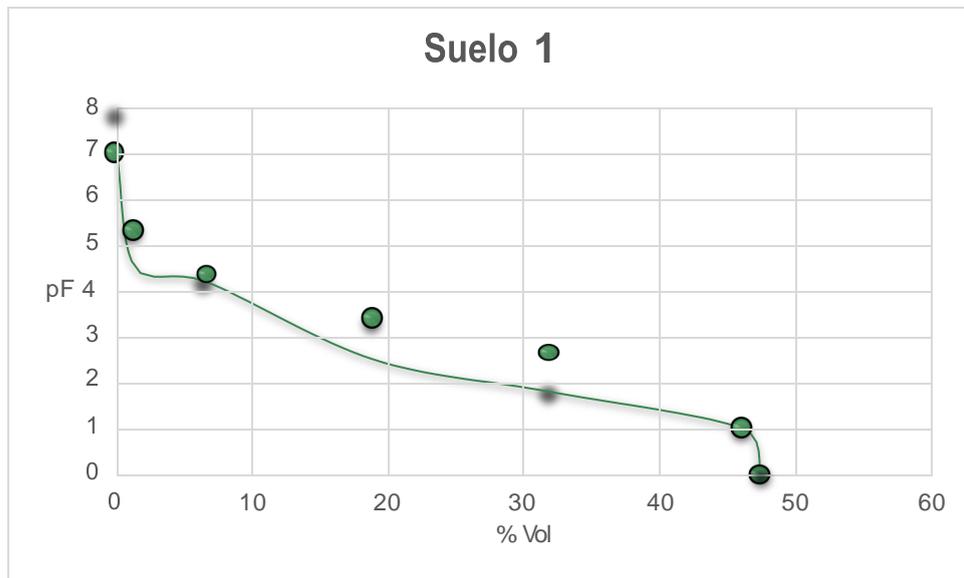


Figura 26. Curva de retención hídrica, Suelo 1.

Distribución del espacio poroso

Tabla 7. Distribución del espacio poroso, Suelo 1.

Suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultra microporos	Sólidos
1	47,58	15,6	13,0	12,4	5,2	1,38	52,4

- ❖ 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

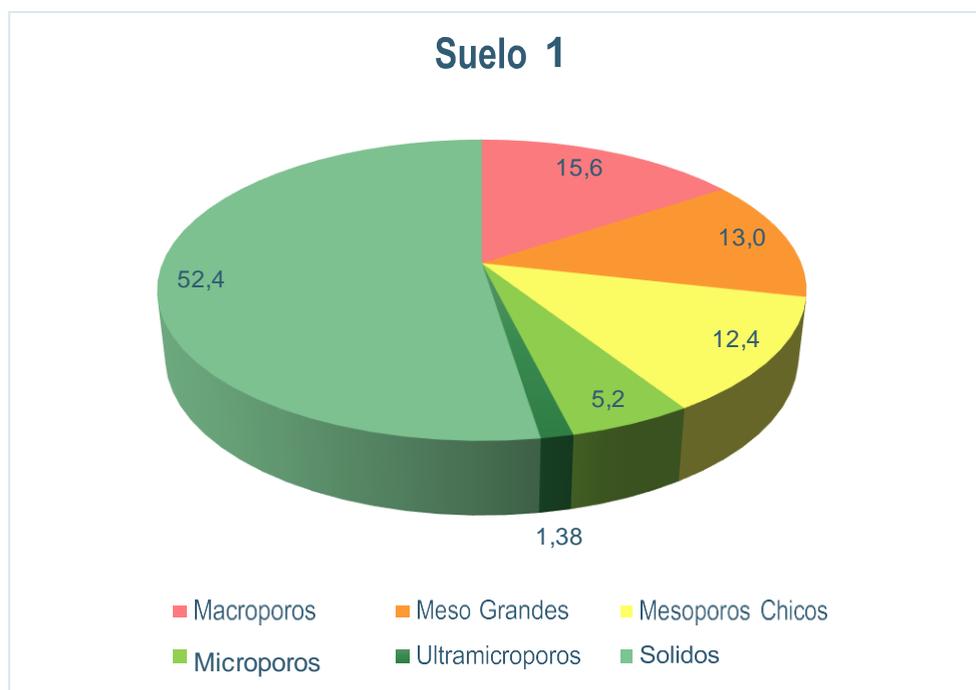


Figura 27. Distribución del espacio poroso, Suelo 1.

5.1.3. Características químicas.

Tabla 8. Determinaciones químicas, Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	Ck1	Ck2	Ck3		
Profundidad	Cm	0-8	8-22	22-51	51-93	93-133		
Materia orgánica	g kg ⁻¹	19,12	8,9	4,85	5,45	1,05		
Carbono orgánico		11,12	5,17	2,82	3,17	0,61		
Fósforo total	mg kg ⁻¹	325	304	327	333	261		
Fósforo orgánico		66	44	30	46	17		
Fósforo inorgánico		260	260	297	287	243		
Relación C/P	CO/PO	168,5	117,5	94	68,9	35,9		
Calcáreo	g kg ⁻¹	-	-	138	116	98		
pH (en suspensión 1:2,5)		8,2	8,2	8,5	8,6	8,8		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	5,9	5,8	-	-	-
		Na ⁺		0,3	0,4	0,4	0,5	0,8
		K ⁺		1,7	0,7	0,1	0,1	0,1
	Suma de bases		7,9	6,9	-	-	-	
CIC		cmol _c kg ⁻¹	8,3	7,1	8,2	8,9	10,5	
Saturación de bases		%	95,1	97,1	-	-	-	
PSI			3,6	5,6	4,9	5,6	7,6	

Composición de sales solubles

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

Horizonte		Ap	A2	Ck1	Ck2	Ck3		
Espesor	cm	0-8	8-22	22-51	51-93	93-133		
Extracto de saturación	pH		7,2	7,4	8	8,1	8,1	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,34	0,29	0,26	0,29	0,26
	Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	1,9	1,6	2,1	2,2	1,5
		Na ⁺		0,5	0,6	0,3	0,3	0,6
		K ⁺		0,7	0,3	0,1	0,1	0,1
		Suma		3,1	2,6	2,5	2,6	2,2
	Aniones	SO ₄ ⁼	me L ⁻¹	0,4	0,3	0,4	0,6	0,1
		Cl ⁻		0,4	0,3	0,4	0,6	0,7
		CO ₃ ⁼		-	-	-	-	-
		HCO ₃ ⁼		2,6	2,6	2,1	2,4	2,1
		Suma		3,4	3,2	2,9	3,6	2,9
	RAS		0,73	0,94	0,41	0,4	0,97	

Fertilidad química

Tabla 10. Determinaciones de fertilidad en la capa arable, Suelo 1.

pH (suspensión 1:2,5)		7,8
Materia orgánica	g kg⁻¹	18
Carbono orgánico		7
Nitrógeno total		0,51
Relación C / N		13,7
Fósforo disponible	mg kg⁻¹	18
Potasio asimilable		782

5.1.4. Parámetros de fertilidad y actividad biológica

Actividad biológica

Tabla 11. Respiración microbiana, Suelo 1.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹	Clasificación
Ap	7,4	Baja

Valores de Actividad Biológica, Laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos (313) Departamento de Agronomía – UNS

Tabla 12. 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

5.1.5. Interpretación de resultados de campo y laboratorio.

El Suelo 1 se encuentra posicionado en un plano elevado de la ladera, moderadamente bien drenado, evoluciona a partir de sedimentos eólicos recientes, con una profundidad efectiva de más de 100 cm.

Posee una secuencia Ap-A2-Ck1-Ck2-Ck3. Según el análisis granulométrico, la textura es arenosa franca en los primeros tres horizontes y luego va cambiando a franca arenosa, observándose una disminución en la fracción de arena fina en los horizontes Ck2- Ck3 (483 - 394 g kg⁻¹) y aumento de limo Ap - Ck3 (91 - 191 g kg⁻¹).

La estabilidad estructural del horizonte superficial Ap fue clasificada como mala. Esto se atribuye a las texturas gruesas y a un contenido de materia orgánica aceptable (19,12 g kg⁻¹).

La densidad aparente definida como la masa de suelo por unidad de volumen, fue de 1,38 Mg m⁻³, el cual es un valor esperable para la textura del suelo determinada. La porosidad total de 47,58% correspondiente a un valor característico de suelos de texturas gruesas.

Respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil para los cultivos es de 12,4%(v/v), donde predominan los mesoporos, que son los que retienen la humedad del suelo 25,4%.

La determinación de los parámetros de fertilidad en la capa arable muestra una disponibilidad de materia orgánica de 18 g kg⁻¹ con tendencia a disminución en profundidad, con respecto a nitrógeno total se encontraron valores de 0,51 g kg⁻¹, ambos clasificados como valores bajos; el contenido de Fósforo disponible es de 18 mg kg⁻¹, bien provisto de fosforo. La relación C/N es normal.

Los valores de capacidad de intercambio catiónico (CIC) están en el rango (8,3 - 10,5 cmolc kg⁻¹.) acorde a la textura franca arenosa y al contenido de materia orgánica.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se mantiene con valores estables en todo el perfil, rondando entre (3,6- 7,6 %) los cuales no resultan problemáticos para los

cultivos.

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

El pH del extracto de saturación es similar en todos los horizontes con un valor promedio de 7,76 resultando ligeramente alcalino.

La actividad biológica en el horizonte superficial fue 7,4 mg CO₂ 100 g⁻¹ día⁻¹.

5.1.6. Clasificación de los suelos

- **Clasificación taxonómica del Suelo 1 por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2006).**

Como características diagnosticas el suelo presenta:

Epipedón: Mólico

Endopedones: Cálcico

El edafoclima es de régimen Ústico - Térmico.

Clasificando como: **Haplustol típico, franco grueso, termico. (Soil Taxonomy, 2006)**

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

El suelo clasifica como **IVe**, siendo su principal limitante:

el grado de textura y el porcentaje de arenas erodibles

e: erosión hídrica, pendiente <1%, por lo tanto, la erosión hídrica (I) baja susceptibilidad.

w: drenaje modernamente bien drenado (II)

S: profundidad +130 cm, zona semiárida (I)

CRAD (mm/m) estimada: BAJA (III)

- Índice de productividad (SAGyP-INTA, 1989).

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

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

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

$$IP= (0,5*0,9*1*0,8*0,6*0,9*1*1*1*0,9) \times 100= \mathbf{17,49\% \text{ Pobre Productividad}}$$

Sobre la base de estos datos, el sistema RIQUEL/FAO propone cinco clases de productividad:

Tabla 13. 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 %

Procesos pedogenéticos:

Melanización: se evidencia en el horizonte Ap de 8 cm y A2 de 22 cm de espesor (oscurecimiento por la incorporación de materia orgánica al suelo, pobre)

Calcificación: (Lavado y concentración secundaria de CaCO_3) se observa lavado en el horizonte Ap-A2 y una concentración secundaria en los horizontes Ck1-Ck2-Ck3.

Génesis de estructura: se evidencia en Ap, A2.

5.2. SUELO 2



Figura 28. Vista de lote donde se describió el Suelo 2.

5.2.1. Factores de sitio y descripción morfológica

Fecha de observación: 21/09/2022

Ubicación: Establecimiento Don Ramón (Juan Cousté, Algarrobo)

38° 47' 15,688" Latitud Sur

62° 5' 54,491" Longitud Oeste

Altitud: 46 m.s.n.m.

Paisaje: Dominio de la Cuenca del Colorado, Nivel de planación general (Npg), Escalonado Interfluvial 2

Relieve: Normal-plano recortado, antigua vía de escurrimiento de agua o cañadón.

Geoforma: Ladera de cañadón.

Posición: Baja

Gradiente: <1% Exposición Norte "NO 2 %"

Material Parental: Sedimentos eólicos recientes (se puede apreciar un cambio de textura Arenosa Franca a Franco arcillo Limosa).

Edad: Holoceno

Edafoclima: Régimen de humedad: Ústico.

Régimen de temperatura: Térmico.

Drenaje: moderadamente bien drenado

Uso de la tierra: Ganadero-agrícola

Vegetación: Verdeo.

Cobertura: Trigo implantado con siembra directa (80-90%)

Erosión: Alta susceptibilidad a la erosión eólica, baja susceptibilidad a la erosión hídrica, no se observan signos de erosión actual.

Historia del lote

Campo natural 2023.

Siembra de Trigo por labranza convencional (rastra-cinzel-sembradora convencional) (2019) (fracaso). Aplicación de fertilizante UREA 30kg.

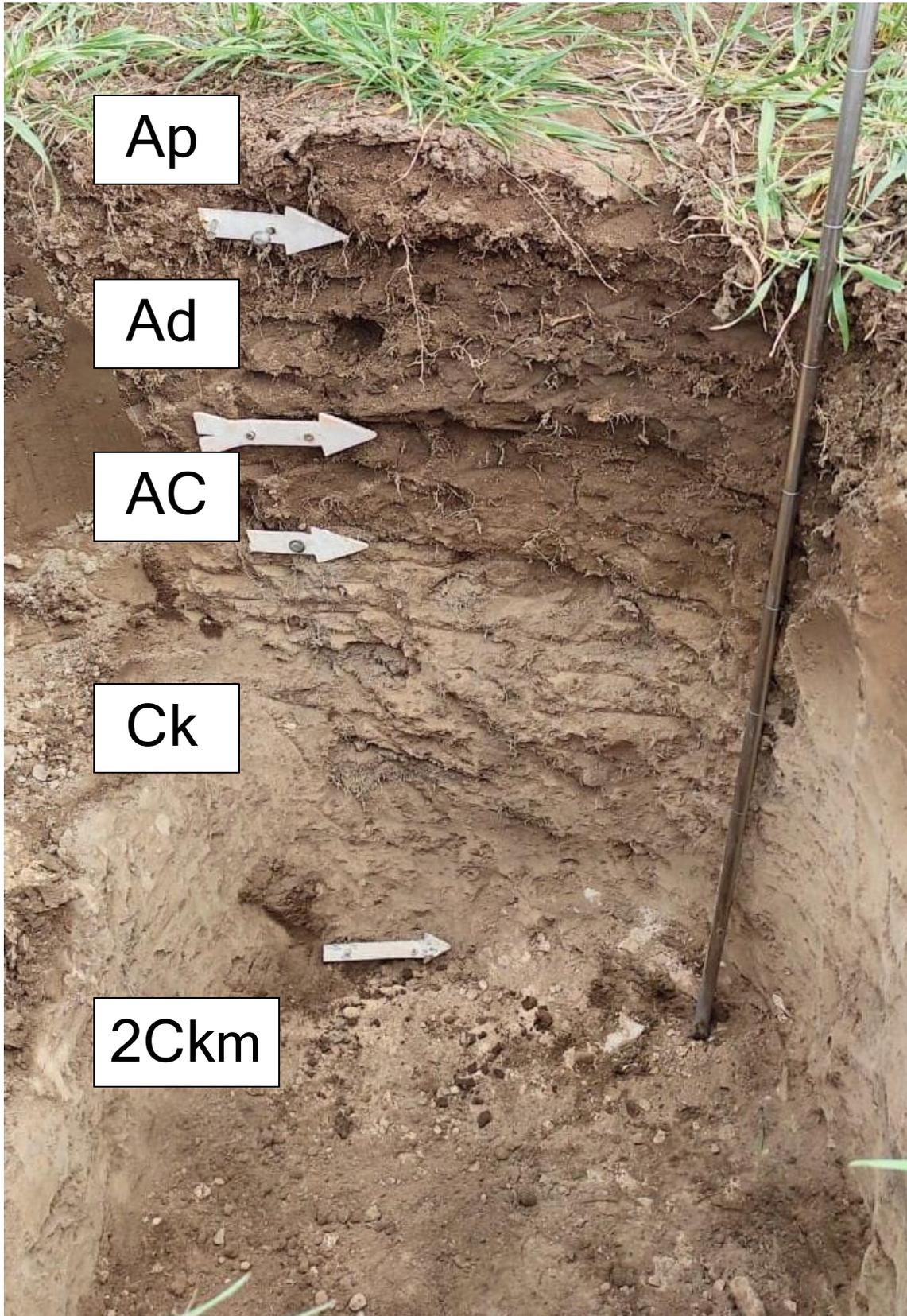


Figura 29. Perfil del Suelo 2.

MORFOLOGÍA DEL PERFIL 2

Tabla 14. Descripción morfológica del Suelo 2.

Horizonte	Descripción
Ap 0-10 cm	marrón grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; marrón (10YR 5/3) en seco; franco arenoso; húmedo; poco consolidado; bloques subangulares, medios y finos, moderados a débiles; muy friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; abundantes raíces; no presenta reacción al HCl 10%.
Ad 10-26 cm	marrón grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo; marrón claro (10 YR 6/3) en seco; franco arenoso; húmedo; consolidado; masiva; friable a firme, muy plástico, muy adhesivo; escasas raíces; no presenta reacción al HCl 10%.
AC 26-41 cm	marrón grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo; marrón grisáceo (10 YR 5/2) en seco; franco arenoso; húmedo; consolidado a poco consolidado; bloques subangulares, medio, moderado; friable, muy plástico, muy adhesivo; raíces moderadas; no presenta reacción al HCl 10%.
Ck 41-85 cm	marrón amarillento (10 YR 5/4) en húmedo; marrón claro (10 YR 6/3) en seco; franco arcillo limoso; muy húmedo; poco consolidado a consolidado; bloques subangulares, finos y medios, moderados a débiles; friable a firme, muy plástico, muy adhesivo; escasas raíces; fuerte reacción al HCl 10%; abundantes calcitanes.
2Ckm +85	Horizonte petrocálcico.

5.2.2. Características físicas

Tabla 15. Determinaciones físicas, Suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	AC	Ck	2Ckm
Profundidad	cm	0-10	10-26	26-41	41-85	+85
Análisis granulometría	Arcilla	103	145	179	198	
	Limo	176	207	258	241	
	Arena muy fina	193	184	172	167	
	Arena fina	427	373	316	318	
	Arena media	71	69	56	57	
	Arena gruesa	26	20	16	17	
	Arena muy gruesa	4,0	2,0	4,0	2,0	
Clase textural		FA	FA	FA	FaL	
Densidad aparente	Mg m ³	1,34	-	-	-	
Densidad real		2,43	2,41	2,38	2,43	
Porosidad total	% (Grav.)	44,9	-	-	-	
Humedad equivalente		12,1	14,7	17,5	18,3	
Humedad higroscópica		1,7	2,4	3	2,9	

Estabilidad estructural

Tabla 16. Estabilidad estructural, Suelo 2.

Superficie (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
25,5	2,55	19,61	Estabilidad mala

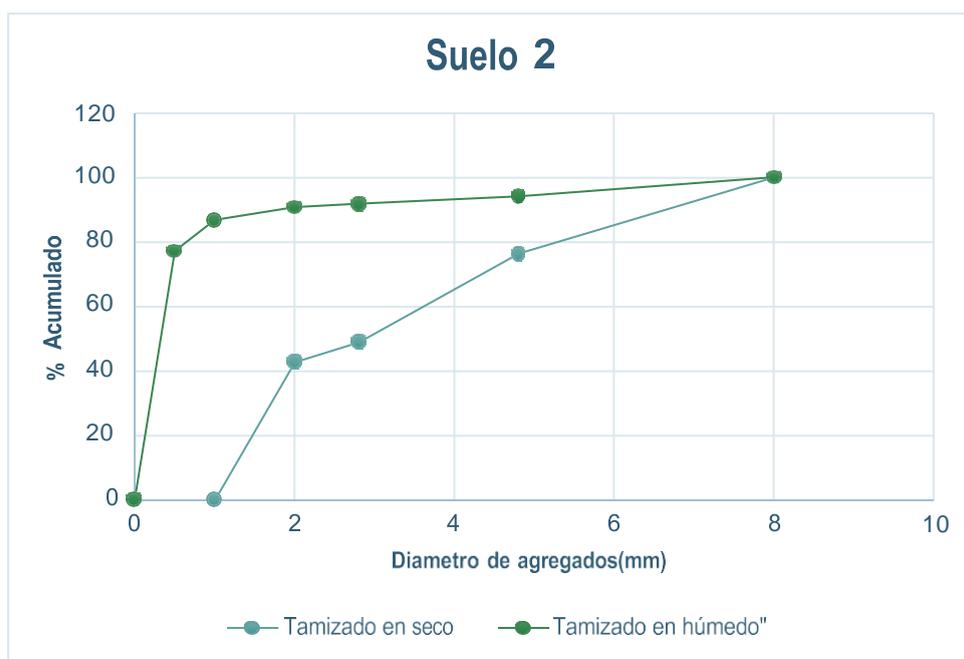


Figura 30. Curva de estabilidad estructural, Suelo 2.

Retención hídrica

Tabla 17. Curva de retención hídrica del Suelo 2.

pF	0	1,0	1,8	2,5	4,2	4,5	7	Agua útil
Agua %	46,8	44,6	32,2	20,9	8,8	2,28	0	12,1

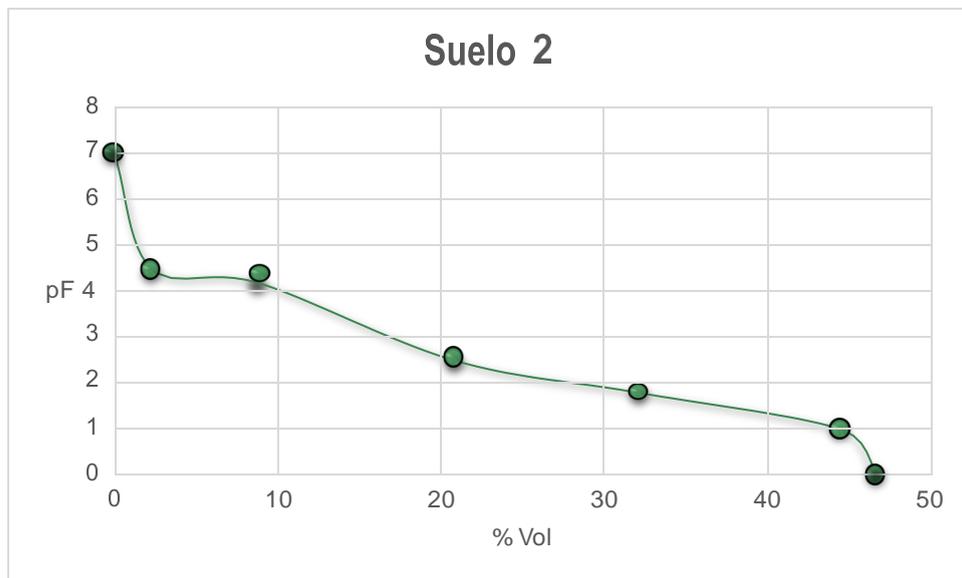


Figura 31. Curva de retención hídrica, Suelo 2.

Distribución del espacio poroso

Tabla 18. Distribución del espacio poroso del Suelo 2.

Suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultra microporos	Sólidos
2	46,8	14,6	11,3	12,1	6,5	2,28	53,2

- ❖ 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

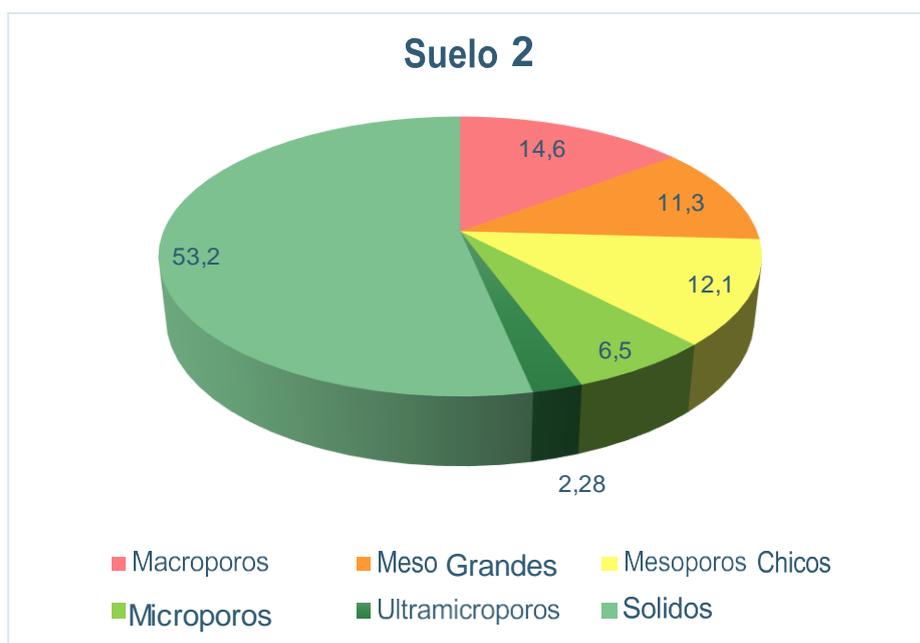


Figura 32. Distribución del espacio poroso, Suelo 2.

5.2.3. Características químicas

Tabla 19. Determinaciones químicas, Suelo 2.

Horizonte			Ap	Ad	AC	Ck	
Profundidad	cm		0-10	10-26	26-41	41-85	
Materia orgánica	g kg ⁻¹		13,14	10,8	8,9	6,2	
Carbono orgánico			7,64	6,24	5,19	4	
Fósforo total	mg kg ⁻¹		302	353	351	400	
Fósforo orgánico			46	84	89	76	
Fósforo inorgánico			256	269	262	323	
Relación C/P	CO/PO		166,1	74,2	58,3	52,6	
Calcáreo	g kg ⁻¹		-	-	-	82	
pH (en suspensión 1:2,5)			7,2	7,5	7,8	8,8	
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	cmol _c kg ⁻¹	7,3	11,2	13,8	-
		Na ⁺		0,5	0,4	0,6	1,4
		K ⁺		1,9	1,4	0,5	0,2
	Suma de bases			9,7	13,0	14,9	-
CIC		cmol _c kg ⁻¹	10,5	14,2	16,0	13,4	
Saturación de bases		%	92,4	91,5	93,0	-	
PSI			4,7	2,8	3,7	10	

Composición de sales solubles

Tabla 20. Composición de las sales solubles, Suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	AC	Ck		
Espesor		cm	0-10	10-26	26-41	41-85	
Extracto de saturación	pH		8,0	8,0	8,1	8,1	
	Conductividad eléctrica		dS m ⁻¹	0,30	0,32	0,30	0,32
	Cationes	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me L ⁻¹	0,7	2,5	2,1	1,1
		Na ⁺		0,6	0,5	0,6	1,4
		K ⁺		0,8	0,5	0,2	0,1
		Suma		2,1	3,5	2,9	2,6
	Aniones	SO ₄ ⁼	me L ⁻¹	0,5	0,5	0,7	0,4
		Cl ⁻		0,4	0,5	0,6	0,5
		CO ₃ ⁼		-	-	-	-
		HCO ₃ ⁼		1,6	1,8	2,6	2,3
		Suma		2,5	2,8	3,9	3,2
	RAS			1	0,6	0,8	2,7

Fertilidad química

Tabla 21. Determinaciones de fertilidad de la capa arable, Suelo 2

pH (suspensión 1:2,5)		7,7
Materia orgánica	g kg⁻¹	12
Carbono orgánico		11
Nitrógeno total		0,77
Relación C / N		13,7
Fósforo disponible	mg kg⁻¹	19
Potasio asimilable		852

5.2.4. Parámetros de fertilidad y actividad biológica

Tabla 22. Respiración microbiana del Suelo 2.

Horizonte	mg CO ₂ 100g ⁻¹ dia ⁻¹	Clasificación
Ap	6,9	Baja

**Valores de Actividad Biológica. Laboratorio de Suelos Salinos y Sódicos (313).
Departamento de Agronomía – UNS**

Tabla 23. 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

5.2.5. Interpretación de resultados de campo y laboratorio.

El perfil 2 se encuentra posicionado en un bajo, moderadamente bien drenado, evoluciona a partir de sedimentos eólicos recientes, con una profundidad efectiva de 85 cm.

Posee una secuencia Ap-Ad-AC-Ck-2Ckm. Según el análisis granulométrico, la textura es franco arenoso en los primeros tres horizontes y luego va cambiando a franco arcillo limosa, observándose un aumento en la fracción de arcilla en los horizontes AC-Ck (179 - 198 g kg⁻¹).

La estabilidad estructural del horizonte superficial Ap fue clasificada como mala. Esto se atribuye a las texturas gruesas y bajo contenido de materia orgánica 13,14 g kg⁻¹.

La densidad aparente definida como la masa de suelo por unidad de volumen, fue de 1,34 Mg m⁻³, el cual es un valor esperable para la textura del suelo. La porosidad total de 44,9% correspondiente a un valor característico de suelos de texturas gruesas.

Respecto a la curva de retención hídrica el contenido de agua útil para los cultivos es de 12,1%(v/v), donde predominan los mesoporos 23,4%, que son los que retienen la humedad del suelo.

La determinación de los parámetros de fertilidad en la capa arable muestra una disponibilidad de materia orgánica de 12 g kg⁻¹ con tendencia a disminución en profundidad, con respecto a nitrógeno total se encontraron valores de 0,77 g kg⁻¹, ambos clasifican como valores bajos, el contenido de Fósforo disponible es de 19 mg kg⁻¹, bien provisto de fosforo. La relación C/N es normal.

Los valores de capacidad de intercambio catiónico (CIC) están en el rango (10,5 - 16,0 cmolc /kg.) acorde a la textura franca arenosa y al contenido de materia orgánica.

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se mantiene con valores estables en todo

el perfil, rondando entre (2,8- 10%) los cuales no resultan problemáticos para los cultivos.

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

El pH del extracto de saturación es similar a en todos los horizontes con un valor promedio de 8, resultando moderadamente alcalino.

La actividad biológica del horizonte superficial fue 6,9 mg CO₂ 100 g⁻¹ dia⁻¹.

5.2.6. Clasificación de los suelos

- Clasificación taxonómica del Suelo 2 por Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2006).

Como características diagnósticas el suelo presenta:

Epipedón Mólico.

Endopedones: Petrocálcico.

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

Haplustol Petrocálcico, franco grueso, térmico.

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

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

El grado de estructura y el porcentaje de arenas erodibles

e: erosión hídrica, presenta pendiente < 1%, baja susceptibilidad a la erosión hídrica(I)

w: drenaje: moderadamente bien drenado (II)

S: profundidad: +85 cm (petrocálcico), zona semiárida (III)

CRAD(mm/m) estimada: BAJA (III)

- Índice de productividad (SAGyP-INTA,1989).

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

IP: índice de productividad de la unidad taxonómica.

H: condición climática.

D: drenaje.

Pe: profundidad efectiva.

Ta: textura del horizonte superficial.

Tb: textura del horizonte sub superficial.

T: capacidad de intercambio catiónico.

Mo: contenido de materia orgánica.

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

Na: alcalinidad sódica, considerada hasta un metro.

E: erosión.

$$IP= (0,5*0,9*0,8*0,9*1*0,95*1*1*1*0,9) \times 100 = 27,7\% \text{ Mediana o regular productividad}$$

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

Tabla 24. 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 %

Procesos pedogenéticos:

Melanización: se evidencia en el horizonte Ap, Ad y AC (oscurecimiento por la incorporación de materia orgánica al suelo, pobre).

Calcificación: (Lavado y concentración secundaria de CaCO_3) se observa lavado en los horizontes Ap-Ad-AC y concentración secundaria en el horizonte Ck y 2Ckm, con cementación 2Ckm.

Genesis de estructura: se evidencia en Ap

Se observa la presencia de Plowpan, horizonte Ad: capa compactada formada en subsuperficie, inmediatamente por debajo de la capa arable por efecto del laboreo en exceso.

5.3. CALIDAD DE AGUA

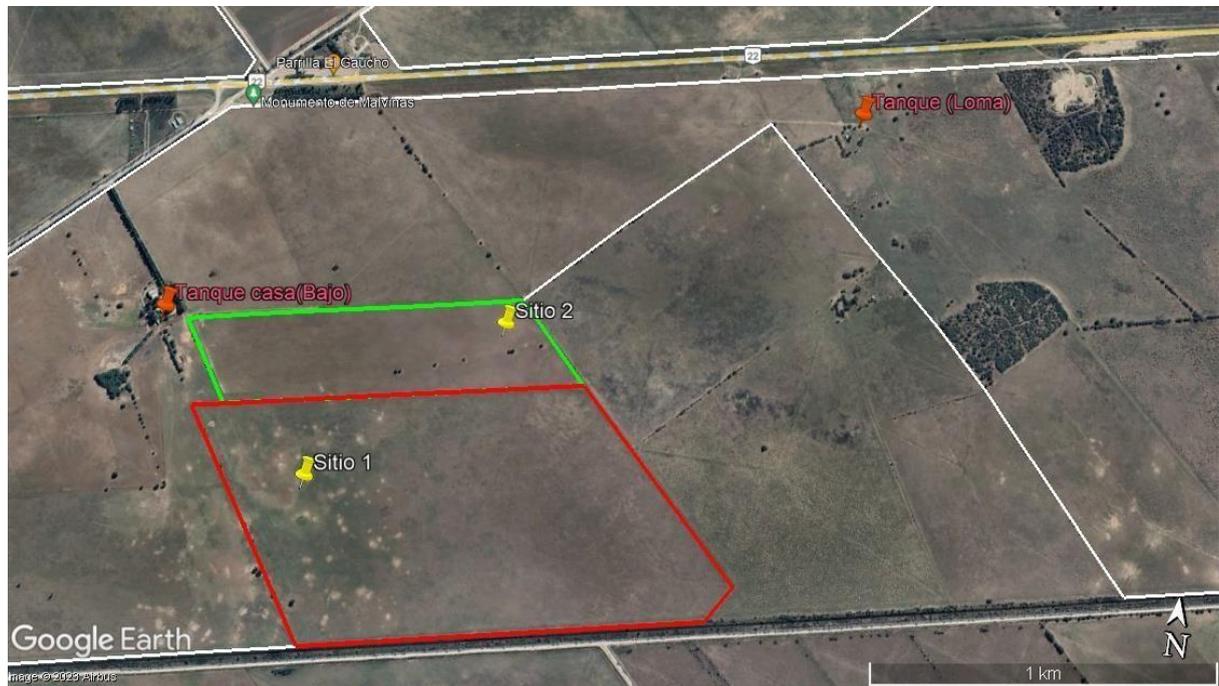


Figura 33. Ubicación de perforaciones. Toma de muestra tanque 1 y 2.

Tabla 25. Determinaciones químicas del tanque 1 y 2.

Muestra		Casa(1)	Loma(2)	
ANIONES	pH	7,3	7,8	
	CE	dS m¹	5,40	0,75
	Cl⁻	me L⁻¹	45,20	1,64
	SO₄⁼		6,6	0,77
	CO₃⁼		0,0	0,0
	HCO₃⁼		2,65	3,55
	Suma		54,45	5,96
CATIONES	Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺		63,6	3,4
	Na⁺		1,83	1,44
	K⁺	0,25	0,06	
	Suma	65,68	4,9	
RAS		0,32	1,10	
DUREZA		mg L⁻¹	99	0,52
Clasificación dureza		Moderadamente dura	Agua blanda	

Muestra tanque Casa y Loma

Clasificación del agua para consumo animal según Sager (2000), relación Sales

Totales:Sales Beneficiosas-Sales Perjudiciales

El agua de perforación, extraída de Loma (2), clasifica como 1:0 “muy buena”

El agua de perforación, extraída de Casa (1), clasifica como 3:0 “buena”

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

El agua de perforación Loma (2) clasifica como C2-S1, indica un bajo contenido de sales y sodio. Resultando “apta” para riego en todos los casos y apta para consumo humano.

El agua de perforación, extraída de Casa (1) clasifica como C5-S1, indica un elevado contenido de sales, No es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias ni para consumo humano, pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales por ejemplo si tenemos cultivos altamente tolerantes a las sales, suelos permeables, con drenaje adecuado, se puede aplicar un exceso de agua para lograr un buen lavado de perfil.

6. CONCLUSIONES

Los suelos estudiados se encuentran en el mismo lote dentro del establecimiento "Don Ramon" del partido de Villarino, en una geoforma de ladera.

El Suelo 1 en la ladera alta y el Suelo 2 en la ladera baja.

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

El Suelo 1 fue clasificado como un Haplustol típico, franco grueso térmico. Presenta un IP de 17,49 % lo que refleja una pobre productividad. Su mayor limitante está relacionada con la susceptibilidad a la erosión eólica, debido al tipo de textura y el porcentaje de arenas erodibles clasificando por su capacidad de uso como IVe.

El Suelo 2 clasificó como un Haplustol petrocálcico, franco grueso térmico. Presenta un IP del 27,7% lo que refleja una mediana o regular productividad. Su mayor limitante está relacionada con la susceptibilidad a la erosión eólica clasificando por su capacidad de uso como IVe.

La principal diferencia entre los dos suelos se encuentra en la morfología de los mismos.

El Suelo 1 presenta una evolución moderada, con un epipedón mólico (Ap-A2) y un endopedón cálcico (Ck1-Ck2-Ck3). La profundidad efectiva es de 133 cm. El Suelo 2 presenta mayor evolución, con un epipedón mólico más desarrollado pero compactado (Ap-Ad) y un endopedón petrocálcico (2Ckm), de texturas más finas.

Además, en el **Suelo 2** la profundidad efectiva se reduce a 85 cm, debido al contacto lítico con la tosca.

Los resultados obtenidos fueron esperables ya que, según la posición topográfica y las condiciones climáticas, el establecimiento "Don Ramón", tiene una aptitud de uso ganadero, ya que los dos suelos presentan alta susceptibilidad a erosionarse y baja capacidad de retención de agua.

Por lo tanto, hay que realizar prácticas conservacionistas, para evitar la erosión.

7. BIBLIOGRAFIA

Biblioteca Alfonsina Storni del Club Juventud Unida., 2022. Archivo histórico y fotografías de Juan Cousté.

Cabrera, A. (1951). Territorios fitogeográficos de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Volumen IV, N° 1 - 2. Argentina.

Casas, R.; Iruña, C. y R. Michelena. (1978). Desmonte y habilitación de tierras para la producción agropecuaria en La República Argentina. Suelos – Publicación N° 157. Buenos Aires, Argentina.

Encyclopedia Britannica. Consultado el 3 de noviembre 2023. Beaufort Scale.

Fidalgo, F., 1999. El Cuaternario de la provincia de Buenos Aires
Disponible en: R. Caminos (ed.), Geología Argentina. SEGEMAR, Anales 29, 700- 703 pág.

Galmarini, A. y J. Raffo del Campo., 1964. Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la región Chaqueña. Consejo Nacional de Desarrollo. Nro. 9 Buenos Aires.

Giorgetti, H., 1995. Bases y modelos de producción para la implementación de un plan de desarrollo agropecuario en el partido de Patagones. Chacra Experimental del Ministerio de la Producción de la Provincia de Buenos Aires. Patagones, Argentina.

González Uriarte, M., Navarro, E. y Muro, E., 2005. Geomorfología y relación suelo- pasaje en el partido de Villarino, Buenos Aires.

Disponible en: Producción, recursos y medioambiente en el Sudoeste Bonaerense.
Editado por Vaquero, M.C. y Cernadas de Bulnes, M.N., Bahía Blanca, U.N.S., 503 pág.

Harding, T.,1984. Graben hydrocarbon occurrences and structural style. Bull. Am. Assoc.Pet. Geol., 68 (3) (1984), pág. 333-362.

INTA. EEA. Hilario Ascasubi., 2023. Datos estadísticos proporcionados de la estación meteorológica en Juan Cousté (Algarrobo).

INTA. EEA Hilario Ascasubi., 2023. Mapas de Suelo del Partido de Villarino.
Disponible en: geo.inta.gob.ar . Consulta 1 de octubre 2023.

Kunich, M., 2020. "Puesta en valor turístico recreativo del patrimonio histórico cultural de la localidad de Juan Cousté Algarrobo". Tesina para optar al grado de Licenciado en Turismo. Director: MSc. M. I. Haag.

Lamberto, S. (1987). Vegetación natural. En: Evaluación expeditiva del recurso suelo y uso y cobertura de la tierra en el sur de la provincia de Buenos Aires. Informe técnico N° 28. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi. Bahía Blanca, Argentina.

Paez, S., 2013." Mapa de Climas de la República Argentina". Catedra de Geografía. Intituto San Jose. Moron. Provincia de Buenos Aires.

Disponibile en: <https://materiageo.blogspot.com/2013/07/800x600-normal-0-21-false-false-false.html>

Paramo, G., 1989. Revista Local "80 aniversario 1909-1989". Juan Cousté (Algarrobo). 10 pág.

Ramos, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino.

Disponibile en: R. caminos (ed.), Geología argentina. SGEMAR, Anales 29 (3): 21-96 pág.

Revista el Centenario 1909-2009., (2009). Ecos de Juan Cousté. 10 pág.

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 Luís, Argentina. En CD 6 pág.

Rodriguez, D., Shurlz, G., Moretti, L., 2018. "Carta de Suelos de la República Argentina: partido de Villarino: provincia de Buenos Aires "editado por D.

Rodríguez; G. Schulz; L. Moretti. - 1a ed. - Hurlingham, Buenos Aires: Ediciones INTA, 2018. Disponible en: <https://docslib.org/doc/2759148/carta-de-suelos-de-la-rep%C3%BAblica-argentina-partido-de-villarino>

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.

Soil Survey Staff, 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Conservación de Recursos Naturales, Décima Edición. Traducción de: C. A. Ortiz – Solorio y Ma. del Carmen Gutiérrez –Castorena

Disponible en: <https://www.edafologia.org/descargas/>

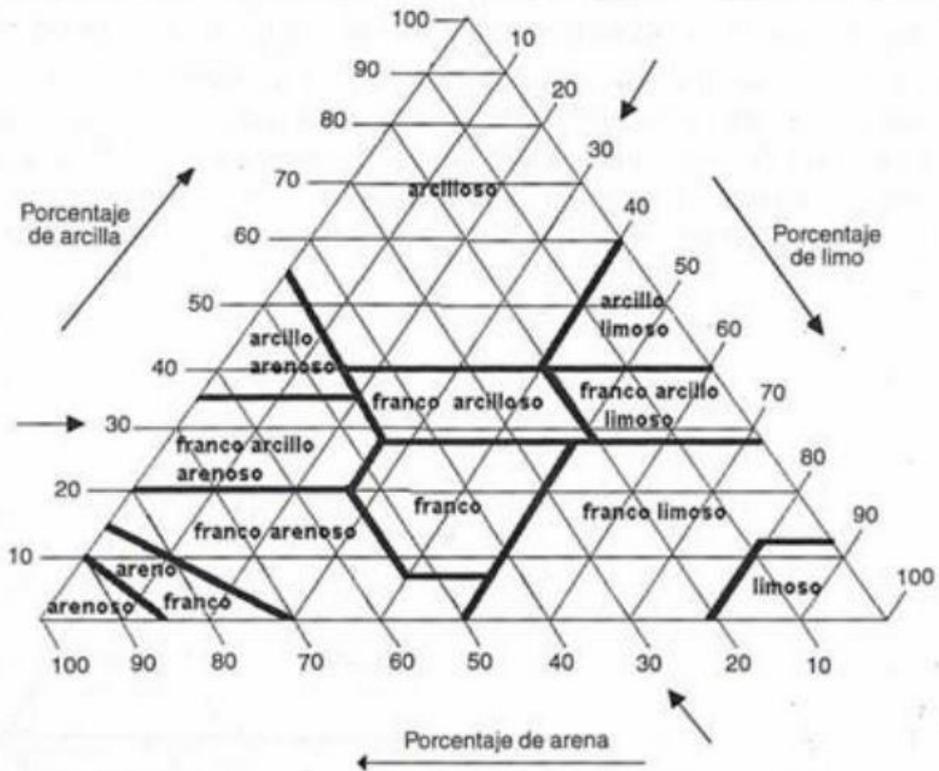
US Bureau of Reclamation (USBR-USDI), 1953. Irrigated Land Use, Part 2: Land classification. B. R. Manual. Vol. 5, U.S. Gov. Printing Office, Washington.

Yrigoyen, M.,1999. Los depósitos Cretácicos y Terciarios de la cuenca del Salado y del Colorado.

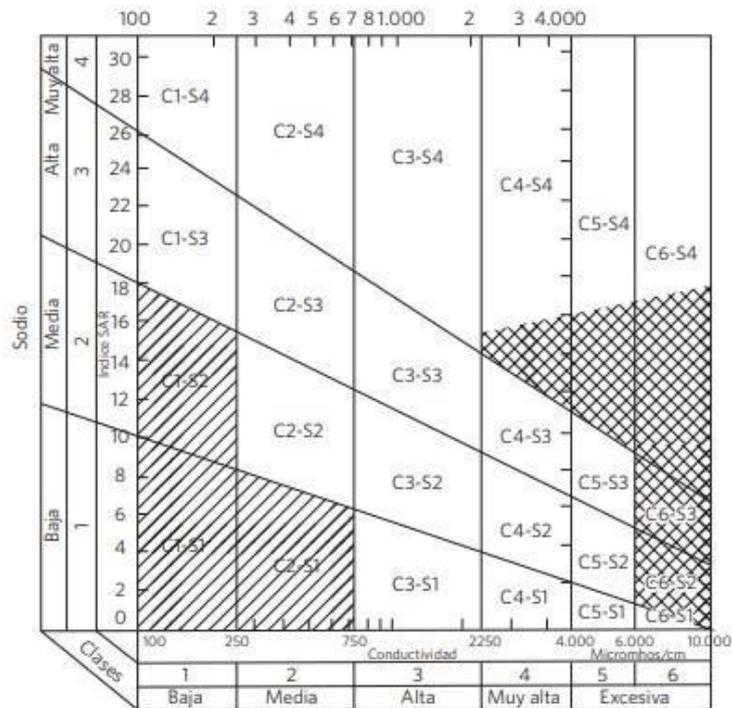
Disponible en: R. Caminos (ed.), Geología Argentina. SEGEMAR, Anales 29. (21):645-649.

Entrevista a productor rural clave, 2022. Propietario Juan Ramon Labeyrie, poblador de Juan Cousté desde el año 1965. Continúa en Activida

APENDICE



Triángulo textural (Soil Survey Manual-USDA).



- Aguas de buena calidad aptas para el riego.
- Aguas utilizables para riego con precauciones.
- Aguas no aptas para el riego.

pH	Calificación
6.1-6.5	Ligeramente ácido
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

Fuente: Schoeneberger et al., 2002

Calificación de la disponibilidad de Materia orgánica (MO), Nitrógeno total (Nt) y Fósforo disponible (Pd). Fuente: Rivero & Cruzate, 2008.

Disponibilidad	MO (g kg⁻¹)	Nt (g kg⁻¹)	Pd (mg kg⁻¹)
Muy alta	> 65	> 3	> 30
Alta	65 - 45	3,0 - 2,5	30 - 20
Media	45 - 25	2,5 - 1,5	20 - 10
Baja	25 - 15	1,5 - 1,0	10 - 5
Muy baja	< 15	< 1,0	< 5

Calificación del grado de salinidad

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

Fuente: Adaptado de Soil Survey Division Staff - USDA, 1993

Calificación del grado de sodicidad

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

Fuente: US Bureau of Reclamation (USBR-USDI). 1953

Determinaciones Físicas

Densidad real

Suelo	Hzt	Pic Vacio(g)	Pic+s (g)	Pic+S+AD (g)	Pic+AD (g)	Densidad Real (g.cm3)
1	Ap	16,03	31,03	50,02	41,03	2,49
	A2	15,92	30,92	49,67	40,88	2,41
	Ck1	14,27	29,26	48,05	39,09	2,48
	Ck2	16,48	31,48	50,38	41,45	2,46
	Ck3	16,7	31,69	50,67	41,66	2,5
2	Ap	17,05	32,06	50,91	42,05	2,43
	Ad	14,08	29,08	47,7	38,91	2,41
	AC	16,75	31,75	50,46	41,75	2,38
	Ck	13,85	28,84	47,53	38,7	2,43

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

Peso pic + AD: peso picnómetro + agua destilada

Humedad Higroscópica (HH)

Suelo	Hzt	Cap	peso cap	cap+sh	cap+sse	P agua	PSSE	HH
1	Ap	2	3,87	23,87	23,67	0,2	19,8	1,0
		1	3,73	23,73	23,54	0,19	19,81	1,0
	A2	3	2,19	22,19	21,97	0,22	19,78	1,1
		4	2,23	22,23	21,96	0,27	19,73	1,4
	Ck1	5	3,70	23,71	23,44	0,27	19,74	1,4
		6	3,64	23,63	23,40	0,23	19,76	1,2
	Ck2	7	3,83	23,83	23,53	0,3	19,7	1,5
		8	3,49	23,49	23,17	0,32	19,68	1,6
	Ck3	9	3,53	23,52	23,14	0,38	19,61	1,9
		10	2,2	22,21	21,83	0,38	19,63	1,9
2	Ap	11	3,92	23,96	23,66	0,3	19,74	1,7
		12	3,98	23,98	23,66	0,32	19,68	1,7
	Ad	13	3,76	23,77	23,37	0,4	19,61	2,4
		14	3,94	23,99	23,56	0,43	19,62	2,3
	AC	15	3,82	23,88	23,28	0,6	19,46	3,1
		16	3,89	23,94	23,37	0,57	19,48	2,9
	Ck	17	3,46	23,46	22,85	0,61	19,39	3,1
		18	3,63	23,69	23,13	0,56	19,5	2,9

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	Hzt	Capsula	peso Cap	Cap+sh	Cap+sse	P agua	Psse	HE
S1	Ap	101	22,37	63,14	59,83	3,31	37,46	8,8
		123	24,75	65,40	62,16	3,24	37,41	8,7
	A2	125	23,28	49,96	47,79	2,17	24,51	8,9
		126	23,85	61,92	58,18	3,74	34,33	10,9
	Ck1	89	25,3	62,18	58,54	3,64	33,24	11,0
		110	23,51	56,62	53,35	3,27	29,84	11,0
	Ck2	130	25,28	70,00	65,51	4,49	40,23	11,2
		131	22,36	64,27	60,05	4,22	37,69	11,2
	Ck3	137	23,32	62,92	58,18	4,74	34,86	13,6
		138	23,7	60,86	56,41	4,45	32,71	13,6
S2	Ap	133	23,15	70,02	64,93	5,09	41,78	12,2
		136	22,95	62,8	58,52	4,28	35,57	12,0
	Ad	147	24,62	73,48	67,27	6,21	42,65	14,6
		150	26,64	76,2	69,83	6,37	43,19	14,7
	AC	139	25,21	65,49	59,52	5,97	34,31	17,4
		140	23,49	68,66	61,91	6,75	38,42	17,6
	Ck	112	24,08	77,82	69,52	8,3	45,44	18,3
		111	24,5	75,34	67,53	7,81	43,03	18,2

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	46,39	47,6	44,9	46,2	31,85	32,0	23,57	19,0
	43,26		41,9		32,87		19,36	
	51,07		50,0		28,84		13,66	
	47,91		47,2		34,67		17,34	
	50,56		48,1		30,89		17,28	
	46,26		45,1		32,82		22,84	
2	49,19	46,8	45,0	44,6	30,16	32,2	17,56	20,9
	47,57		45,7		33,37		21,06	
	46,6		44,7		31,11		19,12	
	48,37		47,0		31,63		21,15	
	44,48		42,4		34,29		21,68	

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

Suelo	PT	Macroporos	Mesoporos grandes	Mesoporos chicos	Microporos	Ultramicro poros	Sólidos
1	47,58	15,6	13,0	12,4	5,2	1,38	52,4
2	46,78	14,6	11,3	12,1	6,5	2,28	53,2

Estabilidad Estructural (EE)

Suelo 1

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100,00	100
4,8	72,63	95,18
2,8	41,96	93,44
2,0	36,50	92,49
1,0	0	90,59
0,5	-	85,36
0,0	-	0

Superficie (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
31,3	3,13	15,97	Estabilidad mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Suelo 2

Diámetro (mm)	Tamizado en Seco	Tamizado en Húmedo
8,0	100	100
4,8	76,33	94,06
2,8	48,76	91,76
2,0	42,60	90,67
1,0	0	86,68
0,5	-	77,11
0,0	-	0

Superficie (cm2)	CDMP (mm)	EE (%)	Clasificación
25,5	2,55	19,61	Estabilidad mala

CDMP: cambio en el diámetro medio ponderado

Determinaciones químicas

Fósforo total

Suelo	Horizonte	Absorbancia	mg P /L	mg P /kg
1	Ap	0,193	0,260389	325
	A2	0,181	0,244199	304
	Ck1	0,194	0,261738	327
	Ck2	0,1975	0,26646	333
	Ck3	0,155	0,20912	261
2	Ap	0,179	0,2415	302
	Ad	0,2095	0,28265	353
	AC	0,208	0,280626	351
	Ck	0,237	0,319752	400

Cationes Intercambiables

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Suelo	Horizonte	titulación	me/L
1	Ap	1,47	2,352
	A2	145	2,32
	Ck1	-	-
	Ck2	-	-
	Ck3	-	-
2	Ap	1,82	2,912
	Ad	2,8	4,48
	AC	3,46	5,536
	Ck	-	-

Sodio

Suelo	Horizonte	Na Intercambiable	mg/L Na	me/L
1	Ap	25	2,9180722	0,1
	A2	29	3,38496376	0,1
	Ck1	31	3,61840953	0,2
	Ck2	41	4,78563842	0,2
	Ck3	62	7,23681907	0,3
2	Ap	41	4,78563842	0,2
	Ad	28	3,26824087	0,1
	AC	48	5,60269863	0,2
	Ck	110	12,8395177	0,6

Potasio

Suelo	Horizonte	K	mg/L K	me/L
1	Ap	181	26,4832833	0,7
	A2	72	10,5347867	0,3
	Ck1	13	1,90211427	0,0
	Ck2	12	1,75579779	0,0
	Ck3	15	2,19474724	0,1
2	Ap	208	30,4338284	0,8
	Ad	145	21,21589	0,5
	AC	53	7,75477358	0,2
	Ck	18	2,63369669	0,1

Determinaciones de sales solubles

Sodio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala) (promedio)	me Na ⁺ /L
1	Ap	106	0,54
	A2	123	0,62
	Ck1	63	0,32
	Ck2	63	0,32
	Ck3	112	0,57
2	Ap	116	0,59
	Ad	107	0,54
	AC	127	0,65
	Ck	267	1,36

Potasio

Suelo	Horizonte	UE (Unidad Escala) (promedio)	me K ⁺ /L
1	Ap	181	0,68
	A2	72	0,27
	Ck1	13	0,05
	Ck2	12	0,04
	Ck3	15	0,06
2	Ap	208	0,78
	Ad	145	0,54
	AC	53	0,20
	Ck	18	0,07

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Suelo	Horizonte	mL EDTA (promedio)	me/L Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺
1	Ap	0,45	1,91
	A2	0,38	1,62
	Ck1	0,5	2,13
	Ck2	0,52	2,21
	Ck3	0,36	1,53
2	Ap	0,17	0,72
	Ad	0,58	2,47
	AC	0,5	2,13
	Ck	0,26	1,11

Bicarbonatos

Suelo	Horizonte	mL H ₂ SO ₄ ⁼ (promedio)	mL alícuota	me HCO ₃ ⁻ /L
1	Ap	0,52	2	2,6
	A2	0,52	2	2,6
	Ck1	0,42	2	2,1
	Ck2	0,48	2	2,4
	Ck3	0,42	2	2,1
2	Ap	0,32	2	1,6
	Ad	0,36	2	1,8
	AC	0,52	2	2,6
	Ck	0,47	2	2,33

Cloruros

Suelo	Horizonte	mL AgNO ₃ ⁻ (promedio)	mL alícuota	me Cl ⁻ /L
1	Ap	0,16	2	0,40
	A2	0,12	2	0,30
	Ck1	0,16	2	0,40
	Ck2	0,24	2	0,60
	Ck3	0,28	2	0,70
2	Ap	0,12	2	0,40
	Ad	0,18	2	0,45
	AC	0,26	2	0,65
	Ck	0,2	2	0,50

Sulfatos

Suelo	Horizonte	Absorbancia (promedio)	me SO ₄ ⁼ /L
1	Ap	0,108	0,453
	A2	0,088	0,369
	Ck1	0,105	0,440
	Ck2	0,139	0,583
	Ck3	0,032	0,134
2	Ap	0,124	0,519
	Ad	0,124	0,519
	AC	0,184	0,771
	Ck	0,1	0,419

Determinaciones de fertilidad

Fósforo disponible

Suelo	Absorbancia (promedio)	mg P /L	mg P /kg suelo
1	0,32	0,54	18
2	0,35	0,55	19

Se utilizó: 5g suelo, 35g extractiva

Potasio asimilable

Suelo	K ⁺	mg K ⁺ /L	mg K ⁺ /kg suelo
1	208	31	782
2	226	34	852

Nitrógeno total

Suelo	Titulación (promedio)	g/kg N
1	1	0,51
2	1,28	0,77

Materia orgánica

Suelo	% C	% MO	CO g /kg	MO g /kg
1	1,06	1,82	10,60	18,2
2	0,714	1,23	7,14	12,3

Determinaciones en muestra de agua

Sodio

Muestra	Diluciones	UE(Unidad Escala) (promedio)	me Na ⁺ /L
Tanque Casa	5-25	360	1,83
Tanque Loma	5-25	284	1,44

Potasio

Muestra	Diluciones	UE(Unidad Escala) (promedio)	me K ⁺ /L
Tanque Casa	-	68	0,25
Tanque Loma	-	15	0,06

Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

Muestra	mL EDTA (promedio)	me Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ /L
Tanque Casa	3,77	63,6
Tanque Loma	0,172	3,4

Bicarbonatos

Muestra	mL H ₂ SO ₄ ⁼ (promedio)	mL de alícuota	me H ₂ CO ₃ ⁻ /L
Tanque Casa	0,529	2	2,65
Tanque Loma	0,71	2	3,55

Cloruros

Muestra	mL Ag NO ₃ ⁻ (promedio)	mL de alícuota	me Cl ⁻ / L
Tanque Casa	18,08	2	45,20
Tanque Loma	0,65	2	1,62

Sulfatos

Muestra	Absorbancia(promedio)	me SO ₄ ⁼ / L
Tanque Casa	1,444	6,055
Tanque Loma	0,183	0,767

Tanque casa: se diluye en 5 ml de agua destilada