



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Trabajo de Intensificación del Ciclo profesional de la carrera
Ingeniería Agronómica

**Construcción de mapa de ambientes y planificación del
uso de los suelos del Establecimiento “El Jaguel”
(Villalonga, Partido de Patagones, Bs.As.)**

Alumno:

José María Bayón

Tutor:

Dr. Oscar Abel Bravo

Docentes consejeras:

Mg. Erica Susana Schmidt

Mg. Mariana Eve Bouza

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur

2021

PREFACIO

Este trabajo es presentado como parte de los requisitos para cumplir con el trabajo de intensificación de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Sur.

AGRADECIMIENTOS

A mis papás, Baby y Pedro por darme la posibilidad de estudiar en Bahía Blanca y darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos Lalo y Nico por siempre estar presentes.

A Fiore mi compañera de vida desde hace 5 años.

A todo el resto de mi familia que me apoyaron de una u otra manera.

A Oscar, Erica y Mariana por ayudarme y resolver todas mis dudas con la tesina.

A la Universidad Nacional del Sur y en especial al Departamento de Agronomía por formarme.

A todos mis amigos.

RESUMEN

Para la planificación y uso de un establecimiento agropecuario se deben tener en cuenta varios aspectos, principalmente la resiliencia del sistema para la continuidad del mismo en el tiempo. Hay que saber aprovechar los atributos que dispone cada sistema y sacar el máximo beneficio de estos. El objetivo del presente trabajo fue la realización de un mapa de ambientes a escala detallada, y a partir del mismo, proponer una planificación lógica del uso de los suelos del predio. El lugar de estudio se encuentra en la localidad de Villalonga, partido de Patagones, con precipitaciones medias de 400 mm año⁻¹ y suelos de textura franco arenosa con bajos niveles de materia orgánica. El campo es manejado por una empresa familiar dedicada a la agricultura y ganadería. En este establecimiento en particular se destina la mayor proporción de la superficie a la ganadería de cría en un sistema extensivo. Se realizaron dos viajes al lugar de estudio con el objetivo de recopilar información a partir de la observación y descripción de las características de los diversos perfiles de suelos, abarcando un total de cuatro calicatas distribuidas en distintas posiciones del paisaje. Previo a las visitas se recabo información de una estación meteorológica, los datos del modelo MDE-Arg del IGM e imágenes satelitales del sensor óptico Sentinel-2, para luego procesarlas por medio del programa QGIS. Con toda la información obtenida se generó un mapa de relieve con bajos, laderas y planos altos, un mapa de curvas de nivel con una equidistancia de 3 metros y un tercer mapa de dos ambientes productivos. Analizando los datos de relieve, clasificación de suelos, fertilidad de los mismos, clase y subclase por capacidad de uso y productividad se llegó a la conclusión de que, en una primera etapa de planificación de las actividades no es necesaria la división del establecimiento por ambientes. Se planificó una matriz de rotación de diez años con tres cultivos anuales y uno perenne adecuados para el establecimiento y acordes a las necesidades del productor, con un manejo conservacionista basado en la ganadería con pastoreo de altas cargas instantáneas.

Palabras claves: Patagones-Suelos-Ambientes-Planificación de Uso.

ÍNDICE

PREFACIO	I
AGRADECIMIENTOS	II
RESUMEN	III
1 INTRODUCCIÓN	1
3 MATERIALES	5
3.1 UBICACIÓN DEL PREDIO	5
3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO	6
3.3 HISTORIA DE LOS LOTES	7
3.4 CLIMA DE LA REGIÓN	8
3.5 SUELOS DE LA REGIÓN	9
4 MÉTODOS	11
4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DIGITAL	11
4.2 TAREAS DE CAMPO: reconocimiento de suelos y toma de muestras	12
5 RESULTADOS OBTENIDOS	13
5.1 MAPA DE RELIEVE Y CURVAS DE NIVEL	13
5.2 SUELOS DEL ESTABLECIMIENTO	14
5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 1	15
5.2.2 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 2	23
5.2.3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 3	30
5.2.4 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 4	32
5.3 MAPA DE AMBIENTES	35
5.4 MATRIZ DE ROTACIÓN	37
6 CONCLUSIONES	40
7 BIBLIOGRAFÍA	41
Anexo 1	43
Anexo 2	44

1 INTRODUCCIÓN

Existe amplio consenso en que una de las características deseables en los sistemas productivos de zonas semiáridas sea la “resiliencia”. Esto se refiere a la capacidad del sistema para sobrevivir a una crisis sin perder sus funciones y atributos esenciales y regresar a su estado original una vez que la perturbación finalizó. Estudios sobre este tema realizados en diversas regiones del mundo, sugieren algunas estrategias relativamente simples para mejorar la resiliencia de un sistema productivo: conocer en profundidad las características del ambiente, lograr la mayor adaptación posible a ese entorno y utilizar las tecnologías más adecuadas en función de esa asociación sistema-ambiente (Krüger et al., 2019).

Es muy común que en regiones agrícolas del país se desarrollen planteos en toda la superficie de un lote, sin tener en cuenta la heterogeneidad que se presenta dentro del mismo. En la mayoría de los casos, la disminución de la capacidad productiva de los suelos o la obtención de rendimientos bajos o erráticos en áreas que por sus limitaciones deberían estar restringidas a la realización de cultivos agrícolas, es enmascarada por la obtención de buenos rendimientos en el resto de la superficie de un lote; por lo que esta heterogeneidad no recibe la importancia que merece.

Algunos avances tecnológicos en insumos, el aumento del potencial productivo de los cultivos y el mejor control de plagas, malezas y enfermedades, también impiden apreciar esta pérdida de productividad.

Además de la pérdida económica en esas áreas limitadas, se produce un agravamiento de la condición de algunas propiedades importantes del suelo que derivan muchas veces en procesos de degradación del ambiente, los cuales pueden ser de difícil corrección (González, 2017)

La heterogeneidad existente dentro de un lote puede deberse a factores edáficos, topográficos y funcionales, como la dinámica hidrológica, que afectan y condicionan el comportamiento de los cultivos. El reconocimiento de dichos factores y la posibilidad de establecer su distribución en el espacio permite agrupar unidades ambientales homogéneas o unidades de paisaje (Vázquez Amabile, 2016).

El manejo por ambientes consiste en la adecuación de la aplicación de recursos, insumos y prácticas agronómicas a los requerimientos de suelos y cultivos, teniendo en cuenta las variaciones existentes dentro de un potrero. Esto no sólo debe considerar la productividad de los suelos y de los ambientes, sino que también debe contemplar la conservación del suelo y del agua (González, 2017).

En los últimos 15 años, han aparecido muchas herramientas para la agricultura de precisión, como los banderilleros satelitales, el corte por secciones en pulverizadores, los monitores de siembra y de rendimiento, la fertilización y siembra variable, el acceso a imágenes de variada resolución, la altimetría de alta resolución, el software para cruzar y superponer información digitalizada, etcétera.

Asimismo, estas herramientas nos permiten conocer mejor la variabilidad espacial y temporal de nuestros sistemas; caracterizar mejor nuestros lotes; producir considerando el suelo, la topografía y la hidrología; planificar mejor los cultivos y las actividades; hacer un uso más eficiente de los insumos, y ser más eficientes también en términos ambientales.

Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, lo más importante es recordar que todos estos instrumentos “son medios y no fines en sí mismos”. En este sentido, a veces creemos que el fin es saber usar tal o cual tecnología, sin entender que es sólo un medio para producir mejor (Vazquez Amabile, 2016).

En sistemas productivos agrícola-ganaderos, la determinación de ambientes homogéneos permite la mejor asignación de recursos y prácticas para maximizar la producción reduciendo las externalidades del sistema productivo. En zonas semiáridas, como la del sudoeste bonaerense, la agricultura por ambientes permite delimitar aquellos sitios donde la capacidad de retención de agua y la respuesta a la fertilización sean mayores y el rendimiento del cultivo sea superior (Frolla et al., 2020).

El área de estudio del presente trabajo se encuentra en la zona semiárida del partido de Patagones. Es un espacio frágil, de transición climática, con una elevada susceptibilidad a los problemas erosivos. La degradación del ecosistema se hace notable en la pérdida del equilibrio ecológico y la alteración

de los parámetros del medio físico (Gabella et al., 2013), razón por la cual se hace fundamental la puesta en práctica de ambientación y rotaciones que permitan aumentar la resiliencia de los planteos productivos de la región.

2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo se centran en:

- Realizar un mapa de ambientes a escala detallada para el Establecimiento “El Jaguel”. El mismo indica ambientes, superficies y principales características de los suelos dominantes.
- A partir de lo anterior, proponer una planificación lógica del uso de los suelos del predio.

3 MATERIALES

3.1 UBICACIÓN DEL PREDIO

El Establecimiento se encuentra a 9 kilómetros en dirección sureste de la localidad de Villalonga, Partido de Patagones, Provincia de Buenos Aires (Figura 1). La localización exacta es 39° 57' 46.0" latitud Sur y 62° 32' 40.3" longitud Oeste (Figura 2).

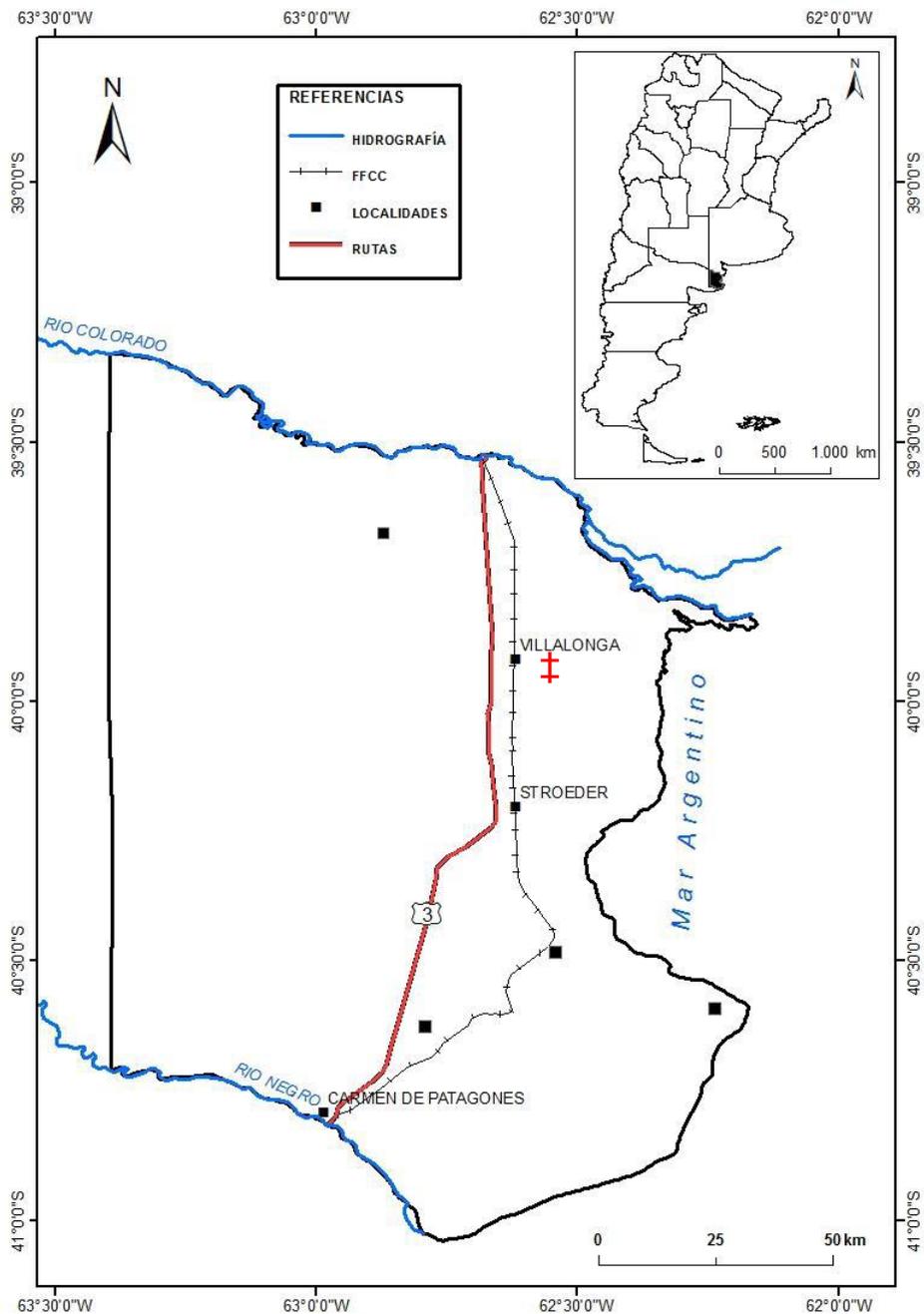


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio (⚡) en el Partido de Patagones. Elaboración propia.

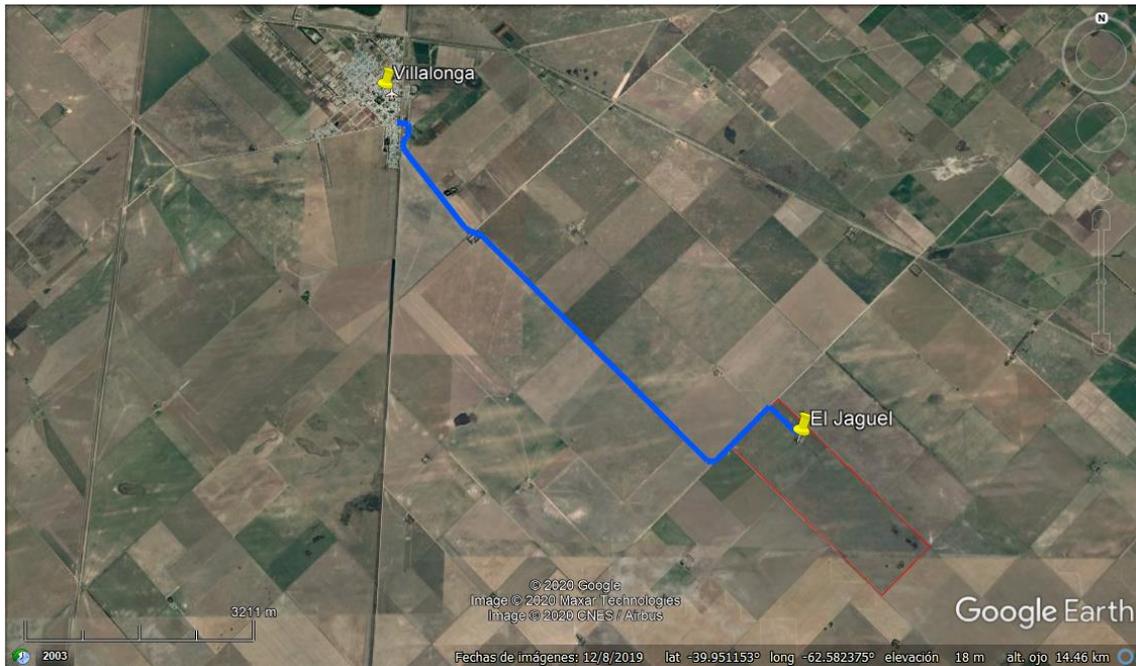


Figura 2. Camino desde la localidad de Villalonga hasta el establecimiento “El Jaguel”.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

El campo cuenta con 297 hectáreas las cuales se dividen en tres potreros como se muestran en la figura 3, primero un cuadro de 88 hectáreas (Lote 1), el segundo de 198 hectáreas (Lote 2) y otro más chico de 6,7 hectáreas (Lote 3). El resto de la superficie es ocupada por el casco, que incluye dos casas, dos galpones, tres silos de chapa, corrales, dos molinos y un tanque australiano.

El planteo de producción es ganadero-agrícola. El rodeo es Aberdeen Angus de cría y recría, con una carga de 100 vientres anuales de inseminación artificial a tiempo fijo -principios de noviembre- y repaso con 3% de toros de la misma raza hasta enero. La parición ocurre en agosto – septiembre - octubre y se realiza un destete tradicional a los 6 meses. La primera inseminación de las vaquillonas se hace en junio – julio a los 20 meses de edad con parición en marzo – abril, incorporándose luego al rodeo general.

El Jaguel forma parte de un conjunto de campos que maneja la empresa familiar y toda la recría que se produce se lleva a engorde a otro establecimiento.



Figura 3. Lotes del Establecimiento.

3.3 HISTORIA DE LOS LOTES

Se cuenta con un registro aproximado de cultivos desde el año 2015. Y el mismo es:

- Lote 1: 2015 cebada, 2016 rastrojo, 2017 avena, 2018 al 2020 avena con vicia para pastoreo.
- Lote 2: este lote se manejó por mitades, desde el 2015 la mitad del fondo del campo se mantiene como campo natural y la otra mitad fue 2015 cebada, 2016 al 2018 rastrojo, 2019 avena con vicia para rollos y 2020 avena con vicia.
- Lote 3: 2015 cebada y hasta la actualidad se mantiene como campo natural.

La producción de los lotes siempre se hizo bajo manejo de agricultura convencional. Para los cultivos de cosecha se realiza una arada en el mes de febrero, una rastreada con rolos en abril/mayo y se siembra en junio con rastra y sembradora. Las pasturas se siembran con rastra o arado y la sembradora en conjunto en el mes de febrero/marzo. Durante la etapa de cultivo de ser necesario se aplican fitosanitarios para el control de malezas, insectos u hongos.

3.4 CLIMA DE LA REGIÓN

Está incluido dentro de los climas semiáridos con tendencia mediterránea, presentando características típicamente patagónicas: fuertes vientos, bajas temperaturas y escasa humedad. Según los índices de Thornthwaite se define como semiárido con nulo exceso de agua, mesotermal y con una concentración estival del 48% (Mosciaro & Dimuro 2009).

El área de estudio representa una zona de transición climática entre un ambiente semiárido a árido reflejado en su vegetación nativa. La misma constituye un ecotono entre las provincias fitogeográficas del Monte y del Espinal con individuos vegetales xerófilos que se adaptan a las condiciones ambientales de aridez (Gabella & Campo, 2016).

El promedio de precipitaciones para el partido de Patagones, sobre la base de la información climatológica de tres localidades (Hilario Ascasubi, Stroeder y Carmen de Patagones) para un total de 70 años (1940 – 2010), es de 407 mm. Si se consideran los valores individuales de cada una de las estaciones seleccionadas (figura 4), la precipitación disminuye hacia el sur, lo que indicaría la influencia de la Diagonal Árida (Gabella & Campo, 2016).

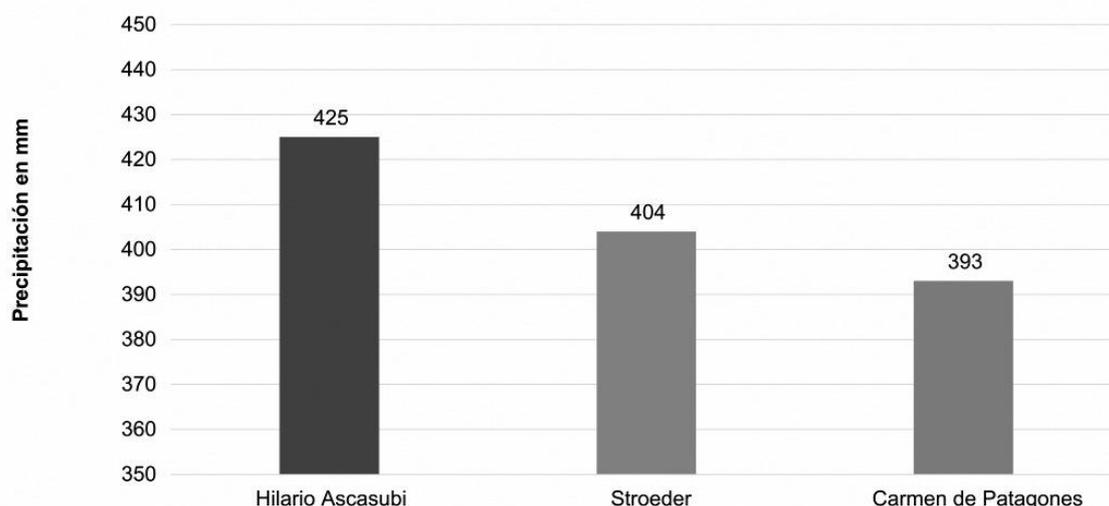


Figura 4. Variación de la precipitación anual media (1940-2010) para distintas localidades del partido de Patagones. Tomado de: Gabella & Campo, 2016.

La temperatura media anual es de 14,8°C, con registros extremos de 1,6°C de temperatura media mínima para julio y 30,0°C para el mes de enero. Debido a la fuerte influencia marítima, el período anual libre de heladas es

superior a 240 días en el este del territorio. Este valor se reduce a menos de 220 días hacia el Meridiano V, donde las condiciones son marcadamente continentales (Sánchez et al., 1998).

Los vientos predominantes son del NO, O y NE. La velocidad promedio general del viento es de 27 km/h. Los vientos continentales secos del verano determinan una alta evapotranspiración, ocasionando situaciones de estrés hídrico (Mosciaro & Dimuro, 2009).

Se estima que una velocidad de 28,8 km/h es suficiente para provocar erosión en suelos del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires desprovistos de vegetación (Goldberg & Weiss; 2004). Por el contrario, suelos bien agregados soportan sin modificarse vientos superiores a los 60 km/h (Winschel, 2017).

3.5 SUELOS DE LA REGIÓN

Los suelos del partido poseen una textura franco arenosa, una elevada susceptibilidad a la erosión eólica y niveles de materia orgánica muy bajos (1–2%). Los materiales originarios son arenas finas y limos transportados por el viento y depositados sobre tosca y rodados líticos o materiales limo arenosos más antiguos, débilmente consolidados (Sánchez et al., 1998).

Debido a la típica textura gruesa de los suelos, la infiltración básica puede oscilar entre 25 y 50 mm/h, llegando hasta máximos de 200 mm/h. La misma composición granulométrica genera densidades aparentes entre 1.2 hasta un máximo de 1.7 Mg/m³. La retención de agua en el suelo es baja, presentando un máximo de 12 % en peso a capacidad de campo a un mínimo de 6 % en peso de agua en el punto de marchitez permanente. La humedad disponible cada 10 cm de perfil es de aproximadamente entre 8 y 12 mm, lo cual, sumado a la demanda hídrica, hace que se trate de suelos a los que necesariamente haya que aplicarles agua en forma complementaria cuando se trata de cultivos de alto consumo (Sánchez et al., 1998).

Según la Carta de Suelos de la República Argentina del INTA, la región donde se ubica el establecimiento corresponde al paisaje de la meseta patagónica. La Unidad Cartográfica es la 18 p, que corresponde a una

Asociación que presenta como dominantes a los Haplustoles arídicos en las lomas y a los Haplocalcides típicos en los planos (Figura 5). En la base mundial armonizada de suelos (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012) corresponde a una Asociación de grupo referenciales de suelos integrada por Phaeozems calcáricos (60 %) y Calcisols háplicos (40 %, Figura 6). Las principales características de estos suelos se presentan en el **Anexo 1**.

Los Phaeozems son un grupo de suelos que se destacan por tener horizontes superficiales oscuros, ricos en materia orgánica, libres de carbonatos secundarios o los tienen en profundidades mayores y todos tienen alta saturación de bases en el metro superior de suelo. El material parental es eólico, predominantemente materiales básicos. Se encuentran en medio ambientes cálidos a fríos, en regiones moderadamente continentales, con humedad suficiente pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; terrenos planos u ondulados; la vegetación natural es de praderas, como estepa de pastos altos, y/o bosque. Son suelos porosos, fértiles y excelentes tierras de cultivo. Generalmente se los utiliza para cultivo de soja y trigo, entre otros cereales, en el caso de ser irrigados producen muy buenos rendimientos. La erosión del viento y del agua son peligros graves. Grandes áreas de Phaeozems se utilizan para la cría y engorde de ganado en pastos mejorados.

Los Calcisols son un grupo de suelos que tienen como principales características una sustancial acumulación de carbonatos secundarios, están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados a materiales parentales altamente calcáreos, principalmente depósitos aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado rico en bases. Se los puede encontrar desde tierras llanas a montañosas. La vegetación natural es escasa, dominada por árboles y arbustos xerófilos y/o pastos y hierbas efímeros. Tienen un típico horizonte superficial de color pardo claro. Extensas áreas de Calcisols se encuentran con arbustos, pastos y hierbas que son utilizados para el pastoreo extensivo. Estos suelos alcanzan su máxima capacidad productiva cuando son regados cuidadosamente con un sistema por surcos ya que se reduce la formación de costra superficial/apelmazamiento y la mortalidad de plántulas.

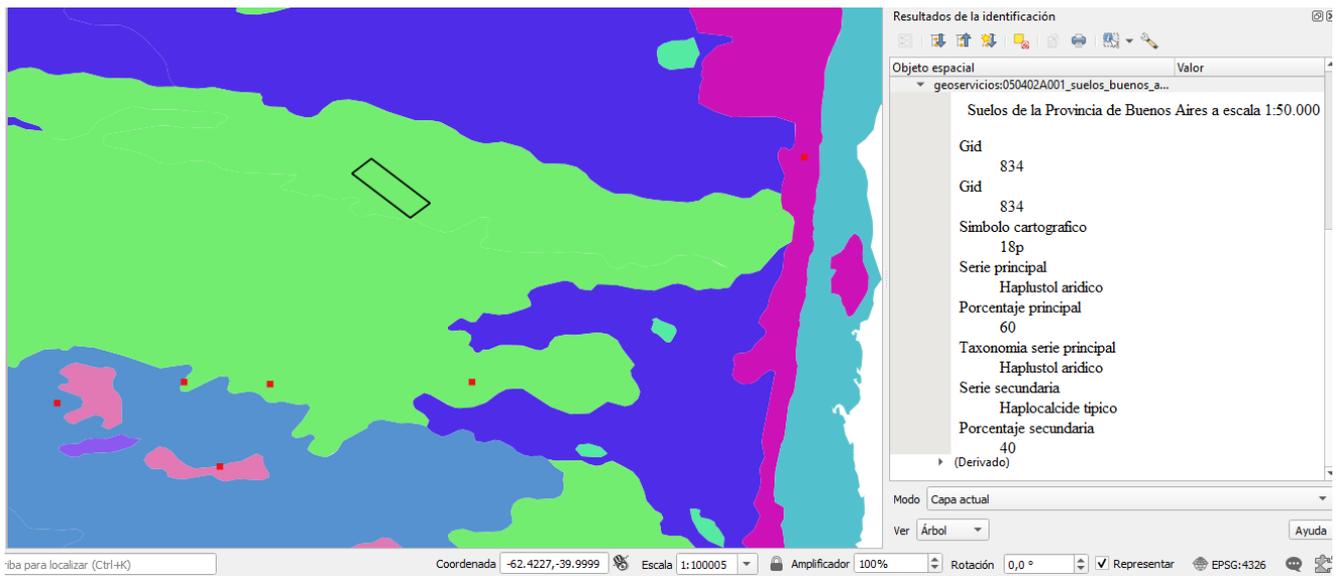


Figura 5. Ubicación del predio en el mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires escala 1:100.000 (Geo-servicios IDERA-INTA).



Figura 6. Ubicación del predio en el mapa mundial de suelos FAO-WRB escala 1:1.000.000

4 MÉTODOS

4.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DIGITAL

La metodología con la cual se procedió para realizar el trabajo fue, luego de elegir el establecimiento, buscar su ubicación por medio de Google Earth y trazar un polígono que delimita el mismo para guardarlo como archivo de tipo .kml. En la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN), dentro de los modelos digitales de elevación de la República Argentina se buscó el archivo

MDE (Modelo Digital de Elevación) correspondiente y se descargó la carta 3963-34 con resolución de 30 m y error vertical de 1 a 3 m.

Se recabó información del sensor óptico Sentinel-2 de la página web de Sentinel Hub, que provee imágenes de alta resolución espacial (10 a 14 m) y en longitudes de onda del espectro visibles e infrarrojas con el fin de monitorear la vegetación, el suelo y la cobertura del territorio. Luego se seleccionó dentro de la búsqueda avanzada de datos a Nivel 2A que son aquellos de gran calidad en los que se corrigen los efectos de la atmósfera sobre la luz reflejada por la superficie de la Tierra; además la búsqueda se fijó con una cobertura nubosa máxima de 10%. Por último, se seteó el intervalo de días para los cuales se deseaba obtener la imagen y que cumpliera con los requisitos planteados. Se descargaron en formato TIFF (32-bit float) las imágenes que fueron relevantes de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) o Índice de Vegetación Normalizado que cuantifica la vegetación verde y ofrece una medida del estado de salud de la vegetación; color verdadero, cuya composición introduce las bandas de luz visible roja, verde y azul en los tres canales correspondientes, rojo, verde y azul, para ofrecer un producto en color que constituye una representación de la Tierra como la vería el ser humano; y falso color que utiliza las bandas del infrarrojo cercano, el rojo y el verde, las cuales se suelen emplear para diagnosticar la densidad y la salud de la vegetación.

Todo el material recopilado se combinó y procesó por medio del programa QGIS que es un sistema de información geográfica, donde se generaron distintos productos cartográficos. Se pueden observar algunas imágenes de este programa en el **Anexo 2**.

Además, se obtuvieron datos de precipitación diaria de la Estación Meteorológica Automática de la EEA-INTA H. Ascasubi ubicada en Villalonga.

4.2 TAREAS DE CAMPO: reconocimiento de suelos y toma de muestras

En este trabajo se realizaron cuatro calicatas en fechas, lotes y posiciones diferentes: dos en sectores de loma (Suelos 2 y 3) y dos en posiciones de bajo (Suelos 1 y 4).

Para todos los suelos se realizó una descripción morfológica de los respectivos perfiles.

Las determinaciones fisicoquímicas correspondientes a los suelos 1 y 2 corresponden al trabajo final de carrera de la Tecnicatura Superior Agraria en Suelos y Aguas (Aguiar & Fernández, 2020).

5 RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 MAPA DE RELIEVE Y CURVAS DE NIVEL

En la Figura 7 se puede observar el mapa de relieve del establecimiento, el cual se realizó con el programa QGIS y MDE del IGN. De color verde oscuro se identifican los bajos, que corresponden a alturas de 13 a 15,3 metros sobre el nivel del mar. En color verde claro se aprecian las laderas, que van de 15,3 a 17,7 metros. En color rojo se presentan los planos altos o lomadas del establecimiento, con cotas de 17,7 a 21 metros sobre el nivel del mar.

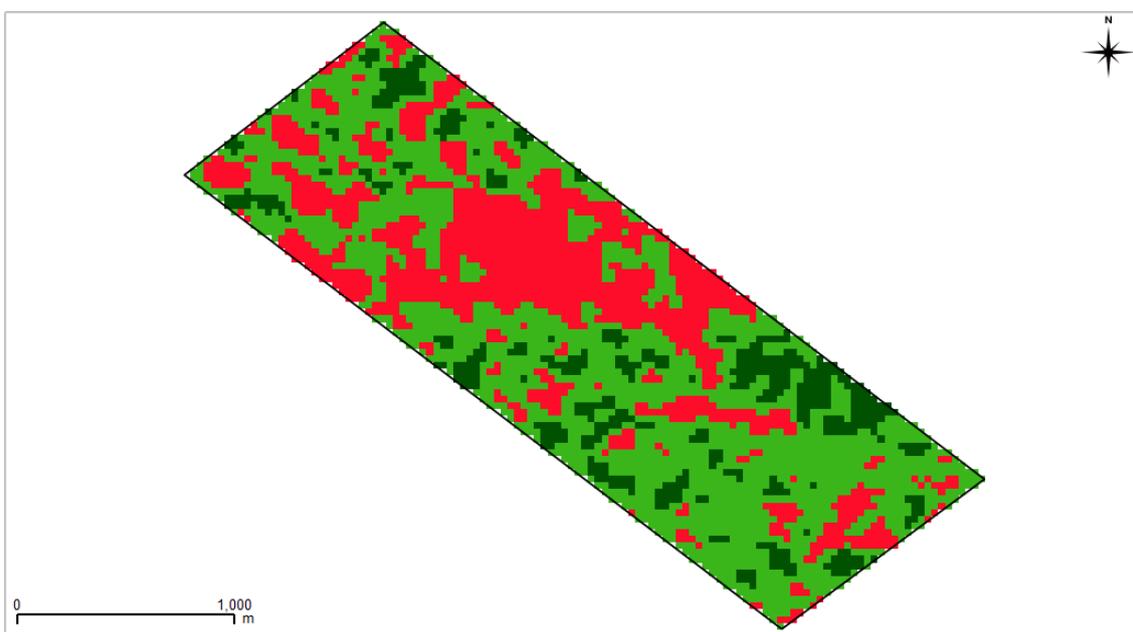


Figura 7. Mapa de Relieves, Establecimiento El Jaguel. Escala 1:10.000.

Se generaron las curvas de nivel con equidistancia de 3 metros (Figura 8).

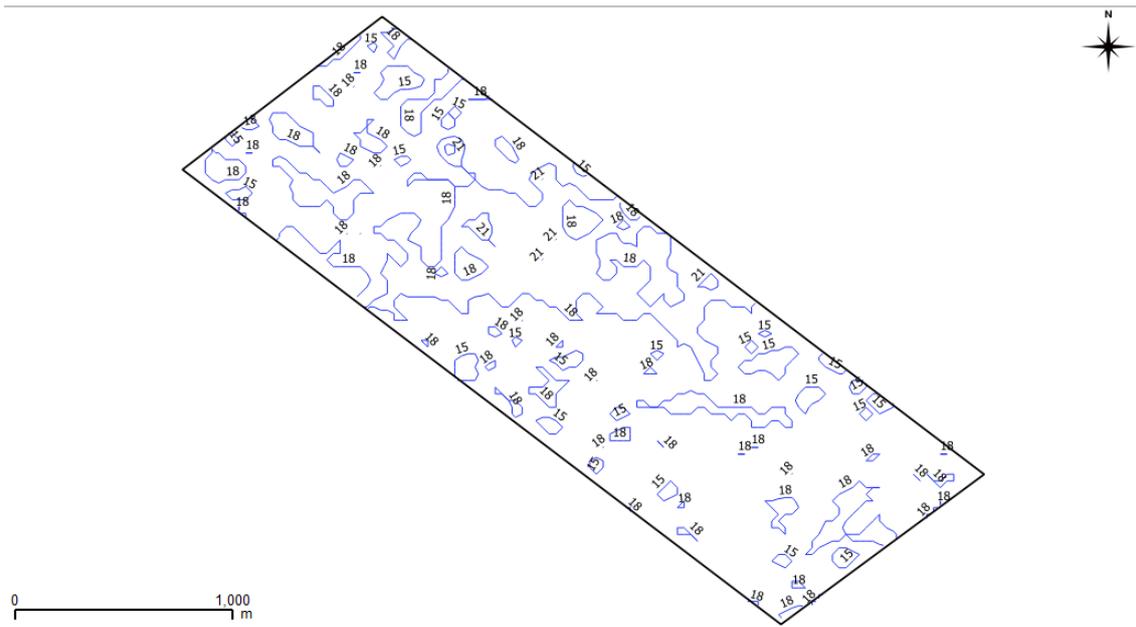


Figura 8. Curvas de nivel, establecimiento El Jaguel. Escala 1:10.000

La equidistancia elegida es la que muestra mejor la distribución de las geoformas descritas en el campo. Una menor equidistancia genera muchas áreas pequeñas cerradas y una mayor equidistancia no es aplicable a escala detallada.

5.2 SUELOS DEL ESTABLECIMIENTO

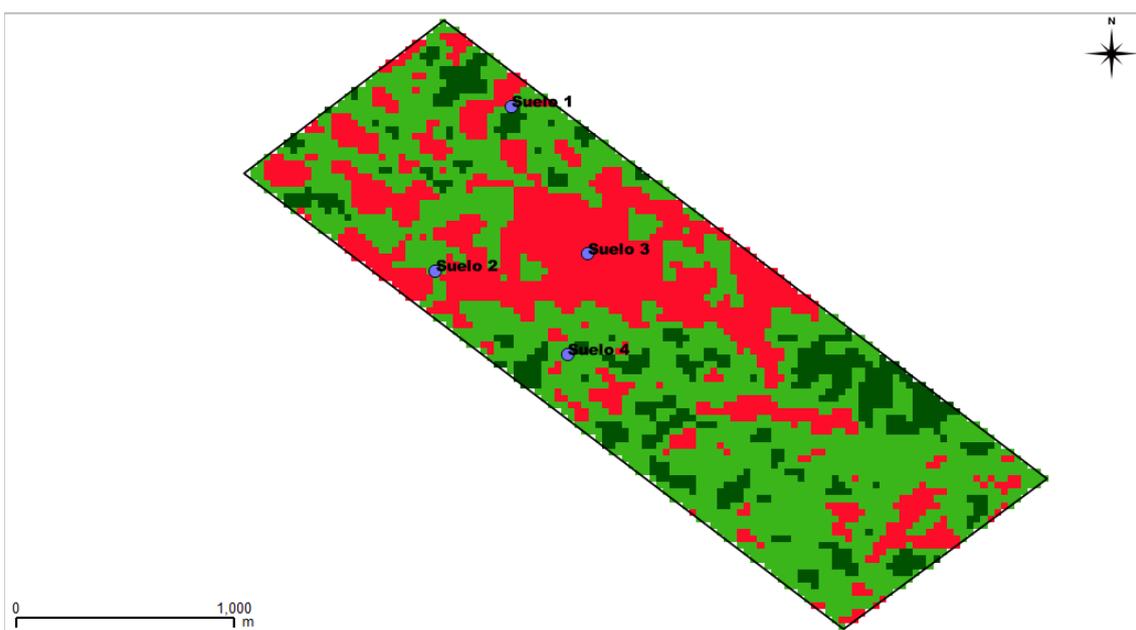


Figura 9. Ubicación de los suelos descritos en el mapa de relieve. Escala 1:10.000

Los suelos 1 y 4 corresponden a observaciones en laderas-planos bajos. Los suelos 2 y 3 se asocian a posiciones de planos altos-lomadas. La ubicación de los cuatro se puede observar en la figura 9.

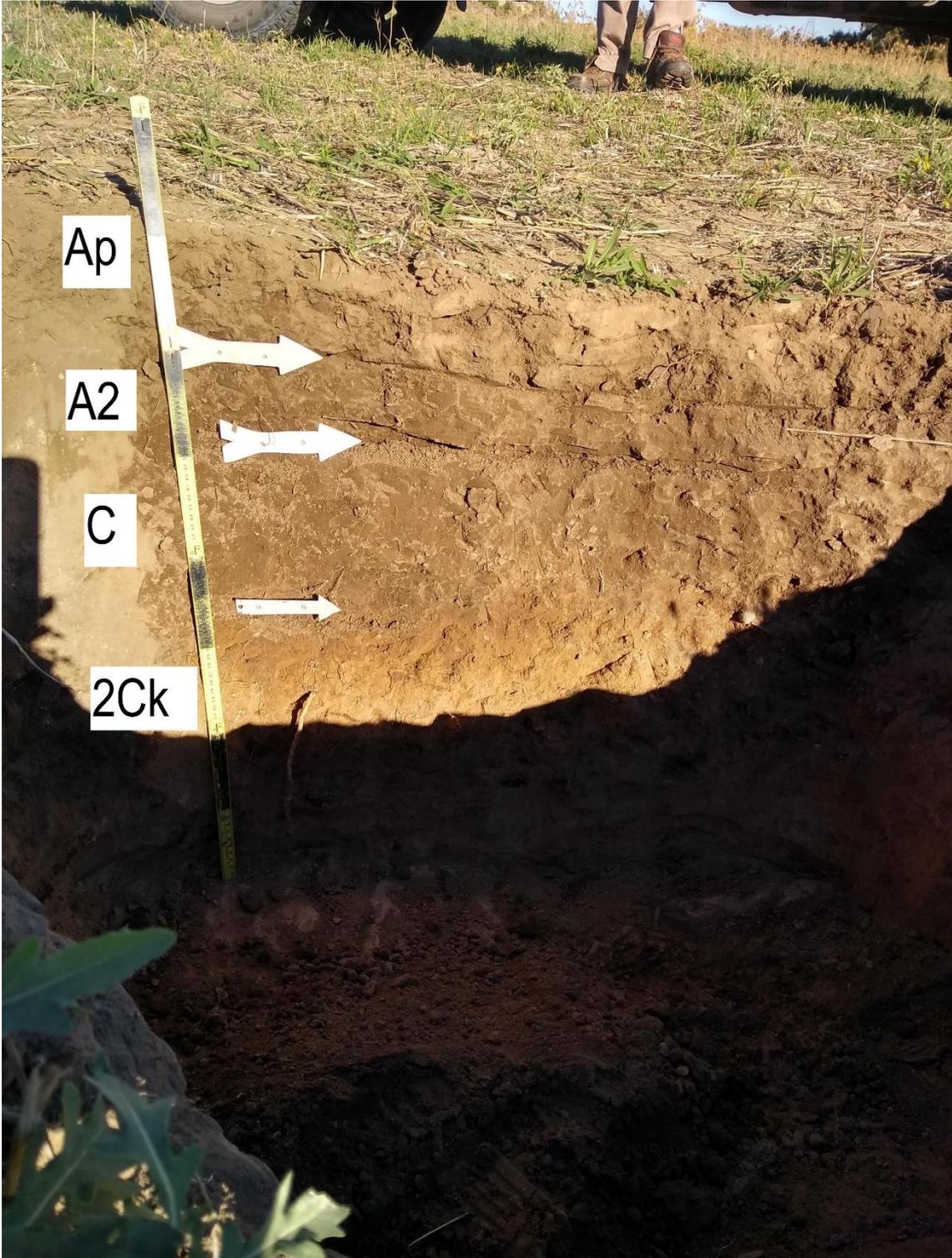
5.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 1

Factores del sitio:

- Fecha de observación: 06 de abril de 2019.
- Ubicación: Establecimiento “El Jaguel” – Colonia El Molino” – Partido de Patagones (39° 57' 46" LS y 62° 32' 40,3" LO).
- Altitud: 18 msnm.
- Relieve: Normal
- Geoforma: Plano bajo
- Gradiente: menor al 1%.
- Drenaje: Bien drenado.
- Material original: Sedimentos eólicos recientes de textura moderadamente gruesa.
- Vegetación: *Carduus thoermeri* (“cardo pendiente”), *Carthamus lanatus* (“cardo cruz”) y *Solanum elaeagnifolium* (“revienta caballo”).
- Cobertura vegetal: 50%.
- Erosión: no se observa erosión actual. Susceptibilidad a la erosión eólica por la textura gruesa.
- Edafoclima: Régimen de humedad: arídico, régimen de temperatura: térmico.
- Uso de la tierra: Ganadero – Agrícola. Actualmente utilizado para pastoreo.



Paisaje Suelo 1



Perfil del Suelo 1

Morfología del perfil

Tabla 1. Descripción morfológica del Suelo 1

Horizonte	Descripción
Ap 0 – 9 cm	Pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3), pardo amarillento oscuro en seco (10YR 4/4); franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, moderados a débiles; friable; moderadamente húmedo; poco consolidado a consolidado; muy escasas raíces; no presenta reacción al HCl; límite claro y plano.
A2 9 – 18 cm	Pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3), pardo amarillento oscuro en seco (10 YR 4/4); franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, moderados a débiles; friable; poco consolidado a consolidado; moderadamente húmedo a húmedo; muy escasas raíces; no presenta reacción al HCl; límite claro y plano.
C 18 – 40 cm	Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 4/2), pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2); franco arenoso; bloques subangulares, finos, débiles; muy friable; poco consolidado; húmedo; muy escasas raíces; no presenta reacción al HCl; límite claro y plano.
2Ck 40 – 75+ cm	Pardo amarillento en húmedo (10 YR 5/2), pardo amarillento claro en seco (10 YR 6/4); franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, débiles; friable; consolidado; húmedo; escasas raíces; fuerte reacción al HCl; límite abrupto y ondulado.

Determinaciones físicas

Tabla 2. Determinaciones físicas del suelo.

Horizonte		Ap	A2	C	2Ck	
Profundidad		Cm	0-9	9-18 40	18- 40	40- 75+
Granulometría y diámetro de partículas (mm)	Arcilla <0,002	g Kg ⁻¹	150	162	142	201
	Limo (0,002 – 0,05)		235	248	250	201
	Arena muy fina (0,05 – 0,01)		177	181	192	148
	Arena fina (0,01 – 0,25)		279	274	281	297
	Arena media (0,25 – 0,5)		143	124	124	134
	Arena gruesa (0,5 – 1,0)		11	8	8	9
	Arena muy gruesa (1 – 2)		4	2	3	8
Clase textural		FA	FA	FA	FA	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,35	-	-	-	
Densidad real		2,69	-	-	-	
Porosidad total (1)	%	49,8	-	-	-	
PMP (3)		11,8	-	-	-	
Humedad higroscópica (2)		3,24	3,67	3,72	4,99	
Humedad equivalente (2)		16,88	17,73	16,74	25,83	

(1): Porosidad total calculada con fórmula.

(2): Porcentaje gravimétrico

(3): Porcentaje volumétrico

Retención hídrica

Tabla 3. Retención hídrica a distintas fuerzas de succión y rango de agua útil (RAU) – Horizonte Ap – Suelo 1.

pF	pF 0	pF1	pF 1,8	pF2,5	pF4,2	pF4,5	RAU
Agua (%)	45,3	42,9	36	23,7	11,8	4,4	11,9

Determinaciones químicas:

Tabla 4. Determinaciones químicas del suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	C	2Ck						
Profundidad	cm	0 - 9	9 - 18	18 - 40	40 - 75+						
Materia orgánica	g Kg ⁻¹	18	10	7	5						
Carbono orgánico		11	6	4	3						
Calcáreo	g Kg ⁻¹	-	-	-	151						
Fósforo total	mg Kg ⁻¹	444	391	393	469						
Fósforo orgánico (PO)	mg Kg ⁻¹	129	77	58	37						
Fósforo inorgánico (lábil)	mg Kg ⁻¹	259	263	265	406						
Fósforo inorgánico (no lábil)	mg Kg ⁻¹	56	51	70	25						
Relación C/P	CO/PO	85	78	69	81						
pH en suspensión (1:2,5)		6,9	7,2	7,4	8,5						
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺²	cmol _c Kg ⁻¹	9,2	10,4	11,0	-				
		+ Mg ⁺²									
		Na ⁺						0,5	0,7	1,2	4,2
		K ⁺						2,2	2	1	0,7
Suma de bases		11,9	13,1	13,2	-						
CIC		cmol _c Kg ⁻¹	12,2	13,5	13,2	15					
Saturación de bases		%	97	97	100	-					
PSI		%	4,1	5,2	9,1	28					

Composición de sales solubles:

Tabla 5. Composición de sales solubles del Suelo 1.

Horizonte		Ap	A2	C	2Ck
Profundidad	cm	0 - 9	9 - 18	18 - 40	40 - 75+
pH		7,4	7,3	7,5	7,8
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)		0,69	0,21	0,29	0,61
Cationes (meq L ⁻¹)	Na ⁺	1,3	1,2	2,1	4,8
	K ⁺	1,8	0,3	0,1	0,2
	Ca ⁺² + Mg ⁺²	5,4	1,8	2,7	1,9
	Suma	8,5	3,3	4,9	6,9
Aniones (meq L ⁻¹)	CO ₃ ⁼	-	-	-	-
	HCO ₃ ⁻	4,5	1,8	1,6	3,9
	Cl ⁻	3,0	0,7	1,3	1,8
	SO ₄ ⁼	0,8	0,7	1,5	1,3
	Suma	8,3	3,2	4,4	7
Relación de adsorción de sodio (RAS)		0,8	1,3	1,8	4,9

Fertilidad:

Tabla 6. Determinación de fertilidad de la capa arable del Suelo 1.

Suelo		1
pH		7,0
Materia Orgánica	g Kg ⁻¹	16
Carbono Orgánico		9
Nitrógeno Total		0,91
Relación C/N		9,9
Fósforo Extraíble	mg Kg ⁻¹	10
Potasio Asimilable		718

Actividad biológica:

Tabla 7. Respiración microbiana del Suelo 1.

Suelo	mg CO ₂ 100 g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
1	18,80	Moderada

Clasificación del suelo por Soil Taxonomy y Capacidad de Uso

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

Epipedón: Mólico.

Endopedón: Cálxico.

Régimen de Temperatura: Térmico.

Régimen de Humedad: Árido.

Granulometría en la sección control: 61,5% de arena, 24,1% de limo y 14,4% de arcilla.

Clasificación del suelo: Haplustol árido, franco grueso, térmico.

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

El suelo clasifica como IVs y presenta las siguientes limitantes principales:

- Presencia de Na mayor a 15% a partir de los 40 cm de profundidad.

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

$$IP: H * D * Pe * Ta * Tb * Sa * Na * MO * T * E$$

Donde:

- **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
- **Sa:** Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.
- **Na:** Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro de profundidad.
- **MO:** Contenido de materia orgánica.
- **T:** Capacidad de intercambio catiónico.
- **E:** Erosión.

IP: $0,5 * 1 * 1 * 0,8 * 1 * 1 * 0,7 * 0,95 * 0,95 * 0,9$.

IP: 23%.

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

Tabla 8. Valores de referencia del Índice de Productividad (IP)

Muy buena productividad	65 – 100 %
Buena productividad	35 – 64 %
Media o regular productividad	20 – 34 %
Pobre productividad	8 – 19 %
Muy pobre productividad	0 – 7 %

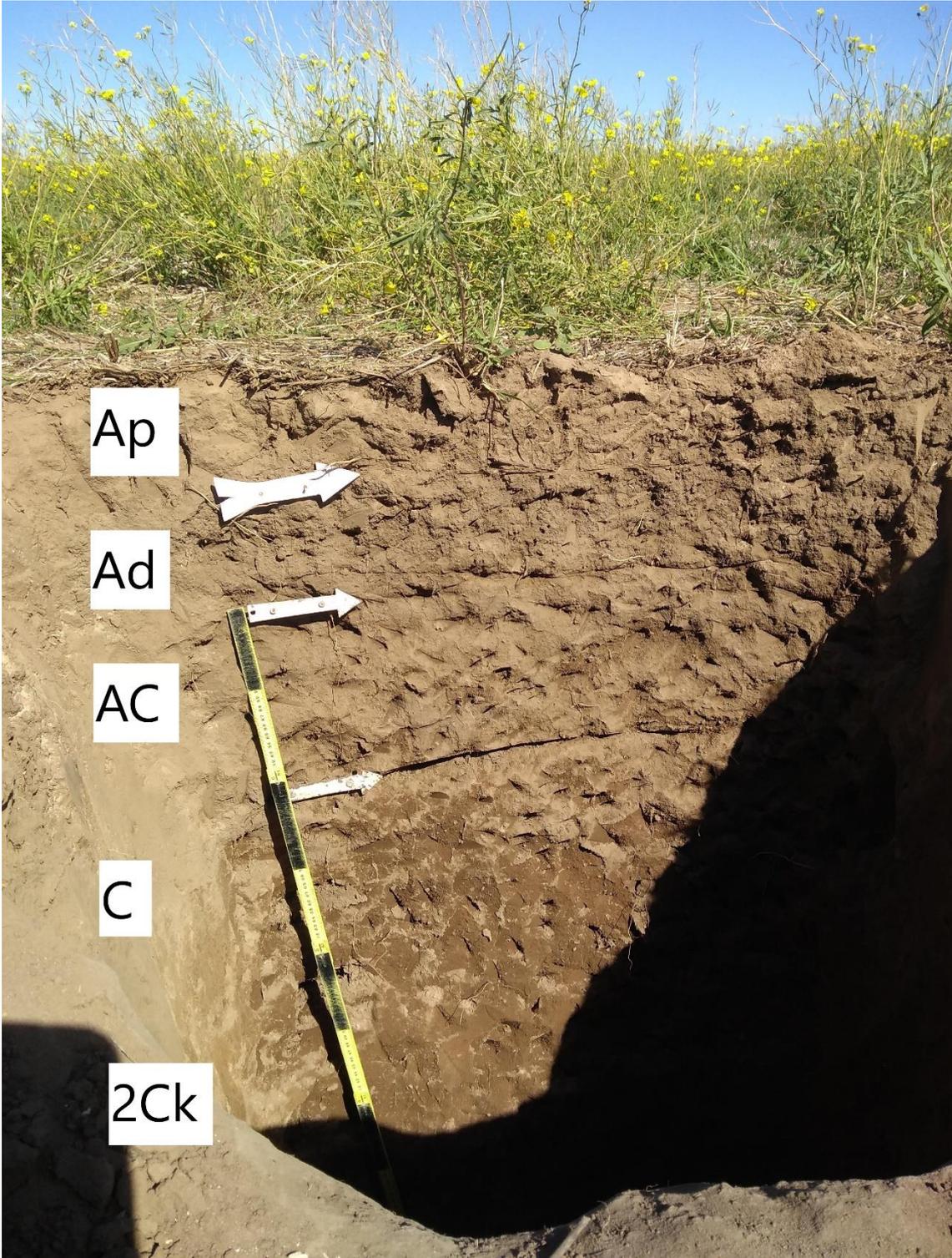
5.2.2 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 2

Factores del sitio:

- Fecha de observación: 06 de abril de 2019.
- Ubicación: Establecimiento “El Jaguel” – Colonia El Molino – Partido de Patagones (39° 58' 10,5" LS y 62° 32' 51,1" LO).
- Altitud: 21 msnm.
- Relieve: Normal.
- Geoforma: plano alto.
- Gradiente: Menor a 1%.
- Drenaje: Bien drenado.
- Material original: sedimentos eólicos recientes de textura moderadamente gruesa.
- Vegetación: *Diplotaxis tenuifolia* (“flor amarilla”), *Cenchrus spinifex* (“roseta”), *Avena barbatus* (“avena guacha”).
- Cobertura vegetal: 90%.
- Erosión: No se observa erosión actual. Susceptibilidad a la erosión eólica por textura (FA).
- Edafoclima: Régimen de humedad: árido; régimen de temperatura: térmico.
- Uso de la tierra: Ganadero – Agrícola. Actualmente utilizado para pastoreo.



Paisaje del Suelo 2.



Perfil del Suelo 2.

Tabla 9. Descripción morfológica del Suelo 2

Horizonte	Descripción
<p style="text-align: center;">Ap 0 – 9 cm</p>	<p>Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2); pardo en seco (10 YR 4/3); franco arenoso; bloques subangulares, medios y finos, moderados; friable; moderadamente húmedo a seco; poco consolidado; muy escasas raíces, no presenta reacción al HCl; comunes pellets fecales finos y canto rodado; límite claro y plano.</p>
<p style="text-align: center;">Ad 9 – 21 cm</p>	<p>Pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3); pardo en seco (10 YR 4/3); franco arenoso; bloques subangulares, medios, moderado con tendencia a masivos; friable; moderadamente húmedo; consolidado; escasas raíces; no presenta reacción al HCl; abundantes pellets fecales finos; límite claro y plano.</p>
<p style="text-align: center;">AC 21 – 41 cm</p>	<p>Pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3); pardo en seco (10 YR 5/3); franco arenoso; bloques subangulares, medios, moderados; muy friable; moderadamente húmedo a húmedo; consolidado a poco consolidado; escasas raíces, no presenta reacción al HCl; escaso pellets fecales finos; límite claro y plano.</p>
<p style="text-align: center;">C 41 – 103 cm</p>	<p>Pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 4/2); pardo amarillento en seco (10 YR 5/4); franco arenoso; grano simple, muy friables; húmedo; poco consolidado; comunes raíces; no presenta reacción al HCl; escasos cantos rodados finos; límite abrupto y ondulado.</p>
<p style="text-align: center;">2Ck 103 – 131+ cm</p>	<p>Pardo muy pálido en húmedo (10 YR 7/3); pardo muy pálido en seco (10 YR 7/4); franco arenoso; grano simple; muy friable; húmedo; muy consolidado; escasas raíces; moderada reacción al HCl; cantos rodados comunes medios y finos.</p>

Determinaciones Físicas

Tabla 10. Determinaciones físicas del Suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	AC	C	Ck	
Profundidad		Cm	0 - 9	9 - 21	21 - 41	41 - 103	103 - 131+
Granulometría y diámetro de partículas (mm)	Arcilla <0,002	g Kg ⁻¹	147	145	115	187	157
	Limo (0,002 – 0,05)		241	176	175	81	280
	Arena muy fina (0,05 – 0,01)		170	131	113	135	96
	Arena fina (0,01 – 0,25)		295	353	380	377	291
	Arena media (0,25 – 0,5)		140	184	205	210	155
	Arena gruesa (0,5 – 1,0)		6	9	9	8	12
	Arena muy gruesa (1 – 2)		1	2	4	2	9
Clase textural		FA	FA	FA	FA	FA	
Densidad aparente	Mg m ⁻³	1,39	-	-	-	-	
Densidad real		2,66	-	-	-	-	
Porosidad total (1)	%	47,7	-	-	-	-	
PMP (3)		11,5	-	-	-	-	
Humedad higroscópica (2)		2,76	2,75	2,58	2,55	4,28	
Humedad equivalente (2)		17,05	13,91	12,45	11,51	29,89	

(1): Porosidad total calculada con fórmula.

(2): Porcentaje gravimétrico.

(3): Porcentaje volumétrico.

Retención hídrica.

Tabla 11. Retención Hídrica a distintas fuerzas de succión y rango de agua útil (RAU) Horizonte Ap – Suelo 2.

pF	pF 0	pF1	pF 1,8	pF2,5	pF4,2	pF4,5	RAU
Agua (%)	44,9	43,6	34,1	21,5	11,5	3,8	10

Determinaciones químicas:

Tabla 12. Determinaciones químicas del suelo 2.

Horizonte		Ap	Ad	AC	C	Ck		
Profundidad	cm	0 - 9	9 - 21	21 - 41	41 - 103	103 - 131+		
Materia orgánica	g Kg ⁻¹	19	10	6	3	3		
Carbono orgánico		11	6	4	2	2		
Calcáreo	g Kg ⁻¹	-	-	-	-	194		
Fósforo total	mg Kg ⁻¹	457	381	405	325	1467		
Fósforo orgánico (PO)	mg Kg ⁻¹	111	87	105	32	9		
Fósforo inorgánico (lábil)	mg Kg ⁻¹	295	260	244	259	558		
Fósforo inorgánico (no lábil)	mg Kg ⁻¹	50	34	57	35	900		
Relación C/P	CO/PO	99	69	38	63	222		
pH en suspensión (1:2,5)		7	7,1	7	7,3	8,1		
Complejo de cambio	Bases intercambiables	Ca ⁺² + Mg ⁺²	cmol _c Kg ⁻¹	7,4	8,2	8	7,8	-
		Na ⁺		0,5	0,5	0,5	1	2,5
		K ⁺		2,7	2	1,5	0,7	0,5
Suma de bases		10,6	10,7	10	9,5	-		
CIC		cmol _c Kg ⁻¹	11,7	11,5	10,7	10,7	14,2	
Saturación de bases		%	91	93	93	89	-	
PSI		%	4,3	4,3	4,7	9,3	17,6	

Composición de sales solubles:

Tabla 13. Composición de las sales solubles del Suelo 2

Horizonte		Ap	Ad	AC	C	Ck
Profundidad	Cm	0 - 9	9 - 21	21 - 41	41 - 103	103 - 131
pH		7,6	7,2	7,5	7,6	7,7
Conductividad eléctrica	(dS m ⁻¹)	0,37	0,28	0,42	0,35	0,58
Cationes (meq L ⁻¹)	Na ⁺	1,2	0,9	1,5	1,5	4,0
	K ⁺	0,8	0,7	0,7	0,2	0,1
	Ca ⁺² + Mg ⁺²	3,2	2,2	3,4	3,1	3
	Suma	5,2	3,8	5,6	4,8	7,1
Aniones (meq L ⁻¹)	CO ₃ ⁼	-	-	-	-	-
	HCO ₃ ⁻	3,1	1,9	2,1	2,2	4,0
	Cl ⁻	0,9	1,2	2,3	2,3	2,8
	SO ₄ ⁼	0,5	0,6	N/D	0,2	0,4
	Suma	4,5	3,7	N/D	4,7	7,2
Relación de adsorción de sodio (RAS)		0,9	0,9	1,1	1,1	3,3

Fertilidad:

Tabla 14. Determinación de fertilidad en la capa arable – Suelo 2

Suelo		2
pH (Suspensión 1:2,5)		6,7
Materia Orgánica	g Kg ⁻¹	17
Carbono Orgánico		10
Nitrógeno Total		0,82
Relación C/N		12,2
Fósforo Extraíble	mg Kg ⁻¹	19
Potasio Asimilable		906

Actividad Biológica:

Tabla 15. Respiración microbiana – Suelo 2.

Suelo	mg CO ₂ 100 g ⁻¹ día ⁻¹	Clasificación
2	12,80	Moderadamente baja

Clasificación del suelo por Soil Taxonomy y Capacidad de Uso

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

Epipedón: Mólico.

Endopedón: Cálxico.

Régimen de Temperatura: Térmico.

Régimen de Humedad: Árido.

Granulometría en la sección control: 61,9% de arena, 24,6% de limo y 14,4% de arcilla.

Clasificación del suelo: Haplustol árido, franco grueso, térmico.

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

El suelo clasifica como Illesc y presenta las siguientes limitantes principales:

- Susceptibilidad a la erosión por arenas erodibles (61,9% de arenas en la sección control).
- CRAD baja (80 mm/m)
- Condiciones climáticas moderadamente desfavorables (Pe índice del 29,7).

Tabla 16. Valores de referencia de la Precipitación efectiva.

Provincia climática:	PE índice
Muy húmeda	>128
Húmeda	64 – 128
Sub húmeda	16 – 63 Clase I y II
Semiárida	16 – 32 Clase III y IV
Árida	< 16 Clase V, VI y VII

Determinación del Índice de Productividad (SAG Y P-INTA, 1989)

$$IP: H * D * Pe * Ta * Tb * Sa * Na * MO * T * E$$

Donde:

- **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
- **Sa:** Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.
- **Na:** Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro de profundidad.
- **MO:** Contenido de materia orgánica.
- **T:** Capacidad de intercambio catiónico.
- **E:** Erosión.

IP: $0,5*1*1*0,8*1*1*1*0,95*0,95*0,9$

IP: 32%.

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

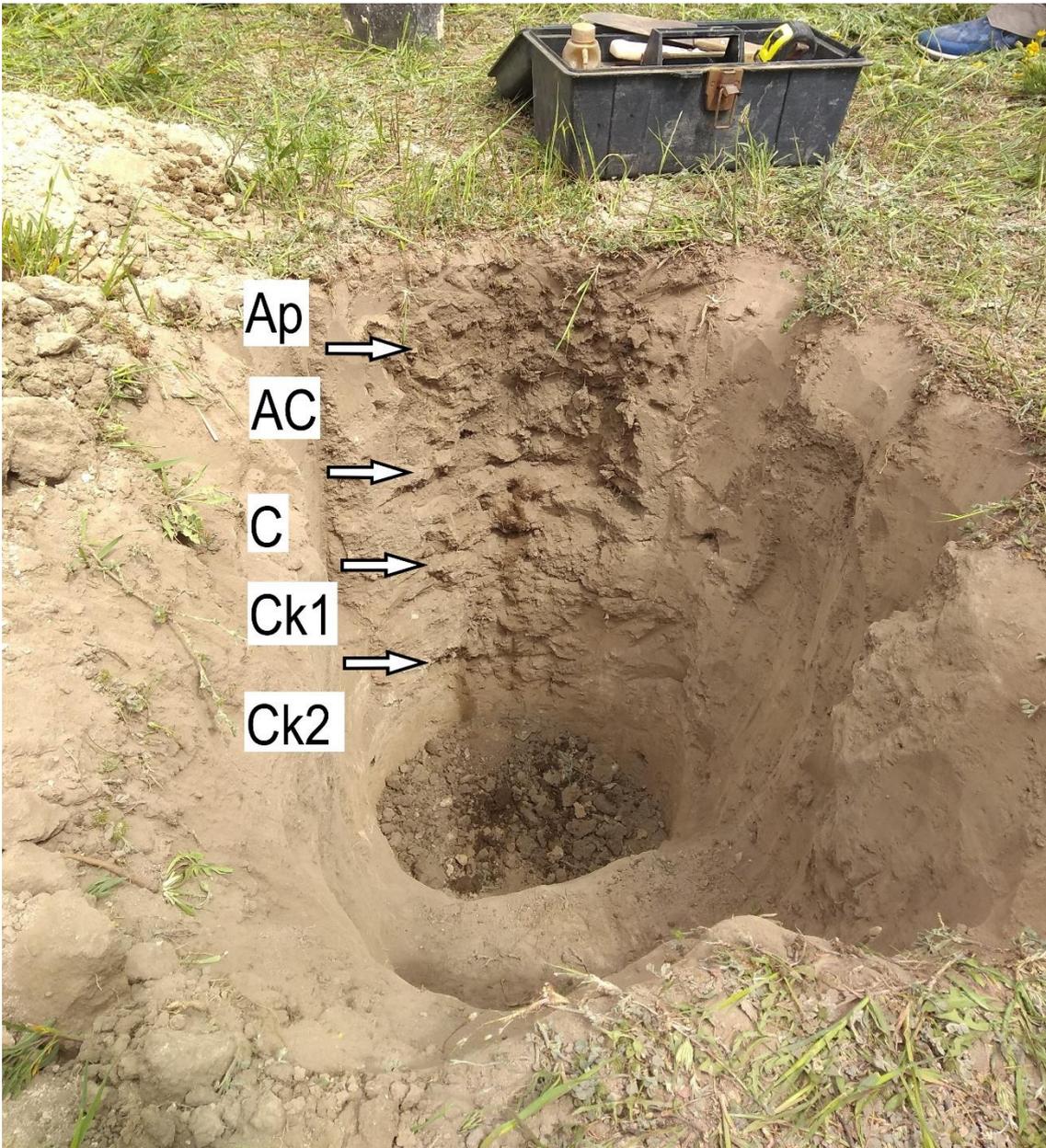
Tabla 17. Valores de referencia del Índice de Productividad (IP)

Muy buena productividad	65 – 100 %
Buena productividad	35 – 64 %
Media o regular productividad	20 – 34 %
Pobre productividad	8 – 19 %
Muy pobre productividad	0 – 7 %

5.2.3 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 3

Factores del sitio:

- Fecha de observación: 19 de octubre de 2018.
- Ubicación: Establecimiento “El Jaguel” – Colonia El Molino” – Partido de Patagones (39° 58’ 8” LS y 62° 32’ 29” LO).
- Altitud: 20 msnm.
- Relieve: plano suave ondulado.
- Geoforma: Plano alto.
- Gradiente: menor al 1%.
- Drenaje: Bien drenado.
- Material original: Sedimentos eólicos recientes de textura moderadamente gruesa.
- Erosión: no se observa erosión actual.
- Edafoclima: Régimen de humedad: arídico, régimen de temperatura: térmico.
- Uso de la tierra: Ganadero – Agrícola. Actualmente utilizado para pastoreo.



Perfil del suelo 3.

El suelo 3, evolucionado en un plano suavemente ondulado, presentó una secuencia de horizontes de tipo Ap, AC, C, Ck1 y Ck2. En el sitio se determinó que la reacción al HCl se produjo a los 55 cm medidos desde la superficie y que la textura del horizonte superficial era Franco Arcillo Limosa.

Clasificación tentativa del suelo: Haplustol típico.

- Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel y Montgomery 1962).

El suelo clasifica como Illc y presenta las siguientes limitantes principales:

- Condiciones climáticas moderadamente desfavorables.

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

$$IP: H * D * Pe * Ta * Tb * Sa * Na * MO * T * E$$

Donde:

- **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
- **Sa:** Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.
- **Na:** Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro de profundidad.
- **MO:** Contenido de materia orgánica.
- **T:** Capacidad de intercambio catiónico.
- **E:** Erosión.

$$IP: 0,5*1*1*0,9*1*1*1*0,95*0,95*1$$

IP: 41%.

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

Tabla 18. Valores de referencia del Índice de Productividad (IP)

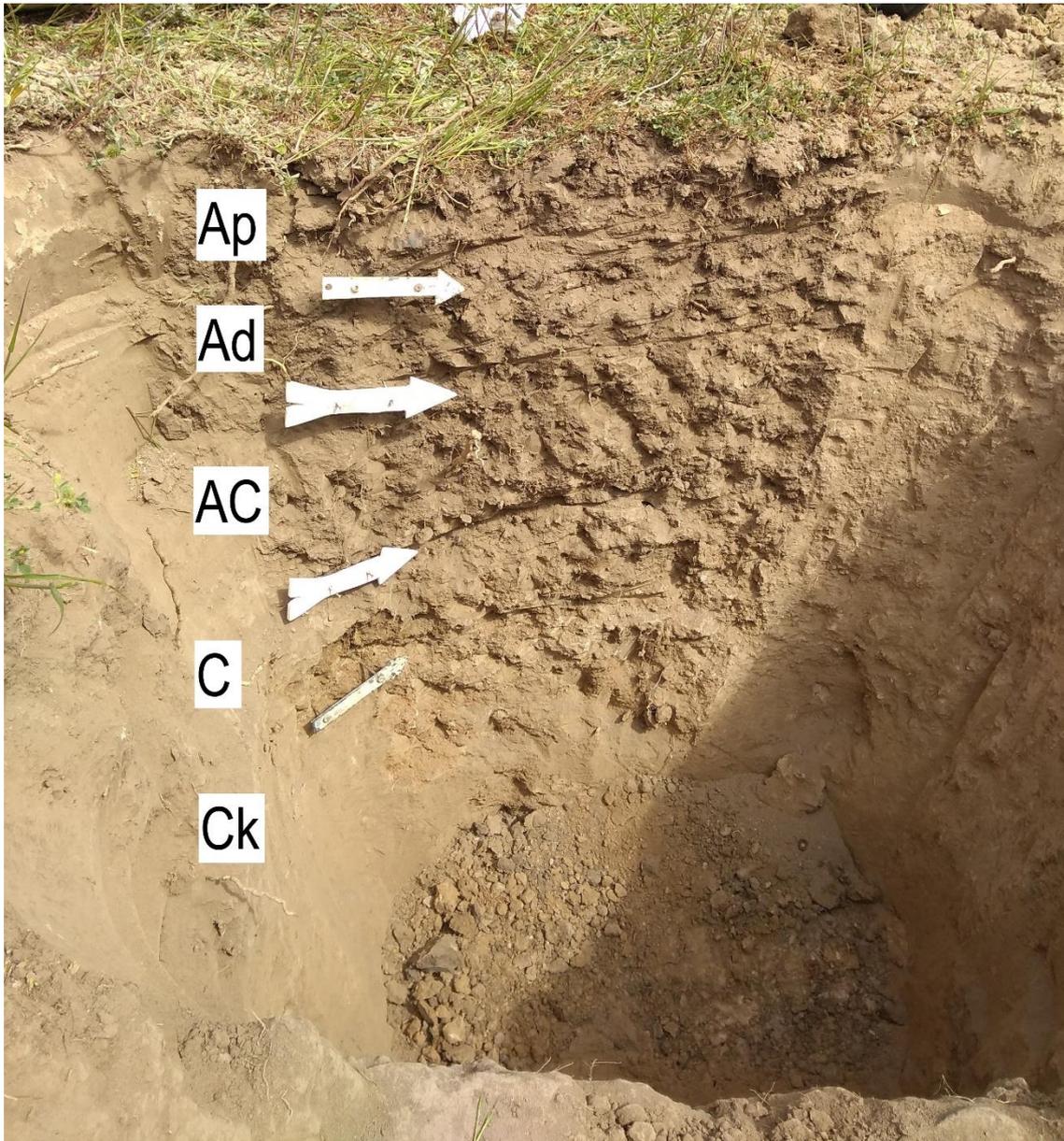
Muy buena productividad	65 – 100 %
Buena productividad	35 – 64 %
Media o regular productividad	20 – 34 %
Pobre productividad	8 – 19 %
Muy pobre productividad	0 – 7 %

5.2.4 DESCRIPCIÓN DEL SUELO 4

Factores del sitio:

- Fecha de observación: 19 de octubre de 2018.
- Ubicación: Establecimiento “El Jaguel” – Colonia El Molino” – Partido de Patagones cuyas coordenadas son 39° 58’ 23” Latitud Sur y 62° 32’ 32” Latitud Oeste.
- Altitud: 16 msnm.
- Relieve: plano suave ondulado.
- Geoforma: Plano bajo.
- Gradiente: menor al 1%.
- Drenaje: Bien drenado.

- Material original: Sedimentos eólicos recientes de textura moderadamente gruesa.
- Erosión: no se observa erosión actual.
- Edafoclima: Régimen de humedad: arídico, régimen de temperatura: térmico.
- Uso de la tierra: Ganadero – Agrícola. Actualmente utilizado para pastoreo.



Perfil del Suelo 4

El suelo 4 evoluciona en un plano suavemente ondulado, clasifica como bien drenado y presenta una secuencia de horizontes Ap, Ad, AC, C y Ck. En el lugar se detectó reacción al HCl a los 50 cm, se excavó hasta los 1,75 metros y

no había presencia de tosca. El horizonte A era de 20 cm y el AC es mucho más evolucionado que el del suelo 3. Se observó la presencia de abundantes pellets fecales hasta el horizonte C. Se reconocieron además arcillas rojas provenientes de viejos brazos del Río Colorado y canto rodado, textura del perfil A Franco Arcillosa.

Clasificación tentativa del suelo: Haplustol típico.

- Clasificación del suelo por capacidad de uso (Klingebiel y Montgomery 1962).

El suelo clasifica como clase IIIc y presenta las siguientes limitantes:

- Condiciones climáticas moderadamente desfavorables.

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

$$IP: H * D * Pe * Ta * Tb * Sa * Na * MO * T * E$$

Donde:

- **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
- **Sa:** Contenido de sales solubles dentro de los primeros 75 cm.
- **Na:** Alcalinidad sódica, considerada hasta un metro de profundidad.
- **MO:** Contenido de materia orgánica.
- **T:** Capacidad de intercambio catiónico.
- **E:** Erosión.

IP: $0.5 * 1 * 1 * 0,9 * 1 * 1 * 0,95 * 0,95 * 1$.

IP: 41%.

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

Tabla 19. Valores de referencia del Índice de Productividad (IP)

Muy buena productividad	65 – 100 %
Buena productividad	35 – 64 %
Media o regular productividad	20 – 34 %
Pobre productividad	8 – 19 %
Muy pobre productividad	0 – 7 %

5.3 MAPA DE AMBIENTES

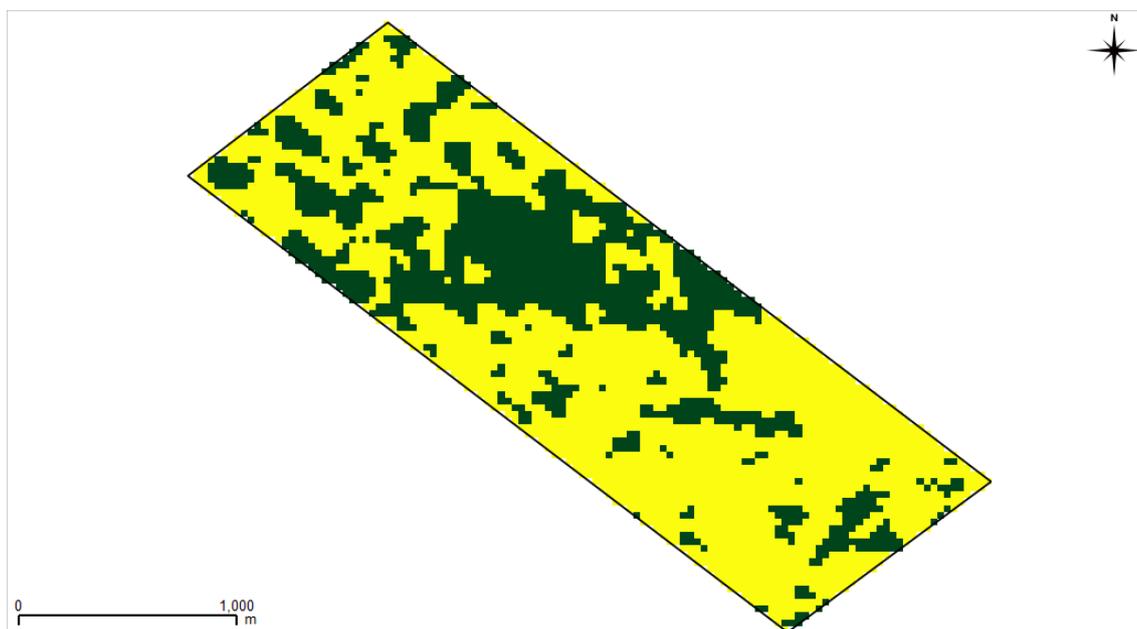


Figura 8. Mapa de ambientes, establecimiento El Jaguel. Escala 1:10.600

Tras haber analizado el mapa de relieves, las curvas de nivel y las descripciones de los distintos suelos se elaboró un mapa con dos ambientes, tomando como punto de diferenciación de los mismos la cota de 18 metros (figura 8).

El ambiente 1 (color verde) abarca unas 65 ha y corresponde a los planos altos del predio. Presenta sedimentos eólicos franco arenosos que no tienen reacción hasta llegar a horizontes Ck o 2Ck, calcáreos y en ocasiones sódicos. La morfología dominante de los suelos es Ap-AC-C-Ck. Corresponde a una Consociación con la taxa de Haplustoles áridicos, franco gruesos, térmicos como dominante. La limitante principal es el clima. En los suelos, la baja capacidad de retención hídrica, seguido de la profundidad a la que aparece el horizonte Ck con alto contenido de sodio (variable entre 60 y 100 cm).

El ambiente 2 (color amarillo) abarca unas 232 ha y corresponde a pendientes suaves y planos bajos del predio (diferencia de cota con planos altos alrededor de 2 metros). Presenta similares materiales parentales y morfología que el ambiente 1, con la diferencia que la profundidad de lavado de CaCO_3 es menor: 40 a 50 cm. Los horizontes sin reacción tienen en su base también a un

horizonte Ck o 2Ck, con altos contenidos de carbonato y sodio. La unidad cartográfica es otra consociación, con la taxa Haplustol arídico, franco grueso, térmico como dominante. Este ambiente es el que tiene más posibilidades de acumular agua en el perfil, si bien tiene, como toda la región, la limitación climática. En los suelos los problemas son la baja capacidad de retención de agua y la profundidad a la que aparece el horizonte Ck con alto contenido de sodio (observada entre 40 y 50 cm).

Para diferenciar taxonómicamente los ambientes podemos utilizar una fase, en este caso por profundidad al horizonte sódico (Ck). Así, en el ambiente 1 la taxa dominante es el Haplustol arídico, franco grueso, térmico, fase sódica moderadamente profunda (1 m). En el ambiente 2 la taxa dominante es el Haplustol arídico, franco grueso, térmico, fase sódica somera (0,5 m).

Analizando los datos de relieve, clasificación de suelos, fertilidad de los mismos, clase y subclase de capacidad de uso y productividad se ha llegado a la conclusión de que, en una primera etapa de planificación de las actividades no es necesaria la división del establecimiento por ambientes. Al calcular los Índices de Productividad los dos sectores entran en la categoría de “mediana o regular productividad”, tomando como referente del ambiente 1 al suelo 2 y del ambiente 2 al suelo 1; no existen pendientes pronunciadas que amerite un trabajo diferenciado, ni es factible el uso diferencial de insumos, dado la baja probabilidad de respuestas de los verdeos o cereales de cosecha.

Cabe destacar que para llegar a esta decisión también se compararon mapas de NDVI y Falso color de distintos años y meses para establecer alguna correlación para diferenciar los ambientes, pero no se encontró ningún patrón que los distinga entre sí.

En el futuro, una vez que la planificación propuesta para todo el predio sea adoptada y frecuente, puede re-plantearse si es factible que la diferenciación por ambientes aumente la productividad del predio.

5.4 MATRIZ DE ROTACIÓN

Se propuso una rotación de 10 años con lo cual se determinó la unidad rotaria (UR) de 29,7 hectáreas. El objetivo de la rotación es estabilizar la oferta forrajera a lo largo del año con la implementación de un cultivo perenne y tres anuales.

Los verdeos anuales a implantar en el establecimiento son de *Avena sativa* (avena) en consociación con *Vicia villosa* (vicia), *Hordeum vulgare* (cebada forrajera), *Secale cereale* (centeno) y *Thynopyrum ponticum* (agropiro) como pastura perenne en consociación con *Vicia villosa*.

La rotación propuesta son siete años de agropiro con vicia, el octavo año centeno, luego al siguiente año avena con vicia y el último año cebada forrajera.

Potreros	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
1	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada						
2	cebada	ag/vicia	centeno	av/vicia						
3	av/vicia	cebada	ag/vicia	centeno						
4	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia						
5	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia
6	ag/vicia	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia
7	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia
8	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia
9	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia	ag/vicia
10	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	ag/vicia	centeno	av/vicia	cebada	ag/vicia

- Ag/vicia: Agropiro consociado con vicia.
- Av/vicia: Avena consociada con vicia.

Agropiro con vicia: se recomienda la siembra de estos cultivos en mediados de febrero hasta mediados de marzo, y realizar un corte para la confección de rollos en noviembre, aprovechando el crecimiento de la vicia y despejando el agropiro para su crecimiento. Para mediados de febrero se podría dar el primer pastoreo si las condiciones climáticas acompañan, si así no fuera se posterga el mismo hasta la salida del invierno.

El centeno es una excelente gramínea para ambientes áridos gracias a su resistencia a la sequía, tolerancia al frío y se desarrolla muy bien en suelos sueltos a franco arenosos.

La avena resulta ser una especie muy plástica en su utilización dado que produce pasto desde mayo hasta noviembre de alto valor nutritivo, aun cuando se encuentra panojada y granada su calidad se mantiene. Se adapta a gran variedad de suelos.

El cultivo de cebada es el de mayor rapidez de crecimiento y desarrollo, pudiéndose pastorear dentro de los 30 días de la siembra, luego del cultivo perenne, será el primer eslabón en la cadena forrajera de los verdeos de invierno, con la posibilidad de que luego del pastoreo se pueda dejar para cosecha si las condiciones climáticas lo permiten.

Para la implantación de todos los cultivos se recomienda el uso de la siembra directa para evitar la remoción del suelo y así su erosión eólica. Un laboreo excepcional debería ser el paso de cincel para romper el piso de arado formado en los perfiles debido a tantos años de agricultura convencional. En el caso de ser necesario el laboreo de la tierra se recomienda el uso de herramientas que tengan el menor impacto en la estructura y estabilidad del suelo.

Hasta que los potreros entren en la rotación propuesta, los mismos se pueden sembrar con verdeos, cultivos anuales o una pastura perenne. Esta última se podría hacer en los potreros 9 o 10, que van a tardar 9 y 10 años en entrar a la rotación.

El uso tentativo de las pasturas es el siguiente:

- Agropiro consociado: noviembre a marzo.
- Cebada y centeno: abril a junio.
- Avena - vicia: julio a octubre.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Agropiro			Cebada - Centeno - Avena Vicia						Agropiro		

Cadena forrajera

Se propone un manejo ganadero con altas cargas instantáneas, cambios de potreros pequeños cada 1 a 3 días por parcelas con alambre eléctrico, apoyado en los manejos de Voisin y Savory, entre otros.

El pastoreo de altas cargas conllevaría a la diagramación de potreros con alambrado eléctrico, llevar el agua lo más cerca posible utilizando el mapa de curvas de nivel, así el animal no pierde tiempo en ir a tomar agua y nos aseguramos que todo el bosteo y orina quede en el potrero (aportando fertilidad al suelo). Medir con anticipación la oferta forrajera para diagramar parcelas de acuerdo a la productividad del suelo, la cantidad de animales y los días que van a permanecer en el mismo.

Es posible que con este manejo se puede aumentar la carga animal del campo que hoy en día es de 1 vaca por cada 3 hectáreas, ya sea con una recría más prolongada, haciendo un ciclo completo, con más vientres o trayendo terneros de recría de los establecimientos que maneja la familia.

De poder aumentar la carga animal y llegar a un ciclo completo desde la cría hasta el engorde final se podría certificar al establecimiento como productor de carne a pasto y con el agregado de ser todo ganado Angus certificado, aportándole un plus y pasar de comercializar un commodity a un specialite.

6 CONCLUSIONES

- Se analizaron las características climáticas y edáficas de la región a la que pertenece el establecimiento para poder adaptar las actividades productivas en el marco de la sustentabilidad de los recursos naturales.
- Se analizó información digital de sensores ópticos (Sentinel 2) y radar (Modelo MDE_Ar, basado en misión SRTM-NASA). Ello permitió generar mapas de relieve y altimetría del predio, con un error aceptable para la delineación de unidades de suelos.
- En función del relieve, se establecieron sitios representativos para la descripción de perfiles de suelo (4) y toma de muestra completa para clasificación (2).
- En las observaciones realizadas la taxa dominante a nivel familia corresponde a un Haplustol arídico, franco grueso, térmico. En función de las morfologías observadas podrían diferenciarse 2 series (no se consideraron). Con un criterio práctico, se utilizó una fase por profundidad al horizonte Ck con alto PSI. Se ha diferenciado la fase somera (< 0,5 m) de la fase moderadamente profunda (< 1 m).
- De la combinación de relieve, cotas y suelos se pudo diferenciar a priori al campo en 2 sectores, de 65 ha (planos altos) y 232 ha (pendientes suaves y planos bajos).
- Luego de analizar las características climáticas de la zona, el relieve y los suelos del establecimiento, y a partir de la determinación de la capacidad de uso y de los índices de productividad de los ambientes, se resolvió no dividir el campo.
- Se propone un manejo conservacionista basado en la ganadería con pastoreos de altas cargas instantáneas, siembras de verdeos y pasturas permanentes.
- Para tener una mayor información de los suelos se recomienda hacer muestreos por ambientes con barreno. Esto es para establecer si existe una relación geoforma-profundidad de la capa sódica, donde en los planos altos el horizonte con sodio se profundiza (manto de arena espeso) y en los planos bajos se encuentra cercano a la superficie (manto de arena delgado).

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar I & Fernández A. 2020. Caracterización de dos suelos sobre diferentes geformas en el partido de Patagones. Trabajo Final TSASyA, Dpto. Agronomía, UNS. 59 p.
- Carta de suelos de la República Argentina: hoja 3963-34-Villalonga. <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3963/3963-34.htm>.
- FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012. Harmonized World Soil Database (version 1.2). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.
- Frolla, F., Zilio, J., Krüger, H. & Tranier, E. A. 2020. Determinación de ambientes productivos en el sudoeste bonaerense. Comparación de distintas fuentes de información. (p. 2). XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Corrientes, Corrientes, Argentina.
- Gabella, J. I., Luorno, M. V., & Campo, A. M. 2013. Análisis integral de un sistema territorial degradado: el caso del partido de Patagones. Proyección 14, 8, 68 - 91.
- Gabella, J. I., & Campo, A. M. 2016. Fragilidad y degradación ambiental en áreas rurales de la diagonal árida templada argentina. Estudios Geográficos, 77 (281), 491 – 519.
- Goldberg, S. & Weiss, G. 2004. Obtención de un índice de riesgo de erosión eólica y su aplicación en la Pcia. de Buenos Aires, Argentina. Meteorológica 29 (1,2): 17-26.
- González, J. B. 2017. Ordenamiento de tierras para la producción por ambientes (Práctica Pre Profesional de Integración). Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Azul.
- INTA & SAGyP. 1989. Proyecto PNUD ARG 85/019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. CIRN-Instituto de evaluación de tierras. Mapa de suelos de la Provincia de Buenos Aires. 525 pp.
- Instituto Geográfico Nacional. <https://www.ign.gob.ar/>

- Klingebiel, A. A. and P. H. Montgomery. 1962. Land Capability Classification, USDA Agriculture Handbook No. 210. Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC.
- Krüger, H. R., Zilio J. P. & Frolla F. D. 2019. Criterios básicos para la producción agropecuaria sustentable en el sudoeste bonaerense. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. CERBAS, INTA. p. 54.
- Mosciaro, M., & Dimuro, V. 2009. Zonas agroeconómicas homogéneas Buenos Aires sur. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. 61-74.
- Sánchez, R., Pezzola, N. & Cepeda, J. 1998. Caracterización edafoclimática del área de influencia del INTA. EEA Hilario Ascasubi. *Boletín de divulgación*, 18, 72.
- Sentinel Hub. <https://www.sentinel-hub.com/>
- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. 11th ed. United States Department of Agriculture. Natural Resources 22 Conservation Service, Washington, DC.
- Vázquez Amabile, G. 2016. Manejo por ambientes: conceptos y fertilización variable en el sur de Buenos Aires. XXIV Congreso Aapresid Resiliar. Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Winschel, C. I. 2017. Integración por medio de geotecnologías de la información ambiental en estudios de degradación de los suelos para los partidos de Villarino y Patagones, Provincia de Buenos Aires-Argentina (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca, Argentina. 219 pp.

Anexo 1

Características de los grupos de suelos dominantes (WRB)

HWSD Soil Mapping Unit Details

Coverage		SOTWIS
Soil Mapping Unit		12326
Dominant Soil Group		PH - Phaeozems
	Dominant Soil	Associated Soils and Inclusions
Sequence	1	2
Share in Soil Mapping Unit (%)	60	40
Database ID	13865	13866
Soil Unit Symbol (FAO 74)	-	-
Soil Unit Name (FAO74)	-	-
Soil Unit Symbol (FAO 85)	-	-
Soil Unit Name (FAO 85)	-	-
Soil Unit Symbol (FAO 90)	PHc	CLh
Soil unit Name (FAO 90)	Calcaric Phaeozems	Haplic Calcisols
Topsoil Texture	Coarse	Medium
Reference Soil Depth (cm)	100	100
PHASE 1	-	-
PHASE 2	-	-
Obstacles to Roots (ESDB) (cm)	-	-
Impermeable Layer (ESDB) (cm)	-	-
Soil Water Regime (ESDB)	-	-
Drainage class (0-0.5% slope)	Well	Moderately Well
AWC (mm)	100	150
Gelic Properties	No	No
Vertic Properties	No	No
Petric Properties	No	No

HWSD Soil Mapping Unit Details

Coverage	SOTWIS	
Soil Mapping Unit	12326	
Dominant Soil Group	PH - Phaeozems	
	Dominant Soil	Associated Soils and Inclusions
TOPSOIL (0-30 cm)		
Topsoil Sand Fraction (%)	74	66
Topsoil Silt Fraction (%)	12	22
Topsoil Clay Fraction (%)	14	12
Topsoil USDA Texture Classification	sandy loam	sandy loam
Topsoil Reference Bulk Density (kg/dm ³)	1,52	1,53
Topsoil Bulk Density (kg/dm ³)	1,67	1,18
Topsoil Gravel Content (%)	28	0
Topsoil Organic Carbon (% weight)	0,5	0,5
Topsoil pH (H ₂ O)	8	6,8
Topsoil CEC (clay) (cmol/kg)	83	93
Topsoil CEC (soil) (cmol/kg)	12	13
Topsoil Base Saturation (%)	100	100
Topsoil TEB (cmol/kg)	12	12,9
Topsoil Calcium Carbonate (% weight)	4,1	0,3
Topsoil Gypsum (% weight)	0,1	0,1
Topsoil Sodicity (ESP) (%)	1	3
Topsoil Salinity (ECe) (dS/m)	0,3	0,3

Anexo 2

Búsqueda de imágenes en Sentinel

The screenshot displays the Sentinel Hub EO Browser web application. The interface includes a search bar at the top right with the text "Ir al lugar". On the left side, there is a sidebar menu with the following sections:

- Descubrir** (Discover)
- Visualizar** (Visualize)
- Comparar** (Compare)
- Marcadores** (Markers)
- Tema** (Theme): Por defecto (Default)
- Buscar** (Search) and **Destacados** (Highlights) tabs
- Fuentes de datos** (Data Sources):
 - Sentinel-1
 - Sentinel-2
 - Sentinel-3
 - Sentinel-5P
 - Landsat
 - Fvivalcat Marie
- Búsqueda avanzada:** (Advanced Search)
 - L1C
 - L2A (corrected de atmósfera)
- Máx. cobertura nubosa:** (Max. cloud cover) slider set to 10%

At the bottom of the sidebar, there is a promotional banner for a "JOIN LIVE SENTINEL HUB WEBINAR EO BROWSER - APRIL 15TH AT 14:00 CEST (12:00 UTC)". The main area of the browser shows a satellite image of a coastal region with a search bar and various tool icons on the right side.

Imagen de QGIS con NDVI y curvas de nivel

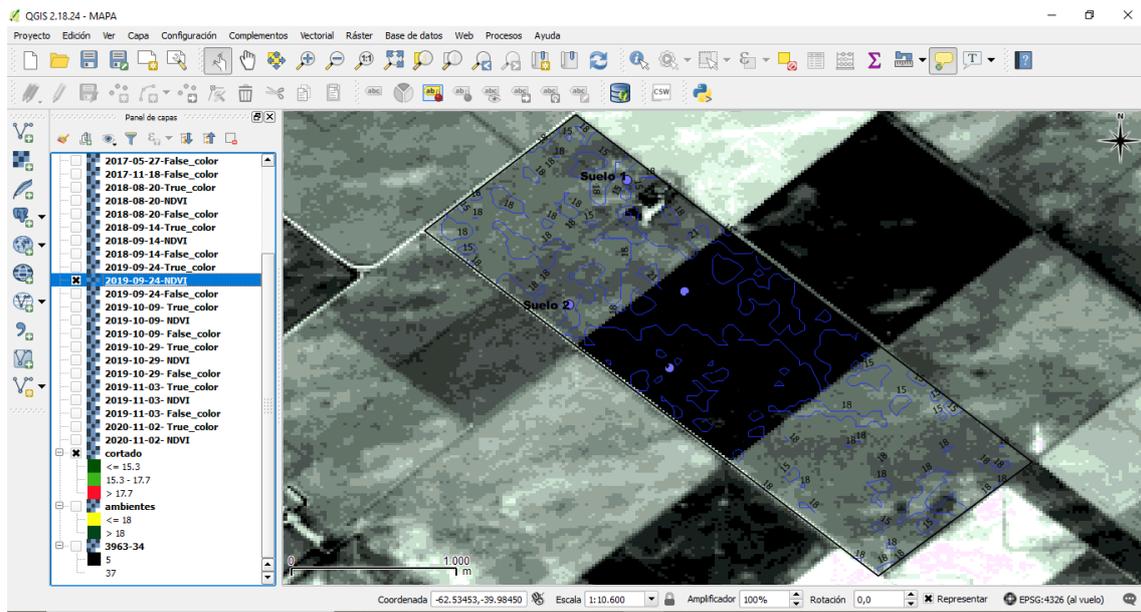


Imagen de QGIS con falso color y curvas de nivel

