

**Los suelos del Alto Valle**  
**Compendio de estudios**  
**previos y propuestas**  
**de manejo a partir de**  
**su análisis**

**Rosa de Lima Holzmann**  
*holzmann.rosa@inta.gob.ar*

**Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle**  
*"Ing. Agr. Carlos H. Casamiquela"*  
Ruta Nac. 22, km 1190, Allen, Río Negro.



**Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria**

**Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca**



**Ministerio de Economía  
Argentina**

## ÍNDICE

<b>Agradecimientos</b>	<b>4</b>
<b>Prólogo</b>	<b>5</b>
<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>Descripciones de los suelos del Alto Valle</b>	<b>8</b>
<b>Los estudios y sus asociaciones agronómicas</b>	<b>11</b>
A. Distribución textural de los suelos del Alto Valle del río Negro	11
B. Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro	15
C. Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del río Negro	25
<b>Recomendaciones generales para los distintos suelos</b>	<b>33</b>
<b>Calidades, aptitud y manejo</b>	<b>33</b>
<b>Consideraciones finales</b>	<b>39</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>40</b>
<b>Anexos</b>	<b>41</b>
1. Mapas	42
2. Glosario edafológico	47
3. Imágenes	51

## Agradecimientos

A Alicia Apcarián, Enrique Sánchez y Rubén Godagnone por sus revisiones, pero especialmente por sus enseñanzas.

También agradezco al Departamento Provincial de Aguas (DPA) por permitirme contar con material básico para el estudio de los suelos valletanos.

## Prólogo

Diversos estudios se han llevado a cabo sobre los suelos del Alto Valle por parte de distintas instituciones, en momentos y escalas diferentes, respondiendo a finalidades específicas.

Los diversos suelos del Alto Valle del Río Negro modificaron sus características iniciales debido a los grandes volúmenes que debieron removilizarse para provocar la nivelación de las áreas regables, generando consecuencias visibles, tanto positivas como negativas.

En la redacción de este libro se unifica -de manera resumida, ágil, amena y sencilla-, gran parte de la información producida a lo largo de numerosos años, vinculando las características edáficas naturales y aquellas antropogénicas con el manejo, presentando los datos de un modo tal que permita su fácil acceso, tanto para productores como para profesionales agropecuarios, con el fin de que se convierta en una herramienta de consulta para uso local y regional en la toma de decisiones productivas.

Consta de una primera parte enfocada en los factores formadores de los suelos del valle y la geomorfología predominante. Luego, se asocian las características físicas y químicas de los suelos al manejo adecuado, analizando aquellos que permitan obtener el mejor comportamiento y respuesta de los cultivos. En tal sentido, todo se encuentra vinculado a mapas que facilitan su ubicación.

Sobre el final del documento se brindan recomendaciones que consideran tanto la calidad como la aptitud de los suelos para ser cultivados. Asimismo, se presentan referencias sobre los estudios que se pueden realizar dentro del propio establecimiento para conservar o mejorar su calidad.

## Introducción

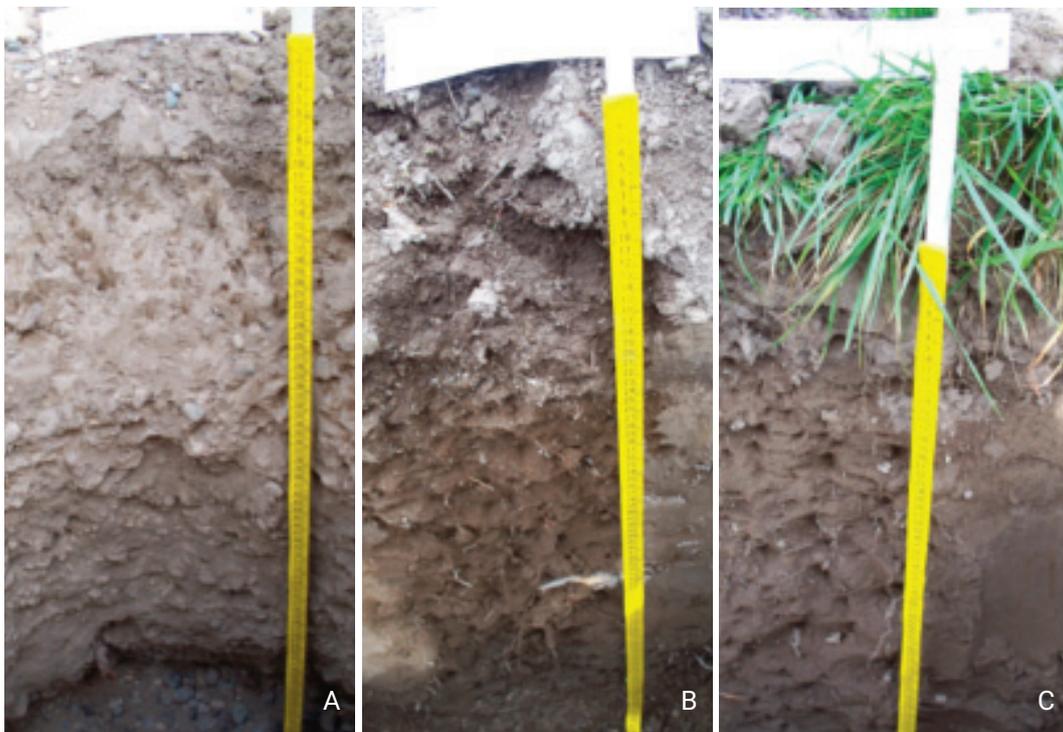
Los suelos del Alto Valle de Río Negro y Neuquén han sido materia de estudio desde mediados del siglo pasado. Sin embargo, esta región, tal vez la de uso más intensivo de la tierra en el país, no cuenta con un estudio detallado que brinde la información necesaria para el manejo parcelario de los suelos, compatible con las necesidades de una producción agrícola sostenible.

Por tal motivo, a partir del rescate y revisión de trabajos edafológicos de reconocimiento existentes, se propone integrar y resumir referencias para dar a conocer las condiciones y características que los identifican y, en virtud de ello, sumar las recomendaciones de manejo que resulten en un aprovechamiento y rectificación, cuando sea esto posible, de sus ventajas y desventajas, respectivamente.



## Descripciones de los suelos del Alto Valle

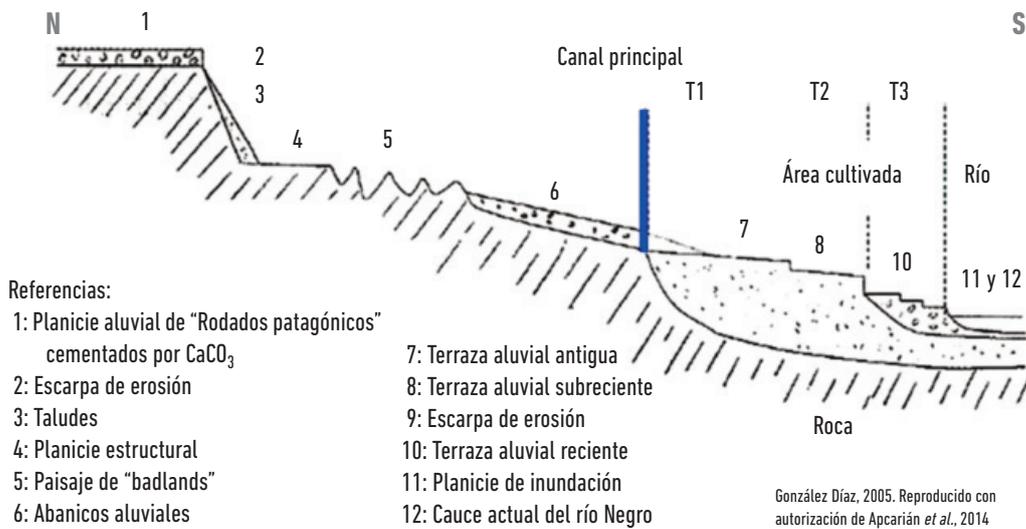
Los suelos del Alto Valle demuestran la alternancia de nuestros ríos permanentes en el tiempo entre voluminosas masas de agua con gran fuerza de arrastre, que depositaron rodados de distintos tamaños y materiales gruesos provenientes de aguas arriba, y otras más débiles que transportaron materiales más finos, a lo ancho del valle, los cuales hoy se observan dentro de los perfiles mismos que cultivamos (Imagen 1). A estos orígenes fluviales se suman los materiales arrastrados por gravedad desde posiciones superiores, es decir, desde las "bardas".



**Imagen 1.**

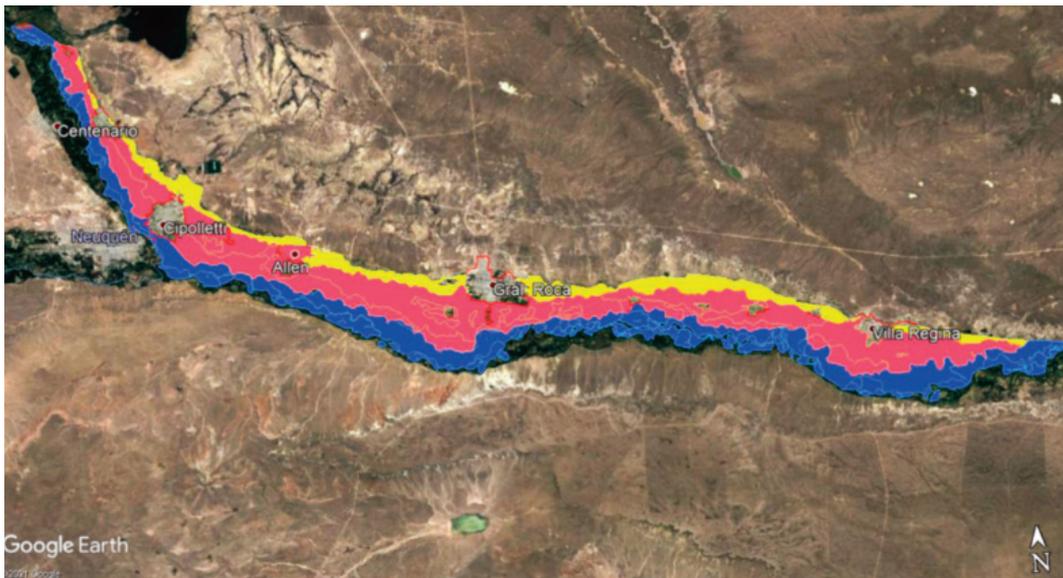
Perfiles que ejemplifican las diferencias entre materiales depositados. **A:** finos superficiales y gruesos con rodados subsuperficiales. **B:** finos con acumulaciones calcáreas a los 20 cm. **C:** medios gruesos homogéneos en el perfil

Por ello, se pueden describir a nivel geomorfológico, cotas longitudinales denominadas “Terrazas (T)”, las cuales muestran una secuencia, también temporal, de grandes momentos en los que los ríos se fueron retirando hacia el sur sobre su cauce. Presentan características particulares, tanto por el depósito y arrastre de materiales, como por el grado de desarrollo de sus perfiles dada su antigüedad. Estas terrazas, que se extienden desde el valle inferior del río Neuquén a lo largo todo el Alto Valle, lindan con las bardas norte y se continúan hacia el sur, y son la Llanura Aluvial Antigua (T1), la Llanura Aluvial Subreciente (T2) y la Llanura Aluvial Reciente (T3), estudiadas y descritas en distintos trabajos. A estas les siguen la planicie de inundación, cauces de crecidas y el cauce actual del río (Imagen 2).



**Imagen 2.**

Perfil esquemático del Alto Valle (vista de perfil). De: Apcarian *et al.*, 2014



**Imagen 3.**

Tres niveles de terraza del Alto Valle: Antigua o T1 (amarillo), Aluvial Subreciente o T2 (rosado) y Aluvial Reciente o T3 (azul)

En adelante, se hará mención y luego asociación entre estudios que suelen utilizarse como base para referenciar los suelos del Alto Valle que, sin lograr ser exactos entre sí en el establecimiento de los límites, logran aproximarse considerablemente entre uno y otro. Ya en su trabajo, Bestvater y Casamiquela (1983) mencionaban las dificultades para delimitar los suelos, dados los movimientos de decapitación y relleno para la nivelación en pos del riego gravitacional. Por tal motivo, se utilizarán las terrazas como ordenador de los suelos que se agrupan con diferencias de edad, y por lo tanto de desarrollo, y por características intrínsecas que determinan diferencias de manejo.

Solo a modo de ejemplo de estudios realizados pero que no se encuentran disponibles, el primer mapa de suelos del que se tiene referencias se realizó en 1969 por Tallero Yovera y Pacheco (FAO – CFI). Se llamó *Estudio de reconocimiento de Suelos en el Alto Valle del Río Negro* y reconoció unidades cartográficas que se corresponden con asociaciones de suelos, con series descriptas morfológicamente. Aquí se mencionan por primera vez las capas endurecidas existentes en algunas zonas. Sorpresivamente, no se indican nomenclaturas de los perfiles ni clasificación taxonómica. Sí adjunta un mapa asociado por capacidad de uso.

Otro estudio al que es posible hacer referencia data de 1991 y -como el anterior- abarca todo el Alto Valle. Fue realizado por Latinoconsult a solicitud de Aguas y Energía Eléctrica, hoy Departamento Provincial de Aguas (C.I.L., 1991). Este es el trabajo de mayor uso para investigación ya que es muy completo, presenta también mapas de uso de la tierra, aunque tiene como desventaja la escala, reconociendo nueve Asociaciones y dos Consociaciones.

Por su parte, en 2008 fue realizado un reconocimiento de detalle por parte de profesionales del Instituto de Suelos de INTA Castelar y del INTA Alto Valle. Como inconveniente se puede mencionar que se llevó a cabo solo en un área de 1.000 hectáreas (C.F.I., 2008). El trabajo clasificó taxonómicamente los suelos utilizando el Soil Taxonomy (2006) y la clasificación de suelos bajo riego utilizando el Bureau of Reclamation Manual Vol. V Irrigated Land Use. (EUA), llegando a reconocer 15 unidades cartográficas a nivel de serie.

Por último, una característica sobresaliente de los suelos del valle: los carbonatos de calcio y las capas endurecidas de suelos presentes en amplias superficies, fueron estudiados en detalle por Apcarian, Schmid y Aruani de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) sobre dos transectas a través del sector más ancho del valle, dentro de una superficie aproximada de 8.000 hectáreas. Imbellone *et al.* (1997), Apcarian *et al.* (2007) y Apcarian *et al.* (2014) son los trabajos que dan cuenta de los carbonatos y sus características zonales. Los resultados de este trabajo se mencionan al final, dentro de las recomendaciones de manejo para los distintos suelos.

## Los estudios y sus asociaciones agronómicas

Los trabajos que se referencian y compendian en lo sucesivo son aquellos a cuyas fuentes es posible, de alguna manera, recurrir y tener acceso.

### A. Distribución textural de los suelos del Alto Valle del río Negro (Bestvater y Casamiquela, 1983)

En 1983, Bestvater y Casamiquela publicaron este trabajo, en el cual se realizó una determinación textural de los primeros 50 cm en pozos de observación, donde reconocieron cuatro grandes grupos texturales que denominaron "Barda", "Media Barda", "Media Costa" y "Costa" (Imagen 4) y determinaron algunos parámetros que ayudan a precisar la relación entre suelo y agua, de cara a los cultivos.

Según este estudio, los suelos de "Barda", ubicados hacia el norte del valle, se identifican por ser arenosos, de distintas granulometrías que incluyen hasta gravillas, las cuales se ubican al borde de las bardas. Se observan limos asociados que generan colores pardos claros y amarillentos. Es posible que estos materiales provengan de arrastre, asociados a corrientes superiores de agua derivadas de la meseta, es decir, el material que en la Imagen 2 se ve como "6: abanicos aluviales" que se continúan después del canal principal de riego. Las texturas gruesas determinan velocidades de infiltración rápidas, lo que -en la práctica del riego- obliga a largos no mayores de 80 metros, dada la gran pérdida hacia la freática a la altura de la cabecera. Por eso, dichos suelos requieren riegos rápidos y con mayor frecuencia, por la baja retención de humedad. Así mismo, siempre es conveniente el agregado de materia orgánica a través del uso de coberturas implantadas de gramíneas o consociadas con leguminosas que aumenten la fertilidad química y física.

Los suelos reconocidos como "Media Barda" se ubican en el centro del valle y están constituidos por materiales de texturas que van de franco limosas a francas, las cuales suelen estar asociadas con sales y, en algunos casos, sales de sodio, con dificultades relacionadas con el drenaje lento o impedido. Requieren enmienda en sitios donde se presenta alto contenido de sodio intercambiable y mejora de la estructura. Los materiales finos le dan mayor capacidad de retener humedad. Infiltran de forma moderada a bien, aunque por sectores existen capas de menor permeabilidad; sin embargo, es posible obtener buenas eficiencias de riego al utilizar largos de 120 metros o más, e intervalos mayores entre riegos.

Los suelos "Media Costa" se ubican como una franja mayormente angosta de texturas franco arenosas a arena francas, que no presentan dificultades en relación con el manejo del riego.

Finalmente, los suelos de "Costa" presentan textura arenosa, aunque de granulometría menor a los de "Barda" y se encuentran lindantes al río. También, presentan baja retención de humedad y, con frecuencia, no les es suficiente el caudal de riego. Esta última consideración, puntual para dichos suelos, se contrapone con las conclusiones generales de Bestvater y Casamiquela, quienes observaron para el resto de los suelos que, con altos coeficientes de drenaje natural promedio de 3 milímetros por día y buena permeabilidad, no alcanzan igualmente a evacuar los excesos de agua de riego aplicados.

Estos excesos de agua, salvo en pleno diciembre-enero cuando no se alcanza a satisfacer los requerimientos hídricos, generan la elevación de la freática, y a profundidades críticas en muchos lugares, en momentos de bajos requerimientos ambientales y de los cultivos. Esta situación acarrea varias consecuencias tales como: condiciones de anaerobiosis, procesos de reducción, formación de compuestos tóxicos, elevación de sales hacia los estratos superiores y superficie.



**Imagen 4.**

Distribución de los cuatro tipos de suelos determinados por Bestvater y Casamiquela (1983). Digitalización de este estudio: Edgardo Fernández, Angel Muñoz, Ayelen Montenegro y Darío Fernández

A continuación, las características determinadas para los cuatro grupos de suelos.

**Tabla 1.** Grupos texturales de suelos del Alto Valle y sus propiedades relacionadas (Bestvater y Casamiquela, 1983).

Suelos	Textura predominante (50 cm)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (%)	Capacidad de campo (%)	Punto de marchitez permanente (%)	Capacidad de retención de humedad (mm/dm)
Barda	Ar (gruesas)	1,7	35,8	8	3	8,5
Media Barda	Fr-Li a Fr	1,35	49,1	27	13	18,9
Media costa	Fr-Ar a Ar-Fr	1,5	43,4	14	6	12
Costa	Ar	1,65	37,7	9	4	8,3

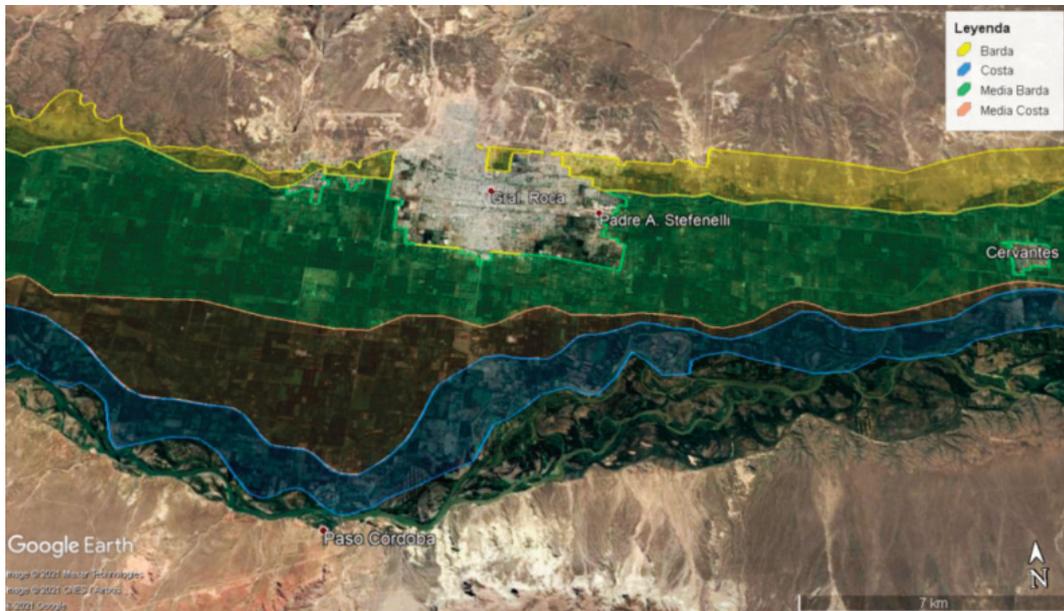
Ar: arena; Fr: franco; Li: limoso.



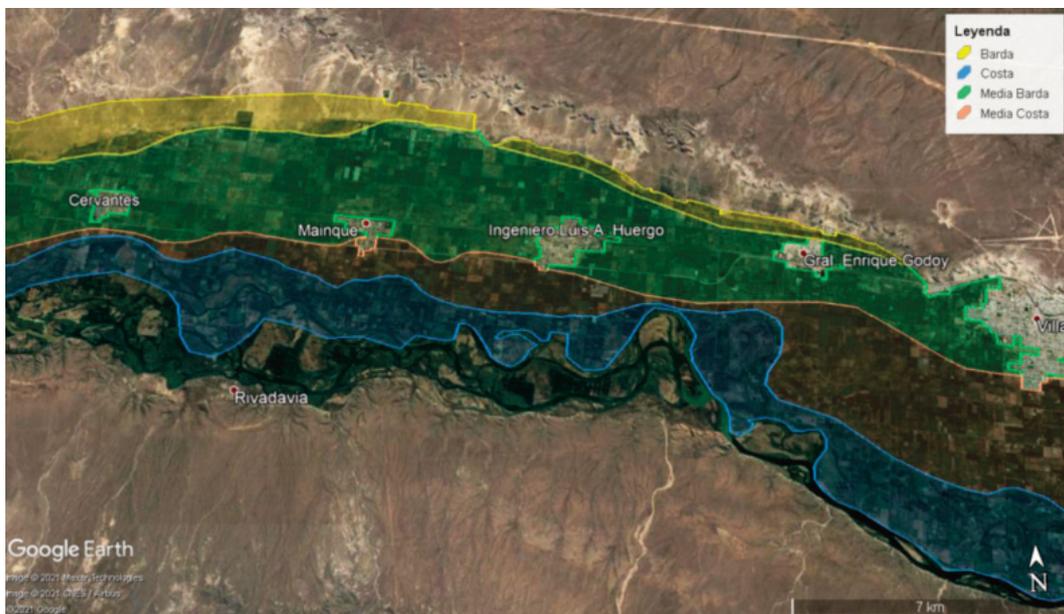
**Imagen 5.**  
Distribución textural según Bestvater y Casamiquela (1983) entre Barda del Medio y Cipolletti



**Imagen 6.**  
Distribución textural según Bestvater y Casamiquela (1983) entre Cipolletti y Contralmirante Guerrero



**Imagen 7.**  
Distribución textural según Bestvater y Casamiquela (1983) entre Contralmirante Guerrero y Cervantes



**Imagen 8.**  
Distribución textural según Bestvater y Casamiquela (1983) entre Cervantes y General E. Godoy



**Imagen 9.**  
Distribución textural según Bestvater y Casamiquela (1983) entre General E. Godoy e Ing. Otto Krause

Este estudio resulta muy importante para la diagramación de los turnados y las dotaciones por parte de los Consorcios de Riego, que debieran regularse según la capacidad de los suelos de contener agua y drenarla. A su vez, es clave para la programación en caso de riego presurizado. Además, si bien clasifica a los suelos por su composición textural y a través de otras determinaciones físicas asociadas a la textura (Tabla 1), como es la capacidad de retención de agua (valor de importancia para el manejo del riego), permite inferir algunas propiedades químicas de los suelos, generales para toda la región y de importancia, como es la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.), variable asociada a la fertilidad de estos, indicando también la disponibilidad de elementos macronutrientes como potasio, calcio y magnesio; deficiencia de nitrógeno y -en menor medida- de fósforo, y aquellos micronutrientes como zinc, hierro y manganeso dado el pH alto y la alta disponibilidad de calcio. Los macronutrientes se adicionarán, entonces, vía suelo, mientras que los micronutrientes se suministrarán de manera foliar, la cual es precisa y muy efectiva.

## **B. Estudio para el aprovechamiento integral del río Negro. C.I.L. (1991)**

El Consorcio Inconas Latinoconsult S. A. en su Informe Edafológico presenta estudios y mapas de suelos y aptitud de las tierras para riego, logrando el trabajo más completo con el que cuenta el Alto Valle en términos de profundidad de los estudios y superficie abarcada.

Los tres niveles de terrazas ordenarán la descripción de los suelos como sigue a continuación.

## Llanura Aluvial Antigua o Terraza 1 (T1)

Este estudio menciona que la Llanura Aluvial Antigua o Terraza 1 (T1) se extiende entre Contralmirante Cordero y Chichinales y se ubica entre depósitos aluvio-coluviales, es decir, frente a la “barda”, y la Terraza 2 o Subreciente. Los materiales que se presentan conforman texturas finas, amarillentas o rojizas que pueden estar mezclados con materiales gruesos coluviales y contienen capas de gravas en forma espacialmente discontinua. En acuerdo con Apcarián *et al.* (2014) se observa un grado de carbonatación que avanza desde la superficie y en profundidad desde 6 % a 10 %, llegando a un 12 % en algunos perfiles, caracterizándose como débil a moderadamente carbonatados, asociado a un proceso activo de marcado origen freatogénico. Son suelos que se clasifican dentro del orden de los Aridisoles.

Los suelos de los Aridisoles se caracterizan por:

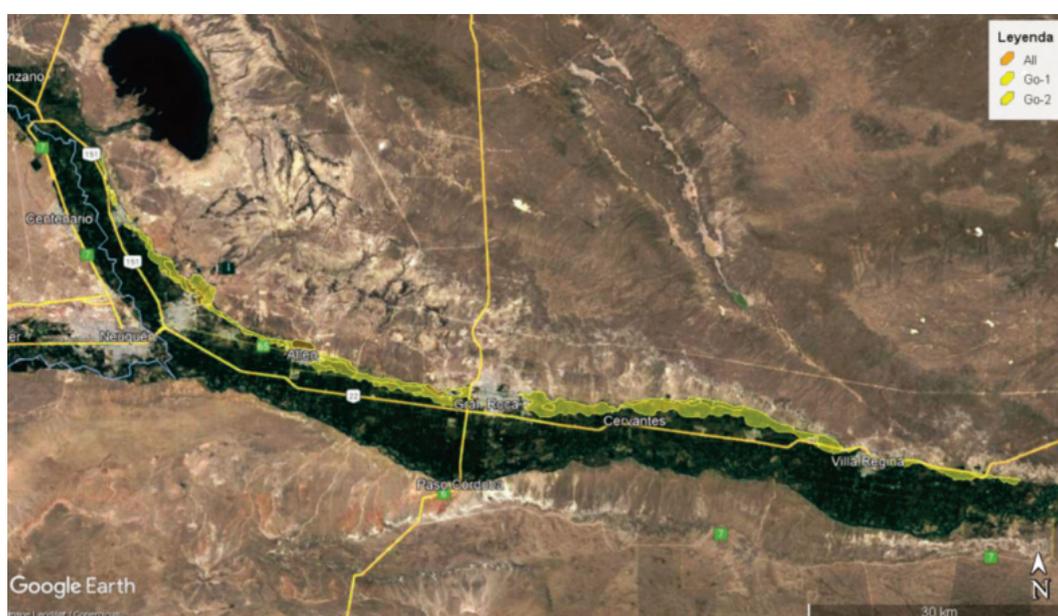
- Las bajas precipitaciones del medio en que se encuentran que producen suelos poco lixiviados (lavados).
- Ser pobres en materia orgánica.
- Tener baja tasa de formación y descomposición.
- Tener desarrollado un horizonte cálcico por iluviación, es decir, por transporte y acumulación desde un horizonte superior.
- Muchos de ellos tener bien desarrollado un horizonte argílico (con concentración de arcillas) que indican un clima anterior más húmedo.
- Estar cementados por calcáreo o sílice.
- Ser de colores claros.
- El agua presente ser retenida a gran tensión.
- Presentar alta salinidad y/o sodicidad y freática elevada en sitios más bajos.
- La mayoría de ellos estar enriquecidos con carbonato de calcio, el cual -en estos suelos- se encuentra como finos cristales dispersos en la matriz, y pueden también aparecer en forma acumulada como gránulos, láminas, cordones, nódulos, filamentos, venas.
- Los pH van de neutros a básicos y alcalinos en algunos casos.
- Fertilidad en general moderada debido a los materiales.
- Dominan los arbustos espinosos, resinosos, y en zonas o momentos de mayor humedad aparecen algunas gramíneas.
- Se pueden utilizar en pastoreo en muy bajas cargas y cultivos con algún tipo de riego.

## Unidades cartográficas de la T1

Las unidades cartográficas relacionadas con esta terraza son la Asociación J. J. Gómez-1, caracterizada por un drenaje que va de imperfecto a pobre con algo elevado el nivel de salinidad, dentro de la cual se inserta la Asociación J. J. Gómez-2, que está formada por materiales finos, con elevada cantidad de sales y sodio asociado. A estas, se suma la Consociación Allen que, aun con granulometría fina, tiene drenaje moderadamente bueno y bajos contenidos de sales, por lo que es la que mejores condiciones ofrece para los cultivos.

**Tabla 2.** Suelos reconocidos por C.I.L., 1991 para la Terraza 1.

Terraza	Orden	Unidad cartográfica	Composición de suelos
T1	Aridisoles	Consociación Allen (All)	100 % Allen
		Asociación J. J. Gómez-1 (Go-1)	60 % J. J. Gómez - 40 % Allen, fase imperfecta a pobremente drenada
		Asociación J. J. Gómez-2 (Go-2)	60 % J. J. Gómez, fase salina - 40 % Guerrico



**Imagen 10.**

Unidades cartográficas dentro de la T1. Digitalización de este estudio: Jorge Muñiz, Angel Muñoz, Ayelen Montenegro y Darío Fernández

Los distintos suelos reconocidos en estas unidades cartográficas se sintetizan a continuación:

### Suelos de la Terraza 1

#### **Suelo Allen** (Cambortid xerolico, Familia limosa fina, mixta, térmica)

Se ubica en los sectores más elevados de la T1 formando una banda angosta desde la localidad de Cinco Saltos hasta Mainqué. Se constituyó a partir de materiales aluvio coluviales que muestran un horizonte B que presenta movilización de calcáreo. Es profundo y bien drenado, de texturas medias finas con predominio de francas arcillosas y franco arcillo limosas en superficie y franca en profundidad, las cuales le permiten tener una retención de humedad que ronda los 180-200 milímetros en 120 centímetros de suelo. Los pH son neutros en superficie, tornándose ligera a moderadamente alcalinos en el subsuelo. Ligera a moderada salinidad. Los rodados se hallan hacia los 145 centímetros de profundidad y la napa es profunda, dada la posición elevada del terreno.

#### **Suelo Guerrico** (Cambortid xerolico de la Familia arcillosa, mixta, térmica)

Ocupa sitios ligeramente deprimidos con drenaje impedido dentro de la T1, y desde Cinco Saltos hasta Ing. Huergo en forma discontinua. Sus materiales tienen origen coluvio-aluviales, son profundos, de texturas medianamente finas a finas, con permeabilidad muy lenta y pobre drenaje interno. Moderadamente alcalino y contenido elevado de sales, donde se observan sitios con concentraciones salinas y eflorescencias superficiales, y se encuentran cristales de yeso. Los rodados están profundos, más allá de los 150 centímetros, pero la freática se encuentra cercana a la superficie, limitando el perfil explorable a 50 centímetros.

#### **Suelo J. J. Gómez** (Cambortid xerolicos de la Familia arcillosa, sobre limosa fina, mixta, térmica)

Se sitúa desde Contralmirante Cordero hasta Chichinales. Se trata de materiales aluvio-coluviales que formaron suelos profundos y de mediano desarrollo genético, con lo que puede observarse un horizonte A1 con acumulación de materia orgánica, y un B2 incipientemente alterado. Las texturas superficiales arcillo limosas y arcillosas se continúan en profundidad con texturas franco arcillosas. Son suelos con drenaje interno imperfecto a pobre, con permeabilidad lenta, con pH ligero a moderadamente alcalino y salinidad elevada. La napa puede encontrarse cerca de la superficie en temporada de riego.

#### **Suelo J. J. Gómez, fase salina**

Esta fase se manifiesta en sectores ligeramente deprimidos de la Llanura Aluvial Antigua (T1) donde el drenaje es pobre. Presenta moderados a elevados contenidos de sales solubles, producto del drenaje interno restringido.

### **Llanura Aluvial Subcreciente o Terraza 2 (T2)**

Se extiende centralmente a lo largo del valle y es la que mayor superficie ocupa, con suelos que se clasifican también dentro de los Aridisoles. Se puede subdividir en dos niveles en base a la altimetría y el grado de evolución que presentan sus suelos.

#### **Unidades cartográficas de la T2**

Sobre un nivel superior, en esta terraza se encuentran depósitos formando bandas adyacentes a la Llanura Aluvial Antigua (T1), en dos tramos: entre las ciudades de Cinco Saltos y Allen y entre Gral. Enrique Godoy y Chichinales.

- En la primera banda, Cinco Saltos - Allen, se ven suelos más evolucionados, con texturas finas en superficie y capas ricas de fragmentos gruesos cementadas donde hubo lavado de calcáreo y, en algunos casos, la formación de un horizonte B argílico (Suelo Cinco Saltos), conformando las Asociaciones Cipolletti-1 y Cipolletti-2.
- Sobre la segunda, Gral. E. Godoy - Chichinales, lo que se aprecia es una llanura que fue dejando el cauce anastomosado, es decir, dividido, divagante y entrelazado del río, del cual hoy solo quedan algunos funcionales al desagüe del sistema de riego. La granulometría es media, con drenaje imperfecto, alcalinidad moderada a fuerte y una capa parcialmente cementada que limita la profundidad efectiva. Estos suelos se agrupan dentro de la Asociación Villa Regina.

Dentro de un nivel inferior se encuentran tres unidades cartográficas:

- La Asociación Cervantes, ubicada hacia el norte en forma lindante con la Llanura Aluvial Antigua (T1) o insertos en la Asociación Roca, ocupando zonas más bajas en el relieve, presentando drenajes pobres y reacción moderada a fuertemente alcalina, moderadamente salinos y con la capa freática cercana a la superficie.
- Sobre el sector central que le sigue, se encuentra la Asociación Roca que cuenta con una granulometría más fina, lo que los hace imperfectamente drenados. Además, una capa discontinua parcialmente cementada con carbonatos (Suelo Roca) suma un inconveniente al definir la profundidad efectiva.
- La Consociación Alto Valle, ubicada más hacia el sur, lindando con la Llanura Aluvial Reciente (T3), con características onduladas producto de los albardones, con predominancia de limos, bien a moderadamente bien drenados, clasificados como Carbotid xerolicos.

**Tabla 3.** Suelos reconocidos por C.I.L., 1991 para la Terraza 2.

Terraza	Orden	Nivel	Unidad cartográfica	Composición de suelos
T2	Aridisoles	Superior	Asociación Cipolletti-1 (Ci-1)	60 % Cipolletti-30 % Cinco Saltos-10 % Cipolletti, fase somera
			Asociación Cipolletti-2 (Ci-2)	90 % Cipolletti, fase somera-10 % Cipolletti
			Asociación Villa Regina (VR)	50 % Villa Regina-50 % Chichinales
		Inferior	Consociación Alto Valle (AV)	100 % Alto Valle
			Asociación Roca (Ro)	40 % Roca-30 % Steffenelli-30 % Mainqué
			Asociación Cervantes (Ce)	70 % Cervantes-30 % Mainqué, fase pobremente drenada



**Imagen 11.** Unidades cartográficas dentro de la T2

A continuación, la caracterización de los suelos que conforman las Consociaciones y Asociaciones:

#### Suelos de la Terraza 2, nivel superior

##### **Suelo Cinco Saltos** (Haplargid durixerolicos de la Familia franca fina, mixta, térmica)

Se ubica sobre la T2 entre Cinco Saltos y Allen. Tiene mayor desarrollo pedogenético, con un B2 argílico rojizo. Francos o franco limosos en superficie y subsuperficialmente. En profundidad se encuentran texturas arenosas guijarrosas. Un horizonte cementado, cercano a la superficie con aspecto fragipán, limita la profundidad efectiva. Rodados abundantes a partir de los 50 centímetros. Bajos contenidos de sales y reacción ligeramente alcalina en superficie y moderadamente alcalina en profundidad. Drenaje imperfecto y capa freática durante la temporada de riego ubicada aproximadamente al metro de profundidad.

##### **Suelo Cipolletti** (Cambortid durixerolicos de la Familia franca fina, mixta, térmica)

Se encuentra entre Cinco Saltos y Allen en el sector más superior y antiguo de la T2. Originado en arenas y rodados sobre los que se depositó un manto de sedimentos fluviales medianamente finos, presenta un grado importante de desarrollo genético, evidenciado en la presencia de un horizonte B cámbico y un horizonte cementado de rodados cubiertos de carbonatos de calcio. Texturas franco arcillosas o franca en superficie y franco arcillo arenosa guijarrosa hasta arenosa guijarrosa. Bajos contenidos salinos, se observa saturación por sodio algo elevada con reacción neutra a ligeramente alcalina en superficie y moderada a fuertemente alcalina en el subsuelo. Permeabilidad lenta e imperfectamente drenados, napa cercana al metro bajo régimen de riego.

##### **Suelo Cipolletti, fase somera**

Caracterizado por presentar una delgada capa de sedimentos medianamente finos de espesores de menos de 40 centímetros, sobre el manto de rodados, generalmente cementado en su parte superior.

##### **Suelo Villa Regina** (Cambortid durixerolicos de la Familia limosa gruesa)

Se ubica entre Gral. E. Godoy y Chichinales. Se originaron desde depósitos fluviales de granulometría media. Tienen cierta antigüedad evidenciada en la presencia de un horizonte B cámbico y de un sustrato cementado con apariencia de fragipán. Son moderadamente bien drenados a imperfectamente drenados, con permeabilidad moderadamente lenta a lenta, con alcalinidad moderada a fuerte y salinidad baja a media durante la temporada de riego. Generalmente, francos limosos, con un horizonte cementado a distintas profundidades. Freática profunda.

##### **Suelo Chichinales** (Cambortid durixerolico de la Familia franca gruesa, mixta, térmica)

Este suelo se extiende desde Gral. E. Godoy hasta Chichinales, conformando el sector más antiguo de la T2. De origen aluvial con texturas medias a medianamente gruesas, se advierte la presencia de un horizonte A1 bien provisto de materia orgánica, un horizonte cámbico de alteración con lavado de carbonatos y un sustrato cementado con apariencia de fragipán. Bien drenado, neutro a ligeramente alcalino y moderadamente alcalino en profundidad. Salinidad baja a moderada. La textura es franca en superficie y franco arenosa en el

subsuelo, lo cual le confiere permeabilidad moderada y capacidad de almacenamiento de humedad que se restringe, dada la capa endurecida cercana a la superficie que, prácticamente, no logra explorar las raíces. Los rodados están a más de 150 centímetros de profundidad, de la misma manera que la freática.

#### Suelos de la Terraza 2, nivel inferior

##### **Suelo Roca** (Cambortid durixerolico, Familia franca gruesa, mixta, térmica)

Se ubica sobre la T2, entre Allen e Ing. Huergo. Está conformado a partir de sedimentos fluviales de tamaños medios, con presencia dentro del metro de profundidad de una capa cementada dura y quebradiza, generando una limitante para la profundización de las raíces. Presenta textura franco limosa o franca en superficie, y franca a franco arenosa en el horizonte endurecido; drenaje interno imperfecto y permeabilidad moderadamente lenta a lenta, ligeramente alcalino en superficie a moderada a fuertemente alcalino en profundidad. Ligeramente salino y freática alejada de la superficie. Los rodados se encuentran profundos sin afectar la profundidad efectiva.

##### **Suelo Steffenelli**<sup>1</sup> (Cambortid xerólico de la Familia limosa fina, mixta, térmica)

Se dispone a través de la T2 desde Allen hasta Ing. Huergo, asociados con los suelos Roca y Mainqué. Se puede apreciar un horizonte A1 por acumulación de materia orgánica sobre un B cámbico estructurado en bloques y menos contenido de calcáreo que aumenta en profundidad. Textura media a medianamente fina, con permeabilidad moderadamente lenta, con reacción alcalina y presencia de salinidad. La profundidad efectiva para cultivos no se ve afectada sino hasta más allá de 120 centímetros. La capa de ripio, salvo excepciones, se encuentra a más de 140 centímetros.

##### **Suelo Cervantes** (Cambortid durixerólico de la Familia limosa gruesa, mixta, térmica)

Está presente en la T2 sobre sectores ligeramente deprimidos desde Contralmirante Guerrico hasta Ing. Huergo. Se origina en depósitos fluviales de textura media con cierto grado de evolución pedogenética, que se observa en la presencia de un horizonte cámbico y un sustrato endurecido de cementación reversible, ubicado a menos del metro de profundidad. Predominan las texturas francas y franco limosas en todo el perfil, aunque se puede encontrar un sustrato franco arenoso. De permeabilidad lenta debido a la presencia de sodio. Pobremente drenado, moderados a fuertemente alcalinos de reacción, medianamente salinos y con freática cercana al metro en temporada de riego.

##### **Suelo Mainqué** (Cambortid xerolico de la Familia limosa fina sobre franca gruesa)

Se dispone sobre la T2 desde Allen hasta Ing. Huergo. Se forma a partir de materiales de depósitos fluviales finos a medianamente finos, conformando texturas franco arcillosa o franco arcillo limosa en superficie, mientras que sobre el subsuelo se observan texturas medias a medianamente gruesas, donde predominan las francas y franco arenosas. Se observa un horizonte A1 con acumulación de materia orgánica moderada y un B cámbico y con algo de carbonatos acumulados sobre el horizonte C. Es imperfectamente drenado, con reacción moderadamente alcalina, permeabilidad lenta y salinidad entre ligera a moderada. La capa de rodados está a más de 100 centímetros de profundidad, del mismo modo que la capa freática que se encuentra más allá del metro y hasta los 140 centímetros.

<sup>1</sup> En el trabajo de C.I.L., 1990 figura Steffenelli, correspondiendo Stefenelli.

### **Suelo Mainqué, fase pobremente drenada**

Se ubica en sectores ligeramente deprimidos, lo que ubica a la freática a unos 70-100 centímetros; tiene reacción moderadamente alcalina en superficie, permeabilidad lenta y drenaje interno pobre.

### **Suelo Alto Valle** (Cambortid xerolitos de la Familia limosa gruesa, mixta, térmica)

Estos suelos se ubican sobre el sector más moderno de la T2, forman una franja que se extiende desde Barda del Medio hasta Villa Regina. Por su gran homogeneidad, conforman la Consociación Alto Valle, dentro de la cual se incluyen los mismos suelos, pero de la familia limosa fina sobre limosa gruesa o eventualmente franca gruesa. Se trata de suelos profundos, moderadamente bien a bien drenados, de permeabilidad moderada a moderadamente lenta, con algún grado de desarrollo pedogenético que se observa en la presencia de un horizonte B cámbico. Se advierte ausencia de capas o estratificaciones y decrecimiento gradual en profundidad de la materia orgánica. Las texturas de tipo francas limosas y francas ofrecen buena capacidad de almacenamiento de agua en el perfil. Reacción del suelo de neutra a moderadamente alcalina.

### **Llanura Aluvial Reciente o Terraza 3 (T3, con varios niveles de terrazas)**

La integran los niveles de depósitos fluviales más cercanos al río actual, conformando la terraza más baja del valle y más moderna de acción del río. Respecto de los procesos de carbonatación es la terraza que menos los sufrió, representado en los valores obtenidos del 5 %, caracterizando a estos suelos como débilmente carbonatados. Esto y otras características que se mencionan nos ponen en presencia de suelos clasificados como Entisoles.

Los Entisoles son suelos que caracterizan por:

- Ser suelos de regolito, es decir, materiales no consolidados, alterados, como fragmentos de roca, granos minerales y depósitos superficiales, que descansan sobre roca sólida inalterada. (Imagen 2).
- Tener más del 30 % de fragmentos rocosos.
- Estar formados típicamente por aluviones o coluviones, de los cuales dependen mineralmente.
- Ser suelos jóvenes y sin horizontes genéticos naturales o incipientes.
- Permanecer jóvenes debido a que son enterrados por los aluviones antes de que lleguen a su madurez.
- Presentar capas contrastantes de granulometrías diversas y distintos niveles de acumulación de calcáreo.
- El cambio de color entre horizonte A y C es casi imperceptible.
- Ser pobres en materia orgánica y en general responder bien a abonos nitrogenados.
- La mayoría de los suelos que se generan desde sedimentos no consolidados cuando jóvenes fueron Entisoles.
- Ser abundantes en muchas áreas en posiciones de valles, diques, dunas o superficies sometidas a acumulaciones arenosas de origen eólico o fluvial.

### Unidades cartográficas de la T3

En la T3 se pueden distinguir dos niveles de terrazas, un nivel superior que contiene depósitos de materiales medios sistematizados para riego y cultivo, dominada (60 %) por Torrifluent xericos, muy aptos para cultivo y que se corresponde con la unidad cartográfica Asociación Río Negro, y un nivel inferior representado por la unidad cartográfica Asociación Sauzales, que es la que aún recibe influencia del río y se evidencia en islas, bancos, brazos del río y riberas con inundaciones que continúan erosionando y acumulando sedimentos; aunque aparecen también zonas de albardones, elevaciones que hoy se cultivan bajo riego tras la regulación del caudal del río por motivos hidroeléctricos. Aquí se encuentran los suelos clasificados dentro de los Torripsament y Torriortent, donde predominan materiales de deposición gruesos, con arenas finas y rodados.

**Tabla 4.** Suelos reconocidos por C.I.L., 1991 para la Terraza 3.

Terraza	Orden	Nivel	Unidad cartográfica	Composición de suelos
T3	Entisoles	Superior	Asociación Río Negro (RN)	60 % Río Negro - 20 % Sauzales - 10 % Costa - 10 % La Herradura
		Inferior	Asociación Sauzales (Sa)	60 % Sauzales - 30 % La Herradura - 10 % Isla Jordán



**Imagen 12.**  
Unidades cartográficas dentro de la T3

Los suelos identificados que forman parte de las dos Asociaciones son:

### Suelos de la Terraza 3

#### **Suelo Río Negro** (Torrifluvent xerico de la Familia limosa gruesa, mixta, térmica)

Se trata de un suelo que es dominante en la Asociación del mismo nombre y se presenta desde Barda del Medio hasta Chichinales. Son jóvenes, profundos, con buen drenaje interno, estratificados marcadamente, sin estructura. De texturas medias predominando las francas y franco limosa y arenas muy finas dominando. Por debajo del metro se pueden encontrar texturas gruesas. Permeabilidad moderada. Cantidad media a alta de materia orgánica, buena retención de humedad en el perfil, baja salinidad, reacción neutra a alcalina, con dominancia del calcio y el magnesio por sobre el sodio en el complejo de intercambio. Sin limitantes de la profundidad efectiva.

#### **Suelo Sauzales** (Torripsament xerico, Familia mixta, térmica)

Este suelo forma parte dominante de la Asociación Sauzales y está subordinado dentro de la Asociación Río Negro. Son los suelos que pueden ser afectados por la dinámica del río y han podido ser utilizados para cultivo gracias a los controles de caudal que realizan las obras de generación de energía hidroeléctrica. Son materiales ricos en arenas con capas sucesivas de límites abruptos sin estructuras, profundos, de drenajes algo excesivos, aunque debido a fracciones de arenas finas, el almacenaje interno de estos suelos es aceptable. Reacción neutra a ligeramente alcalina, con muy baja cantidad de sales en todo el perfil. Presenta un horizonte superficial A1 con niveles medios de materia orgánica y niveles bajos de capacidad de intercambio conferida por ésta. La capa freática se encuentra generalmente a más de 180 centímetros.

#### **Suelo Costa** (Torrifluvent xerico de la Familia limosa gruesas sobre arenosa, mixta, térmica)

Ubicados dentro de la Asociación Río Negro, son suelos jóvenes, medianamente profundos, bien a excesivamente drenados, con rápida permeabilidad. Buena cantidad de materia orgánica, texturas francas, franca limosa y franco arenosa en los primeros 60 centímetros, en tanto que el sustrato es areno franco o arenoso. Esto determina una aceptable capacidad para almacenar agua en todo el perfil. Reacción neutra a ligeramente alcalina.

#### **Suelo La Herradura** (Torriortent xerico de la Familia arenosa sobre esquelético arenosa)

Estos son suelos que no tienen desarrollo, aunque presentan un horizonte A1 por acumulación de materia orgánica. Se encuentran formando parte menor de la Asociación Sauzales y la Asociación Río Negro, originados sobre la base de depósitos de arenas y rodados, formando texturas areno francas con presencia de rodados a partir de una profundidad de 52 a 87 centímetros. Esta composición granulométrica gruesa da un drenaje algo excesivo a excesivo, con mínima capacidad de almacenamiento de humedad en el perfil y una baja capacidad de intercambio catiónico. La capa freática se encuentra muy profunda. La principal limitante para estos suelos es la presencia de rodados que restringe la profundidad efectiva. Sin sales y ligeramente alcalinos a alcalinos.

#### **Suelo Isla Jordán** (Torriortent xerico de la Familia esquelética arenosa, mixta, térmica)

La característica de esquelética se la da la presencia de rodados en casi todo el perfil. Se

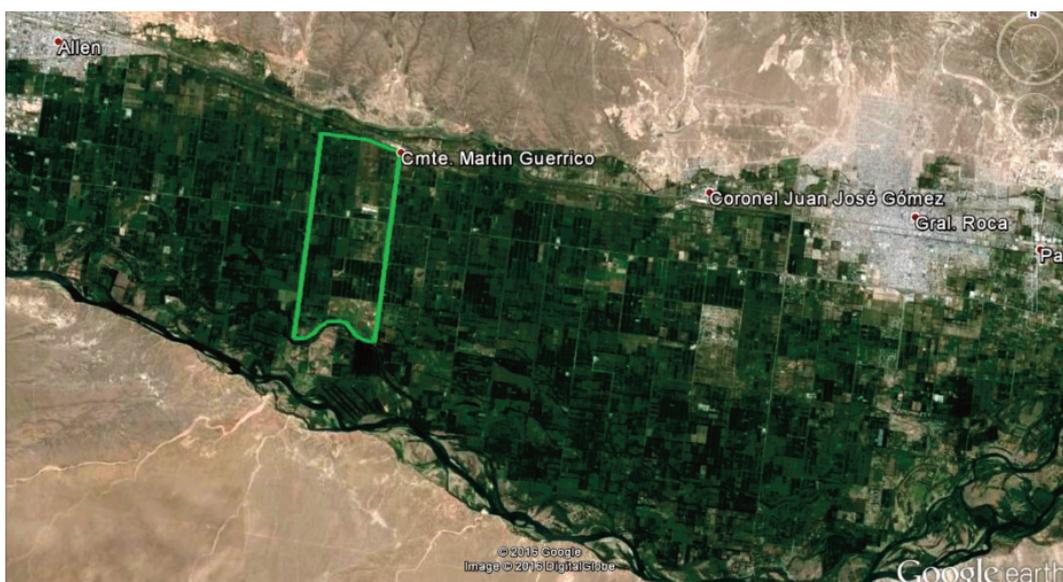
encuentra sobre las márgenes de los cauces en los sectores más modernos de las terrazas bajas. Forma parte de la Asociación Sauzales. Es un suelo somero, con una profundidad efectiva de 15 a 30 centímetros dada por un horizonte de rodados. De muy baja capacidad de almacenamiento de humedad, sin sales y de reacción ligera a moderadamente alcalina. Muy baja presencia de materia orgánica.

La totalidad de las unidades cartográficas comprendidas dentro del valle se grafican en el Anexo 1, en mapas sectorizados para mayor detalle.

### **C. Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del río Negro. INTA-C.F.I., 2008**

Dicho estudio fue realizado en 2008 entre el Instituto de Suelos de INTA Castelar y el INTA Alto Valle, sobre una superficie mucho menor, aunque a una escala de superdetalle (1:10.000), abarcando una franja llamada Área Piloto 1 (AP1) (Imagen 13), la cual presenta un ancho de dos kilómetros este-oeste, por un largo de cinco kilómetros que van desde la "Barda Norte" hasta un brazo del río Negro (sur), totalizando unas 1.000 hectáreas. Se trabajó en el reconocimiento del impacto de la fruticultura sobre la calidad de los suelos, donde se pudo observar en sus resultados la evolución de estos tras tantos años de cultivo bajo riego. Este trabajo clasifica los suelos hasta nivel de serie y son todas Consociaciones.

A partir de imágenes satelitales se pudo apreciar la geomorfología del área que se corresponde con una porción transversal del Alto Valle y que se demarca en la Imagen 14. En esta se observan cinco sectores que se mencionan de norte a sur. En primer lugar, se separa la Antigua terraza próxima a la barda (3), continúa la Antigua planicie aluvial (2) y a partir de la retirada del río se pueden diferenciar áreas deprimidas que en otros tiempos correspondieron a meandros formados por el movimiento del río, siguiendo las pequeñas diferencias altimétricas del terreno y depresiones (4), albardones dejados por el antiguo cauce (1), un Paleocauce (5) y se separa, finalizando la secuencia, un brazo del río Negro (6) (Imagen 13 y 14).



**Imagen 13.**  
Ubicación del área de estudio



- |                             |                    |                              |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1. Albardón                 | 3. Antigua terraza | 5. Paleocauces               |
| 2. Antigua planicie aluvial | 4. Meandros        | 6. Brazo norte del río Negro |

**Imagen 14.**  
Detalle y geomorfología del Área Piloto 1 (C.F.I, 2008)

Como puede advertirse, se da concordancia entre lo que en el trabajo anteriormente mencionado (C.I.L., 1991) es la T1 o Planicie Aluvial Antigua con 3 (Antigua Terraza); la T2 o Planicie Aluvial Subreciente con 2 (Antigua Planicie Aluvial); y la T3 o Planicie Aluvial Reciente con 1, 4 y 5 (albardón, meandros y paleocauce) que reconoce este trabajo. Estas coincidencias se observan también en tres zonas por características fisicoquímicas, que a continuación se grafican:



- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. Suelos de textura arenosa a arenosa franca. pH neutro.            | ● INTA Alto Valle |
| 2. Suelos de textura franco a franco arcillo limosa. Salino-sódicos. |                   |
| 3. Suelos de textura arcillosa. Salino-sódicos y pH neutros.         |                   |
| 4. Brazo del norte del río Negro.                                    |                   |

**Imagen 15.**  
Características sobresalientes y distintivas de las geoformas reconocidas

El estudio indica que el material superficial pertenece a la última deposición del río que, por lo general, tiene menos de un metro de espesor. Este presenta un desarrollo genético variado que ha permitido la evolución de diferentes características diagnósticas superficiales y subsuperficiales. Los epipedones Mólicos y Ócricos son comunes, como también los Antrópicos (aquellos alterados por el hombre).

Cabe destacar que se considera que el riego por inundación generalizado ha cambiado el régimen de humedad del suelo desde hace más de 100 años bajo cultivo, por lo que el desarrollo del mismo difiere de aquel que cuenta sólo con el agua de las precipitaciones que, con alrededor de 200 milímetros anuales, se corresponde con un clima árido a semi-árido.

La importancia de este trabajo reside en el reconocimiento de los suelos con sus nuevos regímenes de humedad, la evolución que por ello se da en torno a lavados, acumulaciones de materia orgánica, de sales, condiciones óxido-reductoras, procesos de hidromorfismo locales.

Los suelos que se han reconocido en esta área de 1.000 hectáreas Área Piloto 1, comprenden los siguientes órdenes y sus características generales son:

### **Molisoles**

Están desarrollados a partir de sedimentos de distintos minerales en climas templado-húmedos a semiáridos. La incorporación de material vegetal y su mezcla con los minerales hace que se les reconozca por un horizonte superficial muy oscuro, relativamente fértil, profundo y rico en bases, llamado "epipedón mólico". La mayoría de los molisoles presentan vegetación de pastizales, aunque se encuentran también bajo vegetación arbustiva. En el caso del valle, se da gran cantidad de vegetación espontánea y pasturas implantadas, en su mayoría de gramíneas, lo que genera altos niveles de incorporación de materia orgánica; como también desde hace décadas lo hacen los residuos de la poda y defoliación de frutales y alamedas rompevientos.

La actividad biológica es muy importante en la génesis de los molisoles y está relacionada con adición de materia orgánica y posterior descomposición subsuperficial de todos los residuos en presencia de cationes bivalentes, particularmente el calcio. La evolución de la materia orgánica, en estas condiciones y en el tiempo, conduce al fenómeno de la melanización, el cual es el responsable del oscurecimiento característico del suelo.

Dentro de este orden se reconocieron Hapludoles acuicos; Endoacuales fluventicos y acuandicos; Argiacuales tipicos; Natracuales tipicos y verticos; y Endoacuales tipicos.

### **Entisoles**

Como anteriormente fue mencionado, los Entisoles son suelos cuya evolución incipiente no les ha permitido desarrollar horizontes genéticos. En algunos casos se pueden encontrar epipedones como el ócrico o antrópico.

Existen algunas razones que pueden explicar por qué no se han diferenciado horizontes en los Entisoles:

- Los macro- y microclimas fríos áridos pueden limitar la cantidad y duración del movimiento del agua en el suelo, al igual que la influencia de la biota edáfica.
- La erosión y deposición de material superficial de un sitio a otro a un ritmo tan o más rápido que el de la formación de la mayoría de los horizontes pedogenéticos.

- La fertilidad muy baja y la toxicidad de algunos materiales iniciales para el crecimiento de las plantas limita la diferenciación biológica del perfil del suelo.
- La saturación con agua o, aun, la inundación del suelo por períodos largos inhibe el desarrollo del horizonte.
- Un cambio drástico en el factor biótico puede iniciar la formación de un perfil de suelo diferente a partir del anterior, el cual sirve como material inicial.

Dentro de este orden fueron reconocidos los Psamacuentes sódicos.

### Inceptisoles

Son suelos nuevos que no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos como otros órdenes, aunque presentan evidencia de un mayor desarrollo que el de los Entisoles. Tienen horizontes de alteración que han perdido bases o hierro y aluminio, pero retienen grandes cantidades de minerales fácilmente intemperizables. Se puede decir que los procesos de alteración son lo más importante en la génesis de los Inceptisoles.

El hecho de que estos últimos presenten una morfología expresada en forma más débil que en el caso de los suelos maduros y, en algunos casos, aún mantengan alguna semejanza con el material parental, se puede suponer debido a superficies geomorfológicas jóvenes que limitan el desarrollo del suelo.

Dentro de este orden fueron reconocidos Humacueptes típicos y cumúlicos, Halacueptes fluvénticos, típicos y dúricos, y Eutrudeptes húmicos.

### Alfisoles

El proceso más importante en la formación de los Alfisoles es la translocación de las arcillas desde la superficie hacia un horizonte subsuperficial, el cual resulta enriquecido en este mineral. Pueden desarrollarse condiciones de acidez o alcalinidad sódica, como en nuestra zona, asociado a un horizonte superficial claro, pobre en materia orgánica o de poco espesor. Poseen en todo el perfil una alta saturación de bases.

En aquellos lugares en los que el drenaje impedido coincide con la zona de fluctuación de la capa freática, se producen condiciones reductoras estacionales, lo que resulta en un patrón de colores grisáceos y moteados pardos.

Dentro de este orden se reconocieron los Natracualfes verticos.

**Tabla 5.** Clasificación de suelos para el Alto Valle del Río Negro según C.F.I., 2008.

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Familia	Serie
Molisol	Acuol	Endoacuol	fluvacuatico	franco fino	La Esperanza
			acuandico	franco fino	Salentein
			tipico	franco fino	Grispino
		Argiacuol	tipico	fino	Donciteo
		Natracuol	tipico	fino	Ankamar
			vertico	fino	Inversora

*Continúa*

Orden	Suborden	Gran Grupo	Subgrupo	Familia	Serie
Inceptisol	Acuepte	Humacuepte	cumulico	franco grueso	INTA
		Halacuepte	fluventico	franco grueso	El Chiche
			tipico	franco grueso	Muschnik
			durico	franco grueso	Patalano
			aerico	franco grueso	Cifuenta
			Endoacuepte	molico	franco fino
	Udepte	Eutrudepte	humico	franco grueso	Monteleone
Alfisol	Acualf	Natracualf	vertico	fino	Evangelista
Entisol	Acuente	Psamacuente	sodico	-	Lavallén

Área Piloto 1, Alto Valle. Mapa de suelo

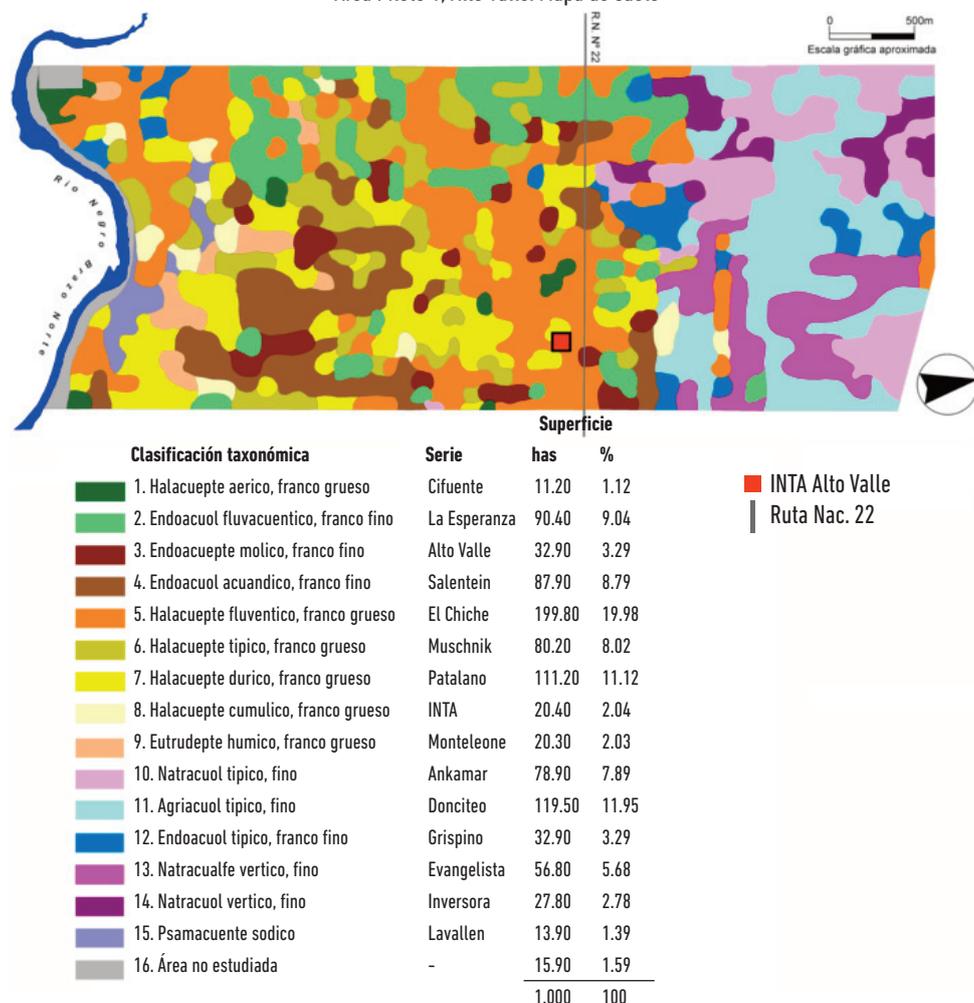


Imagen 16.

Distribución de suelos descriptos en el Área Piloto 1 en Alto Valle (detalle en Anexo 1)

Estos suelos fueron clasificados además por su capacidad para ser regados en sus clases y subclases considerando los parámetros suelo y drenaje, no así la topografía que se ve modificada en virtud de la sistematización para riego superficial.

Todas las limitantes que posee un suelo para su uso pueden ser corregidas realizando estudios específicos del suelo y obras ingenieriles. De realizarse, puede ser modificada la clasificación de un área de producción.

**Tabla 6.** Clase de aptitud de riego para los distintos suelos reconocidos.

Clasificación taxonómica	Clasificación para riego
Endoacuol fluvacuentico, franco fino	Clase 1
Eutrudepte humico, franco gruesa	Clase 1
Endoacuepte molico, franco fino	Clase 2s
Endoacuol acuandico, franco fino	Clase 2s
Humacuepte cumulico, franco grueso	Clase 2s
Endoacuol tipico, franco fino	Clase 2s
Halacuepte aerico, franco grueso	Clase 2sd
Halacuepte fluventico, franco grueso	Clase 2sd
Natracuol tipico, fino	Clase 3sd
Argiacuol tipico, fino	Clase 3sd
Natracualfe vertico, fino	Clase 3sd
Natracuol vertico, fino	Clase 3sd
Psamacuente sodico	Clase 3sd
Halacuepte tipico, franco grueso	Clase 4sd
Halacuepte durico, franco grueso	Clase 4sd

Seguidamente, el significado de cada una de las clases diferenciadas.

**Clase 1:** se trata de los mejores suelos encontrados para producir, las texturas fluctúan entre franco limosa a franco arcillo limosa; representan las mejores condiciones físico-químicas para el desarrollo, en general, de distintas especies.

Los suelos que integran esta clase tienen una profundidad superior a los 150 centímetros, por lo que ponen los nutrientes a disposición del vegetal y el agua necesaria para una producción óptima. Se debe considerar también que descansan sobre un subsuelo permeable y sin problemas de drenaje. Todo el perfil presenta escasa presencia de carbonatos libres dispersos en los materiales. Estos se encuentran dentro de las T2 y T3.

**Clase 1s:** esta clase presenta algunas limitaciones por presencia de sodio, con porcentaje de sodio intercambiable (PSI) entre 5 y 10 % por debajo de los 50 centímetros de profundidad y moderada cantidad de carbonatos libres dispersos en la masa del suelo. Por lo demás, es similar a la Clase 1. Las texturas fluctúan entre franco limosa a franco arcillo limosa, lo que representa buenas condiciones físicas para el desarrollo de las distintas especies. En algunos casos, la capa freática puede presentarse por debajo de los 120 centímetros de profundidad. Estos se encuentran en mayor proporción sobre las terrazas T2 y T3.

**Clase 2s:** esta clase presenta limitaciones por presentar un PSI mayor del 9 %, superando los 13 % a partir de los 50 centímetros de profundidad. Tiene abundante cantidad de carbonatos libres dispersos en la masa del suelo. Tanto por textura como por profundidad, muestra variaciones de esta que fluctúan desde franco limosa, franco arcillo limosa y arcillo limosa, lo que posibilita un mayor impedimento en el drenaje. Suelos en las T2 y T3.

**Clase 2sd:** esta clase presenta algunas limitaciones por presencia de un PSI del 6 %, superando el 15 % a partir de los 20 centímetros de profundidad. Tiene abundantes carbonatos libres dispersos en la masa y en raros casos 2 dS/m de salinidad. Las texturas varían entre franco limosa, franco arcillo limosa y arcillo limosa, lo que genera un mayor impedimento en el drenaje, aunque por lo general desde los 50 centímetros de profundidad se pueden encontrar capas de materiales finos mezclados con rodados fluviales, lo que facilita el drenaje natural.

**Clase 3sd:** en esta clase, las dificultades para drenar por texturas finas y la presencia de sales superando los 2 dS/m se agravan en relación con la categoría anterior. Se encuentra abarcando la T1 y parte de la T2 hacia su sector norte.

**Clase 4sd:** los suelos que se agrupan en esta clase presentan las mayores limitaciones para su uso: las texturas son variadas, fluctuando entre franco arcillo limosa y arcillosa, lo que posibilita un mayor impedimento aún para el drenaje. Al estar el suelo muy desarrollado, presenta horizontes arcillosos que impiden el adecuado drenaje, lo cual trae aparejado fuertes procesos redoximórficos. PSI mayor al 15 %, pudiéndose encontrar superiores al 50 %. Son mayoritariamente salinos presentando entre 2 y 5 (dS/m) desde la superficie.

Con todo esto, a través de la recopilación de datos de evaluación de distintos estudios de suelos, se evidencia la necesidad de apreciar a conciencia las dificultades contra las que se va a luchar una vez implantado un cultivo, si no se evaluaron previamente las posibilidades de este al ser elegido para desarrollarse sobre un determinado suelo.

A través de este compendio se espera aportar herramientas para decidir adecuadamente y asumir los trabajos de mejora locales y regionales.

Área Piloto 1, Alto Valle. Mapa de clasificación para riego

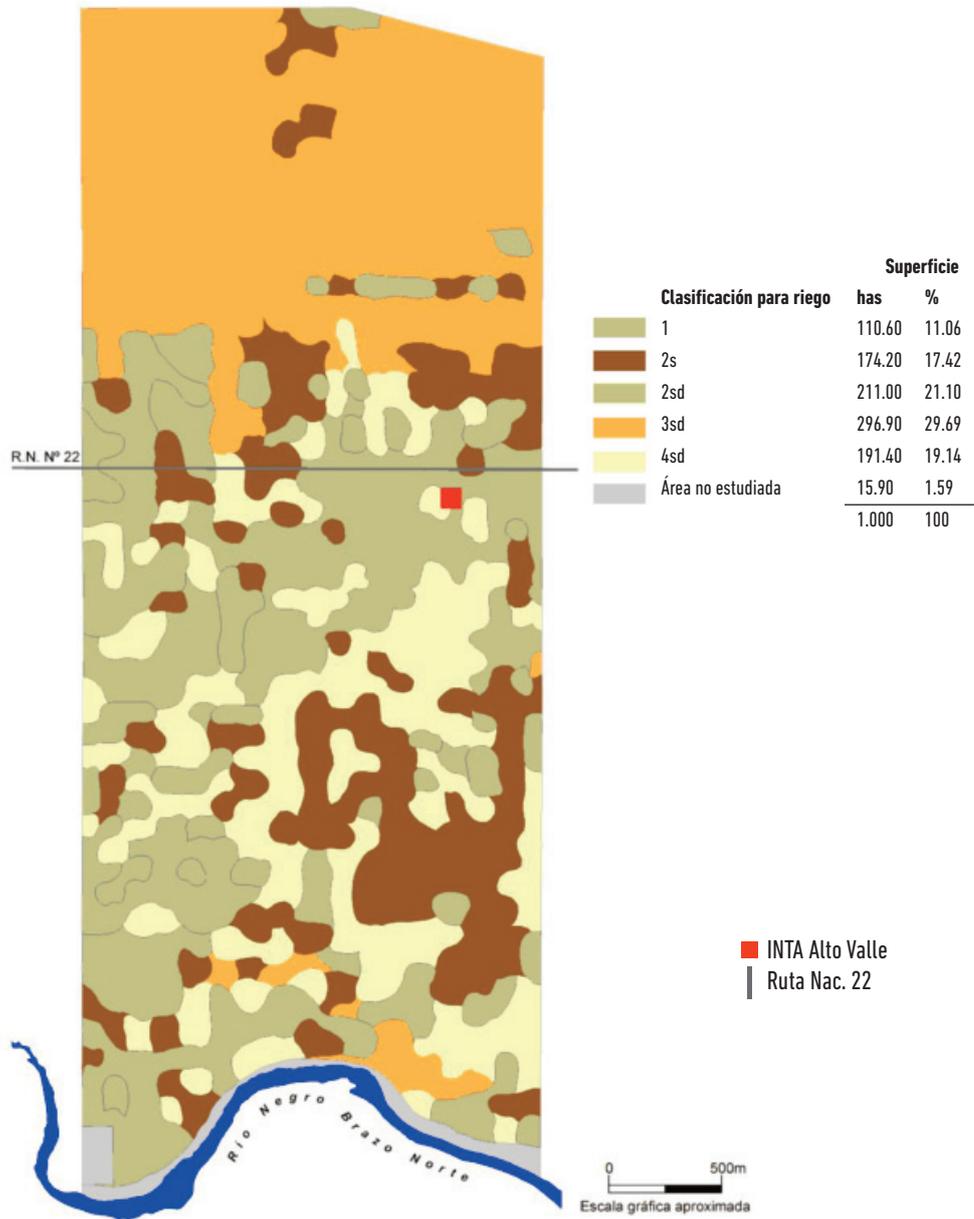


Imagen 17.  
Clasificación de suelos para riego del Área P1. Detalle en Anexo 1

## Recomendaciones generales para los distintos suelos

El presente compendio de trabajos de reconocimiento de suelos realizados en el Alto Valle nos ubica en la situación originaria y modificada de los suelos y los posibles efectos sobre estos debido al uso agrícola. En virtud de su composición física y química, y la evolución ocurrida desde la utilización de estos suelos para producir bajo riego, es que podemos adoptar distintas formas de manejo y una correcta elección de cultivo para sacar el mejor provecho de la combinación suelo-planta-agua.

La disponibilidad de agua y los excesivos riegos por más de siete meses durante la época de cultivo, con déficits ambientales en los meses de verano; el poco requerimiento de humedad ambiental durante los meses frescos y fríos, que no permiten evaporar la humedad edáfica; y los nulos o mínimos requerimientos de los cultivos comunes de la región durante la época invernal, mantienen a los suelos a capacidad de campo en muchos sitios y, más aún, saturados subsuperficialmente. A esto se suma la influencia del sistema de riego y drenaje a cielo abierto, sin impermeabilizar, y los paleocauces activos y el río y sus brazos, conformando un paisaje superficial y subterráneo que dota a la región, por largos períodos, de algunas características que generan la convivencia de dos climas distintivos a la vez: uno ambiental de desierto, con déficits hídricos estivales y otro edáfico, con regímenes de humedad de saturación cercana a la superficie con señales de procesos de hidromorfismo. La situación mencionada genera inconvenientes, degrada calidades de suelo, agrega costos de producción, obliga a adoptar manejos diferenciados y a seleccionar bien el uso de los distintos suelos. Dichos problemas son parcelarios y regionales, particulares y comunitarios.

El tiempo transcurrido de cinco décadas desde el primer estudio a nivel de región, y a más de diez años del último, que manifiesta los cambios resultantes más recientes por el cultivo bajo riego, marcan la evolución y los procesos impulsados por lo intenso del uso de la tierra, los inconvenientes productivos según el sitio, y nos alerta sobre la necesidad de monitorear la calidad de los suelos para que su utilización no resulte en detrimento de sus calidades intrínsecas o en el agravamiento de algunos parámetros.

## Calidades, aptitud y manejo

A continuación, se discriminan por terrazas los distintos suelos como forma ordenadora y distintiva; se caracterizan para manejo y se presentan recomendaciones pertinentes y generales para cada uno. Además, se establece un orden decreciente en cuanto a calidad de los suelos para cada terraza.

Cabe destacar aquí que las consideraciones y recomendaciones de manejo no pueden ser sino generales, ya que surgen tantas situaciones como combinaciones posibles entre suelo, cultivo, presencia o no de cobertura del suelo, tipo de cobertura, tipo de maquinaria, fertilizaciones, tipo de riego, etc.

Cuando nos ubicamos sobre la T1, los distintos estudios nos indican un sector superior de texturas gruesas muy sobre las bardas y por sectores, e inmediatamente encontramos suelos de texturas finas a medias, francas, franco limosas, franco arcillosas, profundos, sin capas endurecidas cercanas a la superficie ni capas contrastantes, con problemas de drenaje

que se agravan en sectores que presentan salinidad y, aun, sodicidad. Claramente, donde nos encontramos con sodio intercambiable en altos contenidos respecto del calcio y el magnesio habrá que analizar sus cantidades y aplicar yeso agrícola, incorporar y lavar. Sufren además procesos de carbonatación donde los carbonatos, en contenidos leves en el horizonte de labor (Ap), van aumentando en profundidad. Esto nos habla de pH alcalinos que pueden llegar a los 8,5 en los sitios sódicos. Son suelos que necesitan incorporar materia orgánica para lograr estructura, porosidad que permita la infiltración y buenos y efectivos desagües que permitan el descenso de la freática, capaz de ascender muy cerca de la superficie (30 cm en sitios bajos), y permitir el lavado superficial y subsuperficial de las sales. Los materiales y la materia orgánica van a asegurar la fertilidad. Son suelos pesados que pueden dificultar el trabajo con maquinaria, por un lado, porque pueden transcurrir varios días hasta tener "piso" para el ingreso y, por otro, por la plasticidad en húmedo, lo que hace necesario postergar los trabajos de apertura con cincel o subsolador a momentos en que estén secos. Por esto también es que son muy propensos a la compactación, pudiéndose evitar, en parte, empleando cultivos de cobertura. Con buenos manejos serán suelos aptos para frutales, forestales, vid, forrajeras, hortícolas y cereales, limitándose esta capacidad -por salinidad/alcalinidad y falta de drenaje en sitios puntuales (Asociación J. J. Gómez-2)- a forrajeras adaptadas, quedando excluidos los frutales, hortícolas, forestales. La Consociación Allen presenta las mejores condiciones para todo tipo de cultivos, seguida por la Asociación J. J. Gómez-1 que, por salinidad, puede complicar a frutales y hortícolas sensibles; y la Asociación J. J. Gómez-2 que puede cultivarse con especies tolerantes.

**Tabla 7.** Resumen de las propiedades físicas y químicas de las unidades cartográficas de la Terraza 1

Unidad cartográfica	Consociación Allen	Asociación J.J. Gómez 1	Asociación J.J. Gómez 2
Textura superficial	F a - F L	a - a L (+ 35 % a)	a - a L
Textura subsuperficial	F - F L	F - F L	F a
Reacción	ligera a mod. alcalina	ligera a mod. alcalina	mod. a fuerte alcalina
Drenaje	bien drenado	imperfecto a pobre	pobre
Permeabilidad	mod. lenta a lenta	lenta	muy lenta a lenta
CIC	elevada (arcillas)	elevada (arcillas)	elevada (arcillas)
Salinidad	baja	elevada	elevada
Sodicidad	baja	presente	presente alta

F: franco; a: arcilloso; A: arenoso; L: limoso

Sobre la T2 encontramos suelos variados entre sí, aunque en general profundos, con texturas medias a finas homogéneas en todo el perfil y con predominio de limos. Se presentan materiales gruesos más allá del metro de profundidad, junto a gravas que en sectores aislados demuestran la presencia de paleocauces, es decir, cauces antiguos del río. En algunos sectores se observan abundantes moteados, manifestando procesos de anaerobiosis a partir de los 50 cm, lo que indica largos períodos con presencia de agua freática. Complican la profundidad de estos suelos la presencia de capas endurecidas de suelos subsuperficiales (en algunos sitios se encuentran superficialmente), de distinta dureza o

grado de cementación. Dichas capas, estudiadas por Apcarian *et al.* (2006; 2014; 2021), presentan una distribución areal discontinua, a distintas profundidades y con espesores variables. A mayor profundidad se ven en las zonas más elevadas y más cercanas a la superficie en las áreas ligeramente deprimidas hasta aflorar en superficie.

Las capas endurecidas presentan características frágicas que poseen texturas franco o franco limosas, con valores de densidad aparente de 1,48 a 1,59 g/cm<sup>3</sup>, con muy baja macroporosidad, con espesores variables desde 15 a 50 cm, elevada resistencia a la penetración que impide el crecimiento radical, capas duras en seco y quebradizas en húmedo, con resistencia a la ruptura firme a muy firme. Presentan durinoides (nódulos cementados de sílice), carbonatos de calcio, rasgos redoximórficos y, en algunos casos, rasgos de barnices de iluviación (horizontes Bt enterrados). Dichos autores señalan que las capas endurecidas poseerían apariencia de una paleosuperficie. En algunos casos llegan a ser calcretas cementadas parcialmente por el CaCO<sub>3</sub> (Asociación Cervantes), con procesos de carbonatación muy intensa, de marcado origen freatogénico, si bien leve en el Ap, fuerte hasta el metro de profundidad. Superficialmente, los carbonatos son pulverulentos en tanto que en profundidad aparecen visibles como filamentos, venas, nódulos, laminillas, rizolitos, láminas y hasta planchas. Se presentan por lo general húmedos, dificultando los trabajos de movimientos en profundidad, debiéndose esperar a los momentos de mínima profundidad freática hacia fines del invierno. Son también muy “apretados”, plásticos, propensos a la compactación. Las texturas finas indican que es posible realizar riegos por largos de 120 cm, sin embargo, estos debieran ser muy controlados, procurando la rápida llegada al “pie” para evitar la recarga de la freática y condiciones de anaerobiosis prolongadas en el tiempo. Estos suelos retienen suficiente humedad en el perfil. Cuando la freática sea un problema, no ocasional sino más bien permanente por ser parte de un sistema de funcionamiento local inadecuado, se puede recurrir a un riego más apropiado como el de surco o presurizado, utilizando la inundación para lavado al inicio y final del ciclo.

Según las distintas características (drenaje, salinidad, materia orgánica, etc.), las distintas unidades cartográficas se podrían mencionar desde la más apta a la menos apta: Con-sociación Alto Valle, la cual tiene buen drenaje interno, texturas medias sin sales ni sodio, buenos contenidos de materia orgánica, sin impedimentos físicos, siendo muy aptos para frutales, forestales, forrajeras, hortícolas y cereales. Puede disminuir el drenaje en sitios donde se presenta una débil capa cementada parcialmente a los 100 cm. Le siguen en capacidad de uso los suelos de la Asociación Roca, que también presenta suelos francos pero con un drenaje algo más lento, con contenidos salinos mayores que suman al manejo la necesidad de lavado para frutales, complejizado en sitios donde se presenta una capa semicementada limitante de la profundidad efectiva, situada entre los 50 y 95 cm. La Asociación Villa Regina, que se presenta con granulometrías medias, drenaje imperfecto, alcalinidad moderada a fuerte y profundidad efectiva siempre limitada por capas parcialmente cementadas entre los 50 y 100 cm. La Asociación Cipolletti-1, adecuada para frutales y hortícolas, y buena para vid, forrajes y forestales, con requerimiento de cuidados por cercanía de la freática. La Asociación Cipolletti-2, que puede estar limitada en profundidad efectiva por capa cementada o capa de rodados muy cercana a la superficie, limitando marcadamente a frutales y alfalfa, en tanto que es posible producir cultivos con sistemas radicales más superficiales. Y, por último, la Asociación Cervantes, situada en zonas algo deprimidas con drenaje pobre, complicando el lavado de sales salinas y sódicas que por posición, además, sitúa a la freática más cercana a la superficie, limitando también a frutales y alfalfa, es decir, a cultivos de enraizamiento profundo y no tolerantes a salinidad.

**Tabla 8.** Resumen de las propiedades físicas y químicas de las unidades cartográficas de la Terraza 2

Unidad cartográfica	Consociación Alto Valle	Asociación Roca	Asociación Villa Regina
Textura superficial	F L - F	F - F L - F a	F L - F - F A
Textura subsuperficial	F (F L)	F - F L - F A	F - F L - F A
Reacción	neutra a lig. alcal./lig. a mod.	neutra a fuertem. alcalina	neutra a lig. alcalina
Drenaje	mod. bueno a bueno	imperfecto	mod. bueno a imperfecto
Permeabilidad	mod. a mod. lenta	mod. a mod. lenta	lenta a mod. lenta
CIC	media	media	media a alta
Salinidad	baja	baja	baja
Sodicidad	baja	baja	alto
Unidad cartográfica	Asociación Cipolletti-1	Asociación Cipolletti-2	Asociación Cervantes
Textura superficial	F a / F A	F a A	F L
Textura subsuperficial	F - F L	F - F L	F A
Reacción	mod. a fuertem. alcalina	mod. a fuertem. alcalina	moderado a fuerte
Drenaje	imperfecto	imperfecto	pobre
Permeabilidad	lenta	moderada	lenta a muy lenta
CIC	alta a media	media	media
Salinidad	media	baja	alta
Sodicidad	alta subsuperficial	baja	alta

F: franco; a: arcilloso; A: arenoso; L: limoso

Por último, aquellos suelos que se encuentran sobre la T3 -de los más aptos del valle ya que reúnen varias condiciones necesarias para el cultivo de distintas especies- son moderadamente profundos con texturas gruesa a media, con capas contrastantes (franco arenosos y limosos, arenos francos, arenosos, capas de rodados) que derivan en drenajes buenos a excesivos, sin capas endurecidas. Son neutros a ligeramente alcalinos, sin sales o con contenidos bajos de salinidad. Existen carbonatos en contenidos variables y de manera irregular y acumulada como nódulos o rizolitos que se concentran dentro de una misma capa, no así en todo el perfil. Estos suelos necesitan del aumento de materia orgánica que ayude a desarrollar estructura, retener humedad y disminuir la temperatura, implantando cobertura permanente. Para ciertos cultivos especialmente demandantes deberán considerarse fertilizaciones puntuales como aquellas con potasio. La Asociación Río Negro presenta texturas medias a gruesas, lo que le da mejor retención de humedad en el perfil y la hace más apta. La Asociación Sauzales, en tanto, contiene más arenas dentro de su perfil, desde superficie y en profundidad, complicando la retención hídrica, obligando a riegos de mayor frecuencia y mayor esfuerzo por conseguir materia orgánica.

**Tabla 9.** Resumen de las propiedades físicas y químicas de las unidades cartográficas de la Terraza 3

Unidad cartográfica	Asociación Río Negro	Asociación Sauzales
Textura superficial	F L	F A
Textura subsuperficial	F L	A F
Reacción	neutra a ligeramente alcalina	neutra a ligeramente alcalina
Drenaje	bueno	algo excesivo
Permeabilidad	mod. lenta a lenta / mod. a mod. rápida	moderadamente rápida
CIC	adecuada	baja
Salinidad	baja	baja
Sodicidad	baja	baja

F: franco; a: arcilloso; A: arenoso; L: limoso

En todos los casos siempre es aconsejable el uso de cobertura, ya sea de especies espontáneas o de especies implantadas (tanto gramíneas como leguminosas) que aseguran fertilidad química por los incrementos de materia orgánica, acidificación de la rizosfera y enriquecimiento microbiano; y fertilidad física con la modificación de la densidad aparente, la permeabilidad y el drenaje. La cobertura aporta superficialmente porosidad a los suelos finos y en suelos sueltos aporta retención de humedad. Suelos con coberturas se encuentran menos compactados subsuperficialmente. Adicionalmente, absorben radiación disminuyendo la temperatura del monte y evitando el reflejo sobre la fruta.

Seguidamente, se indican los manejos aconsejados para las dificultades más importantes que presentan los suelos, también discriminados por terraza.

**Tabla 10.** Resumen de características sobresalientes, dificultades que se presentan y sus consecuencias para el manejo, en los tres niveles de terrazas

Terraza	Características / Dificultades / Manejo
T1	<p>Profundos, texturas finas a medias (algunos sectores superiores arenosos). Perfil homogéneo sin capas duras ni contrastantes. Alta retención hídrica.</p> <p>Sectores salinos y sódicos. Dificultad en drenaje. Carbonatos aumentando en profundidad. Dificultad para el trabajo con maquinaria. Fácil compactación.</p> <p>Aplicación de yeso con pH mayores a 8,5. Uso de coberturas. Limpieza de desagües. Incremento de materia orgánica, estructura, porosidad, infiltración. Riegos rápidos.</p>
T2	<p>En general: profundos, texturas medias a finas (limos), homogéneos. Alta retención hídrica. Carbonatación. Por sectores muy variables: gravas más allá del metro, anaerobiosis a 50 cm por freática, capas endurecidas en distribución y grosor.</p> <p>De difícil manejo con maquinaria, susceptibles a la compactación. Difícil drenaje. Salinidad y sodicidad, limitación de profundidad efectiva por capas duras, carbonatos dispersos y en acumulaciones.</p> <p>Aplicación de yeso puntual donde hay sodio. Aumento de materia orgánica. Mejoramiento de desagües, limpieza y profundización. Riegos rápidos.</p>
T3	<p>Moderada profundidad, texturas medias gruesas y gruesas, capas contrastantes dentro del perfil, capas cercanas a la superficie de rodados; sin sales, pH neutro o levemente alcalino. Carbonatos concentrados y por capas.</p> <p>Drenajes buenos o excesivos. Baja retención hídrica. Bajo en bases de intercambio.</p> <p>Necesidad de fertilización. Agregado de materia orgánica. Cobertura permanente. Riegos rápidos y frecuentes.</p>

## Consideraciones finales

Los suelos son fuente de agua y nutrientes para el progreso productivo de los cultivos, pero también pueden contener restricciones físicas y químicas, como en profundidad efectiva o toxicidad por exceso de algunas sales. Algunas limitantes son permanentes, intrínsecas, y otras factibles de ser modificadas. La tendencia que se reafirma en los últimos tiempos nos dice que estamos frente a procesos de salinización de suelos, ya sea por abandono o por problemas de freática elevada. Por esto es necesario realizar ciertas acciones tendientes a conservar la calidad de nuestros suelos:

- Contar con información previa de estudios que orienten sobre las posibles condiciones, especialmente físicas.
- El conocimiento cabal de cómo es el suelo a través de una calicata.
- Realizar muestreos de suelos según conocimiento previo de diferencias, o a través de evidencias como la vegetación espontánea o desde el desarrollo de cobertura implantada. Evitar las muestras compuestas y, si no se conocen las profundidades de las distintas capas, realizar un muestreo a los 20 cm (profundidad de laboreo) y considerar el resto en capas según la profundidad de enraizamiento del cultivo.
- Con la repetición de los muestreos en el tiempo, se podrá realizar un monitoreo, necesario para conocer el resultado del manejo implementado, en términos de cuidado y sostenibilidad del recurso.
- A través de los muestreos y monitoreos, es posible determinar la calidad de los suelos relacionándola con las necesidades de cada cultivo y su funcionamiento para con este.
- Es imprescindible conocer el estado subterráneo del agua a través de un monitoreo de la freática, tanto por su posible cercanía a la superficie como por condiciones químicas (pH, salinidad).

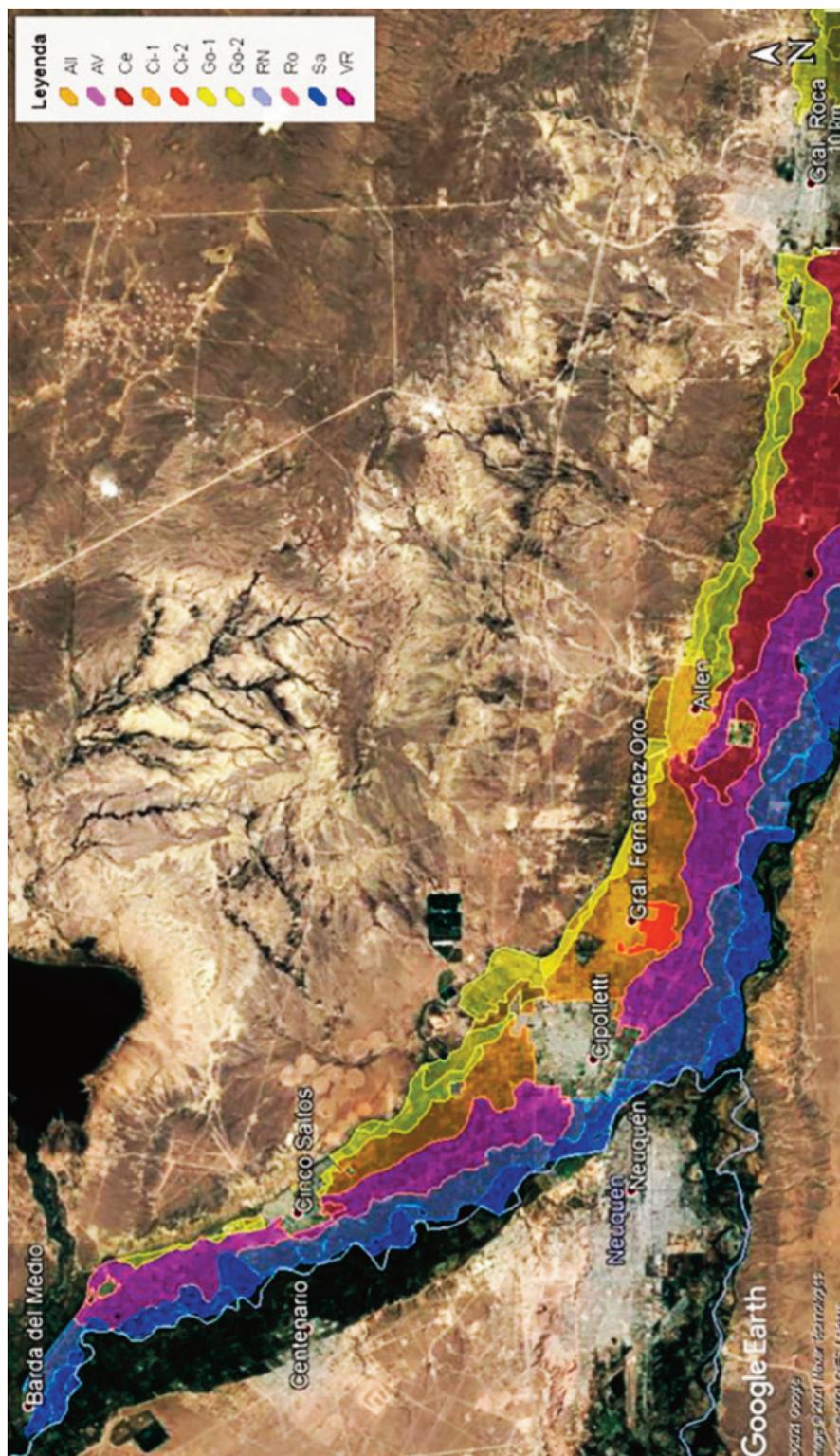
Es vital tener en cuenta la variabilidad de nuestros suelos, aun bajo aparentes “unificadores” como pueden considerarse el clima o el riego, ya que la misma geomorfología y aún los microrrelieves generan a su vez diferencias microclimáticas de importancia en algunos momentos clave de la fenología de los cultivos. Así mismo, no es posible esperar que un mismo cultivo sea capaz de adaptarse a tan diversas condiciones de suelo. Quizá sea tiempo de buscar diversificar las producciones, procurando combinar las condiciones físicas y químicas, más las mejoras factibles, para lograr mejores ambientes productivos.

## Bibliografía

- AGUILAR, N.; DI MASI, S.; HOLZMANN, R. 2018. *Paradojas valletanas: ¿Del desierto al mallín y del mallín al desierto?* Jornadas Patagónicas de Acceso y Gestión del Agua en la Agricultura Familiar. Plottier, Neuquén.
- APCARIAN, A.; IMBELLONE, P.A.; PAVESE, J.; ARUANI, M.V.; JURIO, E. 2006. *Topo-hidrosecuencia de Aridisoles y Entisoles, Alto Valle de Río Negro*. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, Salta- Jujuy Actas. 527 p. Trabajo completo en CD.
- APCARIAN, A.; SCHMID, P.M.; ARUANI, C. 2014. Capítulo 6: Suelos con acumulaciones calcáreas en el alto Valle de Río Negro. Patagonia Norte, pag. 149 a 182. En: *Suelos con acumulaciones calcáreas y yesíferas de Argentina*. Editora: Perla Amanda Imbellone. Buenos Aires, Ediciones INTA 2014. 219 p.
- APCARIAN, A. 2021. *Capas endurecidas de suelos en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Patagonia: ¿Evidencias de suelos policíclicos?* Seminario de Suelos y Geomorfología, Comisión de Geografía de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 7 de mayo de 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=ziD9yqj-H0w>
- BESTVATER, C.; CASAMIQUELA, C. 1983. *Distribución textural de los suelos del Alto Valle del Río Negro*. INTA. Boletín de Divulgación Técnica N.º 29.
- CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES, PROVINCIA DE RÍO NEGRO, ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA ALTO VALLE, INSTITUTO DE SUELOS-CIRN-INTA. 2008. *Estudio del impacto de la producción frutícola sobre la calidad de los suelos del Alto Valle del Río Negro*. Informe de Avance. Área Piloto 1.
- CONSORCIO INCONAS LATINOCONSULT S.A., AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA - SOCIEDAD DEL ESTADO. 1991. *Estudio para el aprovechamiento integral del Río Negro. Etapa II. Informe edafológico*.
- DE PETRE, A.A.; PANIGATTI, J.L.; FERRER, J.A. 2012. *Diccionario de términos edafológicos y otras voces asociadas*. Edición: AACCS-UNER.
- GOOGLE EARTH. ©2021 Google. Image Landsat / Copernicus.
- HOLZMANN, R. 2010. *Desarrollo y evaluación de un índice de calidad de suelo en montes de pera manejados bajo dos sistemas de producción, convencional y orgánico, en el Alto Valle de Río Negro*. Tesis de la Maestría de fruticultura de clima templado frío. Convenio Università degli Studi di Bologna-INTA-UNCO.
- HOLZMANN, R. 2014. *Guía para la determinación de calidad de suelos en montes frutales*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Patagonia Norte. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle.
- [http://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2021/05/Seminario\\_AACCS\\_AApcarian\\_07-Mayo-2021.pdf](http://www.suelos.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2021/05/Seminario_AACCS_AApcarian_07-Mayo-2021.pdf)
- OZCÁRIZ, M.E. 1998. *El suelo y las sales*. Información técnica N.º 8. Estación Experimental Agropecuaria Valle Inferior del Río Negro-Convenio IDEVI-INTA.
- SÁNCHEZ, E.; CURETTI, M. 2021. *Nutrición mineral de frutales de clima templado*. Estación Experimental Agropecuaria Alto Valle. Ediciones INTA. Buenos Aires. 243 p.
- TALLEDO YOVERA, J.; PACHECO, R.A. 1969. *Programa de estudios de factibilidad para el desarrollo de la Región del Comahue. Vol. II Estudio de reconocimiento de suelos del Alto Valle de Río Negro, CFI - FAO - UNSP*. 155 p.

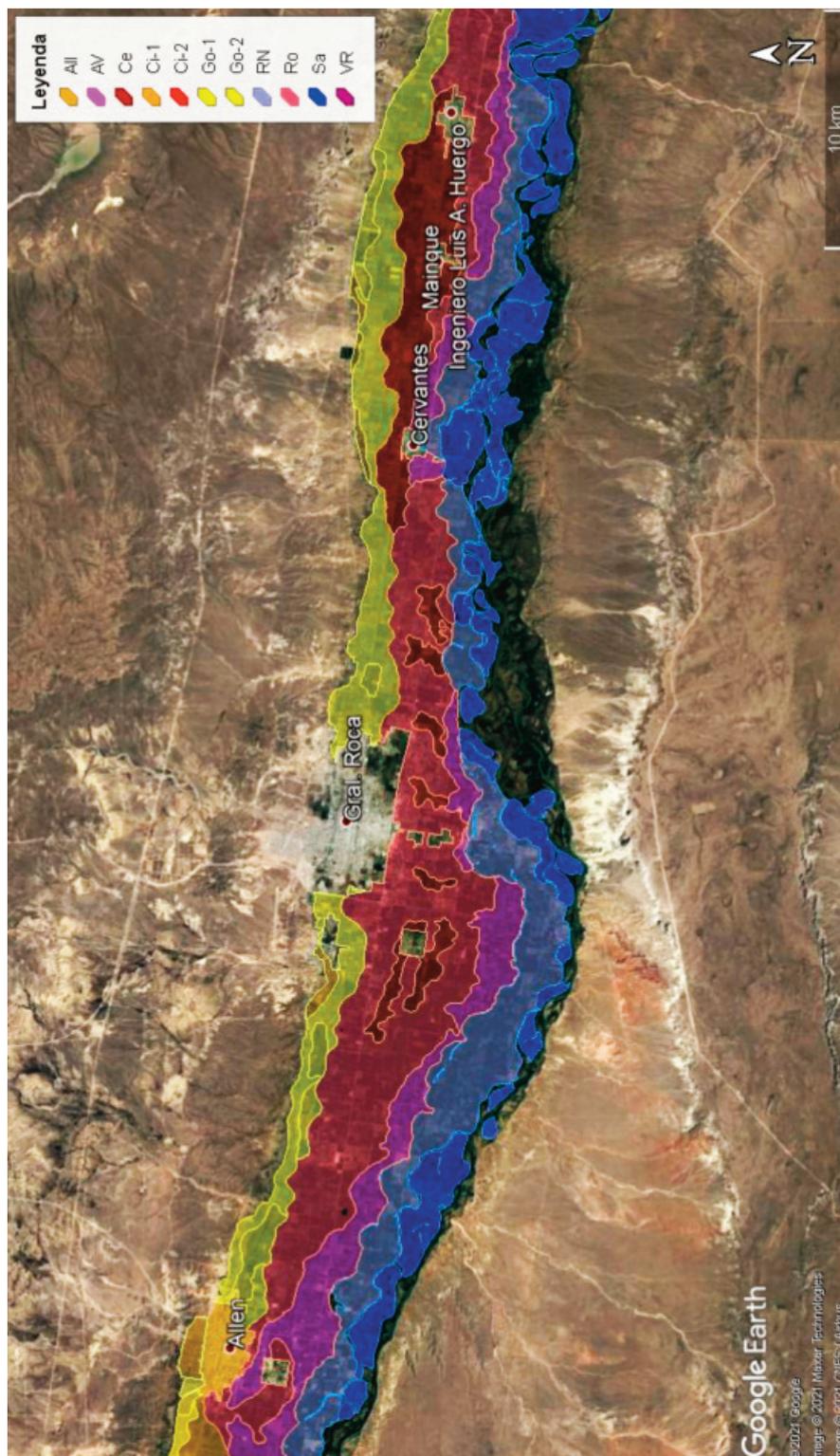
# Anexos

## Anexo 1. Mapas



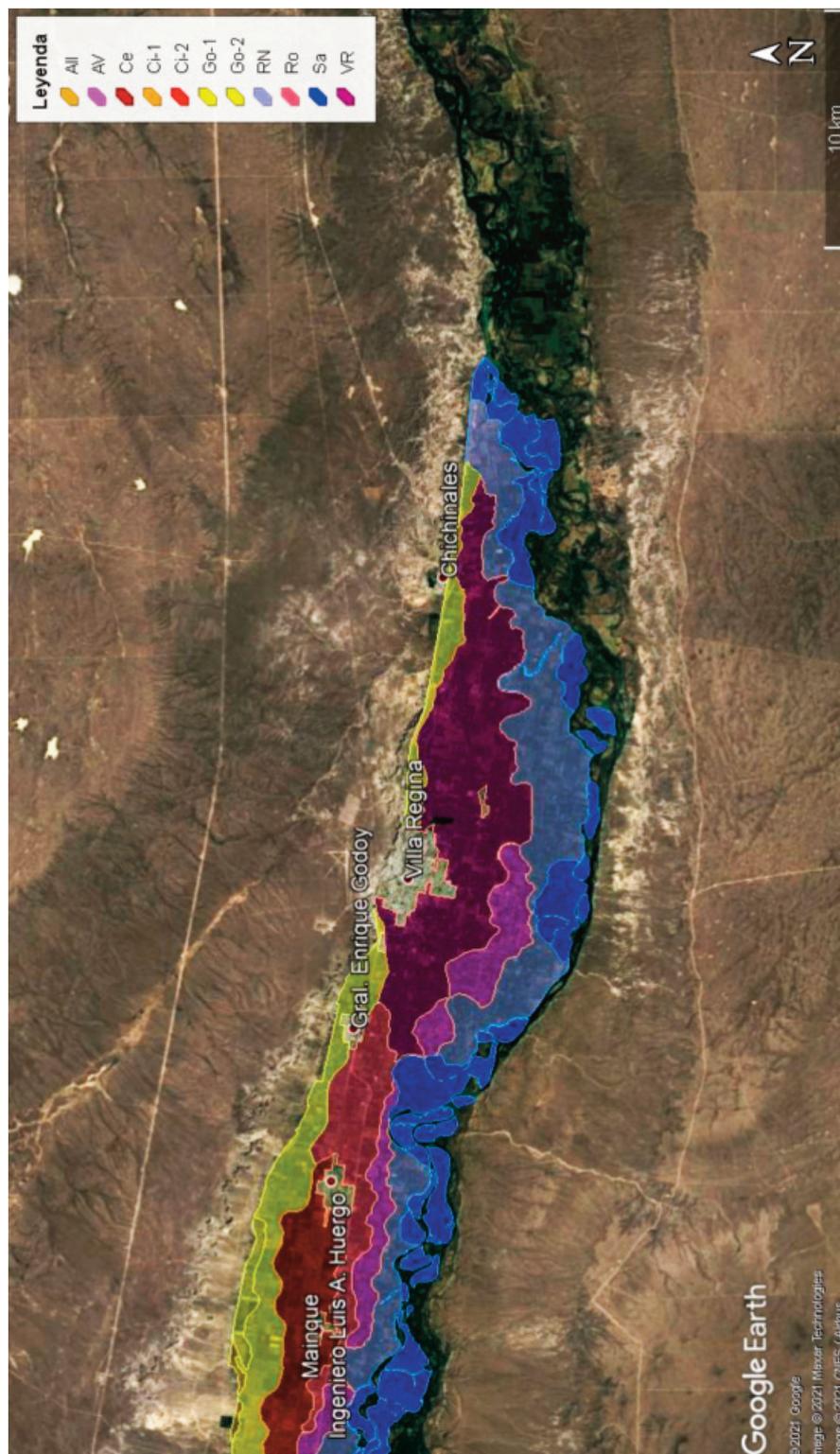
**Mapa 1.**  
Unidades cartográficas entre Barda del Medio y Allen. C.I.L. (1991)

## Anexo 1. Mapas



**Mapa 2.**  
Unidades cartográficas entre Allen e Ingeniero Huergo. C.I.L. (1991)

## Anexo 1. Mapas



**Mapa 3.**  
Unidades cartográficas entre Ingeniero Huergo y Chichinales. C.I.L. (1991)

## Anexo 1. Mapas



**Mapa 4.**  
Área Piloto 1. Mapa detallado de suelo. Escala 1:10.000

Serie	Clasificación taxonómica	Superficie	
		has	%
Monteleone	9. Eutrudeple húmico, franco grueso	20,30	2,03
Ankamar	10. Natracuol típico, fino	78,90	7,89
Doncileo	11. Agriacuol típico, fino	119,50	11,95
Grispino	12. Endoacuol típico, franco fino	32,90	3,29
Evangelista	13. Natracuafle vértico, fino	56,80	5,68
Inversora	14. Natracuol vértico, fino	27,80	2,78
Lavallen	15. Psamacuente sódico	13,90	1,39
-	16. Área no estudiada	15,90	1,59
TOTAL		1.000	100

Serie	Clasificación taxonómica	Superficie	
		has	%
Citiente	1. Halacuepte aerico, franco grueso	11,20	1,12
La Esperanza	2. Endoacuol fluvacuenticol, franco fino	90,40	9,04
Alto Valle	3. Endoacuete mólico, franco fino	32,90	3,29
Salentein	4. Endoacuol acúndico, franco fino	87,90	8,79
El Chiche	5. Halacuepte fluvéntico, franco grueso	199,80	19,98
Muschnik	6. Halacuepte típico, franco grueso	80,20	8,02
Patalano	7. Halacuepte dúrico, franco grueso	111,20	11,12
INTA	8. Halacuepte cumúlco, franco grueso	20,40	2,04

■ INTA Alto Valle  
| Ruta Nac. 22

Anexo 1. Mapas



Clasificación para riego	has	Superficie %
1	110,60	11,06
2s	174,20	17,42
2sd	211,00	21,10
3sd	296,90	29,69
4sd	191,40	19,14
Área no estudiada	15,90	1,59
<b>TOTAL</b>	<b>1.000</b>	<b>100</b>

■ INTA Alto Valle  
 | Ruta Nac. 22

**Mapa 5.**  
 Área Piloto 1. Mapa de unidades de riego. Escala 1:10.000

## Anexo 2. Glosario edafológico

**ALFISOL:** orden que comprende los suelos que presentan evidencias de translocación de arcilla y su acumulación en un horizonte iluvial, combinadas con una eliminación incompleta de bases, y en los que no predominan los procesos que conducen a la formación de un horizonte superficial oscuro, profundo, blando, bien estructurado y rico en materia orgánica que taxonómicamente se conoce como epipedón mólico. Típicamente los Alfisoles tienen un epipedón muy claro, delgado, con escasa materia orgánica o sin estructura (epipedón ótrico) y un horizonte iluvial de acumulación de arcilla. Otra condición diagnóstica de los Alfisoles es que presentan un régimen de economía del agua que permite que esta se encuentre disponible para las plantas por un período que incluye más de la mitad del año o, por lo menos, durante el período que no afecte el crecimiento de plantas.

**ALUVIAL:** depositado por agua de río.

**ARCILLA:** partícula mineral del suelo de tamaño inferior a 2 micrones (0,002 mm), de variada composición.

**ARENA:** partículas minerales del suelo de un diámetro superior a los 50 micrones (0,05 mm) y no mayor de 2 milímetros.

**ARIDISOL:** orden que comprende los suelos que presentan la siguiente combinación de propiedades diagnósticas: a) falta de agua disponible para las plantas (retenida a tensiones mayores de 15 atmósferas) por períodos muy largos; b) un horizonte superficial no muy enriquecido con materia orgánica; c) uno o más horizontes diagnósticos subsuperficiales formados por acumulación de arcilla o por concentración y hasta cementación con elementos relativamente móviles (sales, yeso, carbonatos, etc.) y d) ausencia de grietas del tipo de las que se encuentran en los Vertisoles. No necesariamente los Aridisoles deben encontrarse permanentemente secos, pero de todas maneras el período durante el cual el agua está disponible para las plantas no debe superar los 90 días, y el balance hídrico debe señalar un marcado y amplio período de deficiencia de agua.

**ASOCIACIÓN (Unidad cartográfica):** agrupación de suelos diferentes, pero asociados o relacionados entre sí en el paisaje, que no se separan como unidades puras por razones de escala. Al aumentar la escala es posible diferenciarlas.

**CÁMBICO (Horizonte):** horizonte con alteración que equivale al "B color" o al "B estructural" de definiciones anteriores. Para que un horizonte sea considerado cámbico debe reunir los siguientes requisitos: 1) el techo debe estar a menos de 50 cm de profundidad; 2) las texturas no deben ser muy arenosas; 3) presentar estructura pedogénica; 4) contener minerales meteorizables; 5) presentar evidencias de alteración pedogenética; 6) no presentar endurecimientos en húmedo y 7) espesor suficiente como para que su base esté a más de 25 cm de profundidad. La definición de cámbico es general e incluye, por lo tanto, a horizontes de muy diferentes características.

**CAPACIDAD DE CAMPO:** porcentaje de agua que permanece en el suelo, luego de saturado, y finalizado el drenaje libre. Es la cantidad de agua retenida por el suelo, luego que el agua gravitacional ha drenado libremente.

**COLUVIAL:** depositado por acción de la gravedad.

**CONSOCIACIÓN (Unidad cartográfica):** delimitación de suelos donde predomina (>80 %) una Serie definida.

## Anexo 2. Glosario edafológico

**DRENAJE:** facilidad con que el agua es eliminada del suelo en su estado natural, tanto por escurrimiento superficial como por infiltración hacia la capa freática. El desagüe artificial por medio de zanjas, canales o bombeo del agua suele mejorar la condición del drenaje natural del suelo. Se distinguen siete clases de drenaje natural. Ellas son: 1) mal drenado, 2) pobremente drenado, 3) imperfectamente drenado, 4) moderadamente bien drenado, 5) bien drenado, 6) algo excesivamente drenado y 7) excesivamente drenado.

**ENTISOL:** orden al cual pertenecen aquellos suelos cuya característica dominante es la ausencia de horizontes pedogenéticos. Esto puede deberse a materiales originarios muy inertes, como en el caso de arenas cuarzosas; a falta de tiempo para la formación de horizontes, como es el caso de aluviones recientes; o a que la erosión es más intensa que la pedogénesis, como puede ocurrir en las pendientes fuertes. La única evidencia de alteración pedogenética es una ligera acumulación de materia orgánica en la porción más superficial del perfil.

**EPIPEDÓN:** parte superior del suelo. No es sinónimo de horizonte A ya que puede ser mayor o menor que éste.

**ESTRUCTURA (del suelo):** agrupación de partículas primarias en otras compuestas o en grupos naturales individualizados, que se denominan agregados. La estructura confiere al suelo características muy diferentes a las que posee la misma masa sin estructurar. La estructura se distingue por la forma, el tamaño y la coherencia de los agregados.

**FRAGIPÁN:** horizonte subsuperficial, natural, que tiene una densidad aparente elevada con relación al solum que está arriba de este, al parecer cementado cuando está seco, pero cuando está húmedo presenta una fragilidad de moderada a débil. La capa es pobre en materia orgánica, moteada, lenta, o muy lentamente permeable por el agua y de ordinario tiene grietas de ocasionales a frecuentes, que forman polígonos. Puede encontrarse en suelos cultivados o vírgenes, pero no en material calcáreo.

**HALOFITA:** planta que vive normalmente en suelos salinos o con alcalinidad excesiva.

**HIDROMORFISMO:** proceso de formación del suelo bajo condiciones de exceso de humedad o con influencia del periódico ascenso de la capa freática. Los síntomas visibles más comunes del hidromorfismo son la presencia de moteados; barnices muy oscuros, colores neutros (grises), verdosos o amarillentos en la matriz del suelo, y concreciones de hierro y manganeso.

**HORIZONTE A:** material mineral superficial de máxima acumulación de materia orgánica, debido a la mayor concentración de elementos biológicos que posee. Se designa comúnmente como tierra negra, arable. Se caracteriza porque ciertos elementos son removidos en solución o suspensión por el proceso de lavado producido por las aguas de filtración. En algunos suelos, este horizonte suele ser objeto de un lavado intenso.

**HORIZONTE B:** el material mineral donde se acumula la mayor parte de las sustancias removidas del horizonte A (arcilla, óxidos de hierro y humus) y en el que se desarrolla generalmente una estructura prismática, columnar o en bloques definidos

**HORIZONTE C:** material mineral, generalmente suelto, relativamente inalterado, no consolidado y sin estructura, situado por debajo del horizonte B. Cuando las capas que se observan en un perfil no están formadas por procesos pedológicos o genéticos, sino por acumulación de sedimentos aluviales, no se denominan "horizontes" sino simplemente "capas".

## Anexo 2. Glosario edafológico

- INCEPTISOL:** orden que incluye los suelos de las regiones subhúmedas y húmedas que no han alcanzado a desarrollar caracteres diagnósticos de otros órdenes, pero poseen evidencias de desarrollo mayores que las de los Entisoles: son suelos inmaduros que tienen débil expresión morfológica. Tienen horizontes alterados que han sufrido pérdida de bases, hierro y aluminio, pero conservan considerables reservas de minerales meteorizables. Se aceptan en este orden suelos con gran variedad de rasgos morfológicos.
- INFILTRACIÓN:** ingreso de agua en el perfil del suelo hasta saturación.
- LAVADO:** expresa la extracción de sustancias tanto solubles como insolubles; connota sobre todo con empobrecimiento o agotamiento de componentes.
- LIMO:** partículas minerales del suelo cuyo diámetro es de 2 a 50 micrones (0,002-0,05 mm) o de 2 a 20 micrones (0,002-0,02 mm) según la escala que se adopta. La primera corresponde al sistema usado en EE. UU. y la segunda al llamado "Limo internacional".
- MATERIA ORGÁNICA:** la fracción orgánica del suelo, excluido los residuos animales y vegetales aun no descompuestos. Aunque se lo utiliza como sinónimo del humus, incluye materiales orgánicos con diferentes características. Metodológicamente, se lo puede definir como todo el material orgánico de tamaño menor a 2 mm y es equivalente a carbono orgánico ( $MO = constante \times CO$ ).
- MATERIALES DEL SUELO:** es el conjunto de los constituyentes que integran la fase sólida del suelo, en oposición a las restantes fases: líquida y gaseosa, ambas ocupando el espacio poroso del suelo. Los materiales del suelo son de naturaleza mineral y orgánica, los que participan en diferentes proporciones según la clase de suelos a la que pertenecen. Para el Soil Taxonomy los materiales han sido agrupados en dos amplias categorías: - materiales minerales - materiales orgánicos.
- METEORIZACIÓN:** conjunto de los procesos de modificación de las propiedades de los materiales rocosos al ser expuestos a los factores ambientales. Producen la desagregación física de las rocas (meteorización física) y la descomposición de estas y formación de nuevos minerales (meteorización química). Equivale al término intemperismo. En general no produce geoformas, pero prepara el material para que sea erosionado por algún agente geomórfico (agua, viento o hielo).
- MOLICO (Epipedón):** horizonte superficial que presentan generalmente los suelos de estepa. Tiene colores oscuros; buena estructura; saturación con bases de más del 50 %; un contenido de materia orgánica de por lo menos el 1 % (0,6 % de carbono orgánico); un espesor de 25 cm, aunque se pueden aceptar espesores menores para los suelos que son poco profundos y por último, una consistencia en seco que no es dura.
- MOLISOL:** orden de suelos oscuros desarrollados en climas diversos, con cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha determinado un proceso de melanización, que se ve representado en el "epipedón mólico". Otras propiedades que los caracterizan son: la estructura granular o migajosa moderada y fuerte que facilita el movimiento del agua y aire; la dominancia del catión calcio en el complejo de intercambio, que favorece la floculación de los coloides; la dominancia de arcillas; moderada a alta capacidad de intercambio y elevada saturación con bases.
- ÓCRICO:** (ver epipedón) horizonte superficial de color claro, con menos de 1% de materia orgánica, o bien que es masivo y duro o está seco por períodos mayores a tres meses al año. Son horizontes superficiales que no alcanzan a reunir las condiciones para ser mólicos.

## Anexo 2. Glosario edafológico

**PERMEABILIDAD:** cualidad del suelo que permite el paso del agua o del aire, tanto en sentido vertical como horizontal. Se distinguen siete clases de permeabilidad: 1) muy lenta o nula (suelo impermeable o muy poco permeable), 2) lenta, 3) moderadamente lenta, 4) moderada, 5) moderadamente rápida, 6) rápida y 7) muy rápida (suelo excesivamente permeable).

**PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI):** el porcentaje de la capacidad de intercambio de cationes (CIC) del suelo ocupado por sodio. Se expresa como sigue:

$$\text{PSI} = \frac{\text{Sodio intercambiable}}{\text{C.I.C.} \times 100}$$

**PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (PMP):** contenido hídrico en que las plantas no halófitas se marchitan permanentemente en una atmósfera saturada de humedad. Normalmente está en equilibrio con una succión de 1.500 kpa.

**REGOLITO:** material residual no consolidado que puede encontrarse en la tierra resultante de la meteorización de las rocas aflorantes.

**TEXTURA (del suelo):** proporción relativa de las fracciones arena, limo y arcilla que componen la masa mineral del suelo. Sobre la base de las numerosas combinaciones posibles se han establecido "clases texturales" o "texturas", determinadas según las proporciones de sus tres componentes. Las texturas básicas son: Arcillosa, arenosa, limosa y franca.

### **UNIDAD CARTOGRÁFICA:**

- Conjunto de delineaciones que aparecen en un mapa de suelos identificadas por un mismo símbolo y compuesta por un mismo suelo o la misma combinación de suelos.
- Una o combinaciones de dos o más unidades taxonómicas utilizadas para definir un agrupamiento en particular. Se divide en unidades puras y combinadas; las puras son: consociación, fase y variante, y las combinadas: asociaciones y complejos.

### Anexo 3. Imágenes



**Imagen 1.**  
Materiales gruesos en todo el perfil, con rodados a partir de los 80 cm, en la T3.

### Anexo 3. Imágenes



**Imagen 2.**  
Manifestaciones salinas, materiales medios finos, con carbonatos a los 60 cm en la masa y acumulaciones, en la T2.

### Anexo 3. Imágenes



**Imagen 3.** Materiales medios finos, predominio de limos, freática a 125 cm, capilaridad hasta los 45 cm, en la T2.

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
**Argentina**