



*Principales características edafológicas
de los viñedos uruguayos*

**20
18**

INVENTARIO DE LOS SUELOS BAJO VIÑA DEL URUGUAY

INVENTARIO DE LOS SUELOS BAJO VIÑA DEL URUGUAY

Principales características edafológicas
de los viñedos uruguayos

**ALFREDO SILVA
ROBERTO DOCAMPO
CRISTINA CAMEJO
CARLOS BARBOZA**

**INIA – INAVI
2018**

Título:

Inventario de los suelos bajo viña.
Principales características edafológicas
de los viñedos uruguayos.

Autores:

Alfredo Silva,
Roberto Docampo,
Cristina Camejo;
Carlos Barboza

© 2018, INIA.

ISBN 978-9974-38-411-8

Editado por la Unidad de Comunicación y
Transferencia de Tecnología de INIA.

Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay.
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente
edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o
parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Impresión: Gráfica Mosca

Depósito legal: 375.067

Tiraje: 300 ejemplares

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

D.M.T.V., Ph.D. José Luis Repetto - Presidente

Ing. Agr., Mag. Mariana Hill - Vicepresidenta



Ing. Agr. Jaime Gomes de Freitas

Ing. Agr. Jorge Peñaricano



Ing. Agr. Pablo Gorriti

Ing. Agr. Alberto Bozzo



LOS AUTORES:

Alfredo Silva Rodríguez

Ingeniero Agrónomo, amplia y profusa trayectoria en la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República. Jefe del Departamento Vitícola de INAVI durante 11 años.

Actualmente asesor/consultor independiente, docente en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de la Empresa.

Roberto Docampo Romero

Ingeniero Agrónomo, Doctor, amplia y profusa trayectoria en el INIA en el área de ciencias del suelo y su manejo. Actualmente asesor/consultor independiente, docente en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de la Empresa.

Cristina Camejo Díaz

Enóloga, amplia trayectoria en INAVI, actualmente Jefa del Departamento Vitícola.

Carlos Barboza Pizard

Técnico en geomática, amplia trayectoria como asesor de diversos Organismos en geomática y cambio climático.

Actualmente asesor del Ministerio de Salud Pública e INAVI. Asesor/ Consultor independiente.

AGRADECIMIENTOS:

Al director del Programa Nacional de Fruticultura de INIA, Ingeniero Agrónomo Roberto Zoppolo, y al presidente de INAVI, Enólogo José María Lez, por los permanentes apoyos personales e institucionales que permitieron la publicación.

Al Profesor Alain Carbonneau por la revisión y sugerencias para la publicación, y brindarnos el honor de realizar el prólogo.

A los Ings. Agrs. Artigas Durán, Álvaro Califra y Florencia Alliaume, Bodega Cerro del Toro y Viñedos y Bodega Sacromonte por la gentileza de permitir utilizar las imágenes de perfiles de suelos representativos.

Foto de tapa: Viñedos y Bodega Sacromonte. Maldonado, Uruguay

PRÓLOGO:

El libro “Inventario de los Suelos Bajo Viña del Uruguay - Principales características edafológicas de los viñedos uruguayos” es una obra colectiva con la coordinación de Alfredo SILVA y la participación de Roberto DOCAMPO, Cristina CAMEJO y Carlos BARBOZA. Es publicado por INIA e INAVI en 2018 para los científicos y profesionales del Uruguay, y también del mundo vitícola.

Consiste en una serie de estudios pedológicos, particularmente precisos y bien ilustrados, realizados dentro de una red muy densa de suelos y representativa de la diversidad de los viñedos de Uruguay. El documento es una rica fuente de información, tanto para aquellos que están interesados en las características precisas de los suelos de una región determinada, como para aquellos que desean una visión global de todos los suelos del país.

Además de la información pedológica que sirve como referencia científica, y no solo como un catálogo técnico, las descripciones precisas de los perfiles y tipos de suelo permiten conocer las condiciones del enraizamiento de las vides con sus modalidades de alimentación hídrica y mineral. Un vínculo fructífero puede establecerse entre, por un lado, los pedólogos, y por otro, los especialistas en el funcionamiento de la vid y sus efectos sobre la producción y la calidad de los vinos.

Este libro, notable por su calidad, es un apoyo al conocimiento de la viticultura de Uruguay que sin duda beneficiará la reputación de toda la industria. Personalmente pude apreciar el interés en este libro que me comunicó Alfredo Silva. Me siento especialmente honrado de que me hayan pedido una opinión, que me recordó las excelentes colaboraciones que he podido desarrollar durante los últimos cuarenta años con mis colegas y amigos de Uruguay.

Mis felicitaciones a Alfredo Silva y sus colaboradores, con mis mejores deseos por este libro que revela las profundas raíces de la viticultura del Uruguay.

Alain CARBONNEAU

Professeur de Viticulture émérite de Montpellier SupAgro

Président du GiESCO – PAV

‘Ami de toujours des vignerons d’Uruguay’

CONTENIDO

Agradecimientos	5
Prólogo	6
1. Introducción	13
2. Antecedentes	17
3. Metodología	29
4. Regiones Geomorfológicas con viñedos	33
4.1 – Región Geomorfológica Terrazas del Alto Uruguay.....	35
Región Vitícola Rodados del Uruguay (RVRoU)	35
4.2 – Región Geomorfológica Cuesta Basáltica.....	44
Región Vitícola Cuesta Basáltica (RVCB).....	44
4.3 – Regiones Geomorfológicas Sedimentarias	50
4.3.1 – Región Geomorfológica Sedimentaria Centro Oeste	50
Región Vitícola Riberas del Uruguay (RVRU).....	50
4.3.2 – Región Geomorfológica Sedimentaria Suroeste	59
Región Vitícola Rioplatense (RVR)	59
4.3.3 – Región Geomorfológica Cuenca Sedimentaria del Noreste..	102
Región Vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU).....	102
4.4 – Región Geomorfológica Cristalina Centro Sur	113
Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)	113
4.5 – Región Geomorfológica de Sierras Cristalinas.....	120
Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU).....	120
4.6 – Región Geomorfológica Colinas y Lomadas del Este	131
Región Vitícola Atlántica (RVA)	131
5. Compendio	139
Bibliografía	153

GLOSARIO

Si bien a lo largo del texto frecuentemente se indica, dado el espectro amplio de potenciales lectores, se considera oportuno describir los términos, abreviaturas, escalas y unidades que se emplean en la publicación.

- **CRSU, 1976.** Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Principal fuente de información utilizada para determinar las unidades cartográficas de suelos, las características y propiedades de los suelos dominantes en cada una de ellas, y la clasificación de los mismos. En la bibliografía se dispone de la referencia completa de los ejemplares utilizados.
- **CONEAT.** Es un índice estructurado por el Ministerio de Agricultura y Pesca y la Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT) en el año 1968. El índice determinó la capacidad en ese momento de los suelos del país en términos de potencial de producción de kilos de carne bovina, ovina y kilo de lana por hectárea de campo natural. Si bien los grupos CONEAT no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelos, constituyen áreas homogéneas a la escala de trabajo utilizada (1:50.000), los mismos aún hoy día son una de las principales bases de información (si no la principal), para definir la capacidad y aptitud de los suelos en todo el país.
- **MGA-CIDE, 1967.** La Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico (CIDE) fue un organismo público interministerial de Uruguay que funcionó entre 1960 y 1967. La CIDE-Sector Agropecuario determinó en 1962 la creación de un grupo de estudios con el objetivo de formular una primera aproximación en la confección de un inventario de los suelos del Uruguay, así como el análisis de sus posibilidades de uso y manejo. Toda la información relevada fue reunida en una publicación (MGA-CIDE, 1967) que conforma una zonificación de los suelos predominantes, una estimación de las tierras aptas para la agricultura y de los factores limitantes, y además enumera los principales problemas de uso y manejo de cada zona.
- La edad de los **períodos geológicos** se establece en millones de años (Ma) en base a la escala disponible en Preciozzi et al. (1985).
- Para la **clasificación de los suelos** se emplean en el trabajo dos taxonomías: La clasificación oficial uruguaya establecida en la CRSU (1976) y, por lo fundamentos establecidos en el capítulo de

metodología, la clasificación estadounidense conocida universalmente como Soil Taxonomy (ST). Cuando se clasifican los suelos, se establece en primer lugar la oficial de Uruguay y entre paréntesis rectos su equivalencia en ST en base a Durán et al. (2005).

- Los **cuadros de características de las unidades cartográficas y de propiedades químicas y físicas de los suelos representativos**, así como las **figuras de evolución en el perfil** de parámetros como granulometría, pH, calcio, etc., fueron elaborados por los Ings. A. Silva y R. Docampo en base a CRSU (1976), MGA/DSF (1976, 1979), Fernández (1979), Silva et al. (1988), Molfino y Califra (2001) y/o Durán et al. (2005).

- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC)**. Se puede definir como la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas del suelo o, dicho de otra forma, es la capacidad que tiene un suelo para retener y liberar iones positivos (fundamentalmente calcio, potasio, magnesio y sodio) gracias a su contenido en arcillas y materia orgánica. Por lo tanto, este parámetro, en conjunto con la proporción que los cationes mencionados representan del mismo (porcentaje de **Bases Totales, BT**), es indicador de la fertilidad natural del suelo.

Se expresa en centimoles de cargas positivas por kilogramo de suelo ($\text{cmol}_{(+) } \text{kg}^{-1}$, o cmol kg^{-1})

- **Agua disponible**. Con el objetivo de generar y actualizar información del almacenamiento potencial de agua disponible de los suelos, y contribuir a mejorar la eficiencia y calidad de tareas de evaluación de tierras, Molfino y Califra (2001) elaboraron la segunda aproximación de “Agua disponible de los suelos del Uruguay”. En base a la metodología utilizada y bien detallada por los autores, y en función de los factores de corrección utilizados a fin de ajustar el potencial de acumulación de agua en forma disponible en el perfil del suelo, conformaron lo que denominan **Agua potencialmente disponible neta (APDN)**. Efectuada la estimación del APDN en las unidades cartográficas, la agruparon en cinco clases:

APDN, mm	Clase
Menor a 40	Muy Baja
Entre 40 y 80	Baja
Entre 80 y 120	Media
Entre 120 y 160	Alta
Mayor a 160	Muy Alta

De las características hídricas de las unidades cartográficas también se establecen la **Capacidad de Campo (CC)** y el **Coefficiente de Marchitez Permanente (CMP)** en base a Silva et al. (1988).

- **Terminología y escalas.** En la publicación se emplean las establecidas en CRSU (1976), es decir:

Textura

Expresa las proporciones relativas de las distintas partículas minerales (< 2 mm), agrupadas en fracciones por tamaño (arena, arcilla y limo).

Ar	<i>arenoso</i>	FAcL	<i>franco arcillo limosos</i>
ArF	<i>arenoso franco</i>	Ac	<i>arcilloso</i>
F	<i>franco</i>	AcAr	<i>arcillo arenoso</i>
FAr	<i>franco arenoso</i>	AcL	<i>arcillo limoso</i>
FL	<i>franco limoso</i>	L	<i>limoso</i>
FAc	<i>franco arcilloso</i>	Gv	<i>gravilloso</i>
FAcAr	<i>franco arcillo arenoso</i>	Gj	<i>guijarroso</i>

Estructura

Se define como el arreglo de las partículas primarias del suelo: arena, arcilla y limo, formando agregados, o partículas secundarias, o unidades estructurales.

Tipo:

L	<i>laminar</i>	Bs	<i>Bloques subangulares</i>
Pr	<i>prismática</i>	Gr	<i>granular</i>
Co	<i>columnar</i>	M	<i>masiva</i>
Ba	<i>Bloques angulares</i>		

Clase:

	L <i>espesor, mm</i>	Pr-Co <i>altura, mm</i>	Ba-Bs <i>ancho, mm</i>	Gr <i>diámetro, mm</i>
<i>Pequeños (p)</i>	1	10	10	1
<i>Medianos (m)</i>	1 - 5	10 - 50	10 - 50	1 - 5
<i>Gruesos (gr)</i>	5 - 10	50 - 100	50 - 100	5 - 10

Grado:

n - Sin estructura / d - Débil / m - Moderada / f - Fuerte

Reacción

Los grados se determinan en base al pH del suelo

Denominación	Rangos de pH
<i>Fuertemente ácida</i>	< 5.0
<i>Moderadamente ácida</i>	5.0 – 5.4
<i>Ligeramente ácida</i>	5.5 - 6.4
<i>Neutro</i>	6.5 – 7.4
<i>Moderadamente alcalina</i>	7.5 – 8.5
<i>Alcalina</i>	> 8.5

Fertilidad natural

Para la estimación se consideran las propiedades químicas del suelo que influyen directamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas: capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de saturación en bases, materia orgánica y porcentajes de aluminio y sodio intercambiable. Según los valores que toman estas características y las relaciones entre sí, se distinguen siete clases de fertilidad natural:

Alcalino sódico - Extremadamente baja - Muy baja –
Baja – Media – Alta - Muy alta

Permeabilidad

Cualidad del suelo que permite transmitir líquidos o gases. En ausencia de mediciones precisas, se estiman clases de permeabilidad en base a textura, estructura y otras características de los horizontes del perfil.

Muy lenta – Lenta - Moderadamente lenta –
Moderada - Rápida

Drenaje

Comprende la remoción del exceso de agua del suelo y se refleja en la frecuencia y duración de los períodos que el suelo permanece saturado con agua. Las clases se establecen considerando el escurrimiento superficial, permeabilidad, drenaje interno del perfil y presencia de napas.

Clases de drenaje:

Excesivo / Bueno / Moderado /
Moderado a pobre / Moderado a imperfecto /
Imperfecto / Pobre / Muy pobre

Riesgo de sequía

Se refiere al volumen de agua disponible para la planta que el suelo puede almacenar en la zona de arraigamiento. Se establecen cuatro clases:

Nulo – Bajo – Medio - Alto

Erosión actual

Se refiere a la erosión provocada esencialmente por el uso del suelo y según la magnitud del fenómeno erosivo se establecen cinco clases:

Nula o muy ligera – Ligera – Moderada –
Severa - Muy severa

Riesgo de erosión

La determinación se basa en el análisis de los factores que influyen en la susceptibilidad de los suelos a erosionarse. Se consideran características propias de los suelos (profundidad del horizonte A, textura, estructura, nivel de materia orgánica y diferenciación textural del perfil), y características asociadas de los suelos (relieve, cubierta vegetal y erosión pasada).

Las clases de riesgo de erosión establecidas son:

Nulo – Bajo - Medio - Alto

1. INTRODUCCIÓN

El ambiente en que se desarrollan los vegetales está definido por factores de diversa naturaleza que determinan su comportamiento y reacciones, y que condicionan su metabolismo y crecimiento, en definitiva, su desarrollo. Ello es de particular expresión en la vid, siendo reconocido universalmente que la relación entre la planta y el medio natural es uno de los factores más influyentes en la calidad de los vinos.

Así es que nace el término “terroir”, cuyo concepto engloba no solo el de clima, litología, paisaje y suelo; sino también el de su gestión, el agroecosistema vitícola, el manejo de los productos y la elaboración del vino y, en último término, los parámetros determinantes del entorno cultural y socioeconómico, incluidos en lo que podríamos denominar el conocimiento del terroir (Vine to Wine Circle, 2014).

Carbonneau et al. (2015) desarrollan en forma exhaustiva el origen y evolución del término “terroir”, y así establecen que surgió especialmente en el área de la vid y el vino en Francia luego de la década de los noventa, probablemente como forma de contrarrestar el fuerte progreso tecnológico en biología, y en cierta forma, “volver a la naturaleza” y su cuidado, valorizando la imagen del vino como un producto del terroir.

La expansión del término no sólo en Francia sino a nivel mundial, e incluso el doble origen etimológico del mismo, ha provocado que no sea sencillo definirlo en forma certera. En paralelo, la antinomia entre la tradición y la tecnología se ha incrementado, en la medida que las nuevas tecnologías de información y comunicación permiten el desarrollo de una viticultura de precisión y determinar en forma concreta las características y heterogeneidad del terroir vitícola.

Actualmente, a nivel científico, en la definición del terroir se pueden identificar varios niveles, por ello, los autores mencionados, refieren a la síntesis propuesta por el profesor Alain Carbonneau:

Unidad Terroir de Base (UTB) (o unidad ambiente de base)

Interacción entre el mesoclima (con su dimensión temporal según se defina) y el suelo (con el subsuelo asociado); lo que es denominado por el Instituto Nacional de la Investigación Agronómica de Francia (INRA) como “secuencia ecopedológica”, es la caracterización mediante la conjunción de las informaciones de clima y suelos.

Unidad terroir vitícola (UTV) (o unidad agronómica vitícola)

Es la interacción entre la UTB, la cepa (el cultivar) y el sistema de cultivo; la caracterización mediante herramientas ecofisiológicas (área foliar, producción, vigor, estado hídrico de la vid, análisis de arquitectura radicular, cantidad y calidad de bayas).

Terroir vitícola

Conjunto de UTV en un región o una AOC (appellation d'origine controllee – denominación de origen controlada), relacionado con una tipicidad del vino que resulta de un enfoque técnico determinado, o de un empirismo histórico reproducible. Los autores señalan que en Francia, a nivel profesional y del Instituto Nacional del Origen y la Calidad (INAO según su sigla en francés), se utiliza el término terroir para este nivel más integrado y donde el hombre tiene un rol verdaderamente central.

La necesidad de la zonificación vitícola se justifica entonces en los ámbitos técnico y científico porque permite resolver problemas relacionados con las áreas de demarcación y protección legal del terroir, el manejo de determinadas técnicas vitícolas, las relaciones ambiente/vino, la aptitud vitícola y la elección y caracterización de nuevas áreas, así como las cuestiones relacionadas con la experimentación y con las nuevas tecnologías y su transferencia.

En Uruguay, ya desde la creación en el año 1987 del Instituto Nacional de Vitivinicultura (INAVI), el organismo rector de la política vitivinícola nacional, se identifica la imperiosa necesidad de fortalecer la competitividad del sector vitivinícola uruguayo. Entre los primeros logros del plan de reconversión de viñedos de 1997 se debe destacar la diferenciación mediante la variedad Tannat, lanzándola al mercado como un vino varietal, prácticamente sin competidores. Pero en un mundo tan globalizado y dinámico, se debe estar alerta para no quedar rezagados en cuanto a nuevas propuestas de diferenciación de productos; la vitivinicultura uruguaya no puede quedarse solo con los logros del Tannat, sino que debe plantearse caminos complementarios a transitar. El conocer con precisión las características de los suelos en que se desarrolla nuestra viticultura, contribuirá a la diferenciación y al valor agregado tanto del Tannat como otros vinos producidos en Uruguay.

Las prácticas vitícolas evolucionan, se estandarizan y se globalizan, mientras que los factores naturales permanecen, constituyendo un patrimonio no reproducible en otras condiciones de cultivo. Esto puede transformarse en un elemento que hace a la tipicidad de un producto y garantizar su autenticidad.

En el contexto de extrema competitividad de los mercados y alto desarrollo tecnológico, el INAVI tiene como uno de sus objetivos centrales la trazabilidad del vino como un bien general para todo el sector y como forma de agregar valor a la producción vitivinícola. Para ello está trabajando en una forma de trazabilidad que se inicia con la georreferenciación de los viñedos a nivel de parcela de forma de caracterizar el vino ya desde la viña (Lez, 2014).

El objetivo del INAVI es ubicar en un mapa digital los viñedos y sus características: número de hectáreas, localización, historial de la cosecha, edad de plantación, variedades, cantidad de plantas, tipo de portainjerto, etc. Esta información será certificada por el Instituto y garantizará al consumidor en cualquier país del mundo que se trata de un producto genuino y de calidad.

La georreferenciación permitirá responder mediante un código QR en la etiqueta, sobre el origen y trayectoria del vino desde la cepa a la botella, aporta al consumidor información referida a la ubicación geográfica de la viña e información del establecimiento.

La contribución del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) a la vitivinicultura uruguaya es profusa y relevante, basta decir que la misma se sustenta en su centro de investigación ubicado en la principal zona de producción vitivinícola del país, fundado en el año 1964 justamente como “Centro de investigaciones en Fruticultura, Horticultura y Viticultura (CIFHV)”, hoy día Estación Experimental “Wilson Ferreira Aldunate” - INIA Las Brujas.

Desde su creación, aporta información tendiente a resolver los problemas concretos del sector vitivinícola con el objetivo de fortalecer su desarrollo, mejorando la rentabilidad mediante la generación y adaptación de tecnologías que contribuyan a su sostenibilidad económica y social, lo que implica la preservación del ambiente y los recursos naturales.

Ello se logra con: la introducción, selección y mejora de material genético; el diseño de plantación; la mejora y nuevos sistemas de conducción y poda; con combinaciones de portainjertos; con herramientas alternativas de control de plagas y enfermedades; con prácticas de manejo de suelos y de la nutrición mineral de los cultivos que mejoren la productividad al tiempo que conserven el recurso y minimicen el impacto sobre el ambiente; y finalmente, con buenas prácticas de cosecha, postcosecha e industrialización del producto.

Desde el mismo momento de la creación del INAVI, el estrecho vínculo, colaboración y aportes al sector entre ambas Instituciones ha sido fecundo y abundante. Entre otros, merece destaque la permanente evaluación del comportamiento cualitativo de clones de Tannat, lo que permitió que varios viveros iniciaran la multiplicación de clones superiores de la principal y más relevante variedad cultivada en Uruguay.

En base al análisis de la información disponible, en la publicación se define la distribución actual de la viticultura en el país, delimitando y describiendo las zonas vitivinícolas a nivel de suelos en función de las “Líneas Directrices de la Organización Internacional del Vino sobre metodologías de zonificación vitivinícola a nivel del suelo y del clima”. Se considera que el trabajo contribuye de manera relevante a incrementar el valor agregado de la trazabilidad de los vinos uruguayos. Disponer en una publicación, en forma “on line” y/o mediante códigos QR de toda la información referida a los suelos sobre los que se obtuvo un buen vino, puede ser la base para largas conversaciones sobre el mismo; y al decir de Ferrando (2014): si esto se alcanza en mayor o menor grado, se habrá dado con la clave de la producción de un vino memorable.

Al mismo tiempo, es información básica fundamental para la conformación de los “terroir” vitícolas uruguayos, e información de base para:

- Contribuir a la conformación de las Unidades Terroir de Base (UTB) antes definidas.
- Definir las variedades y portainjertos que más se adecuan a cada una de las regiones edáficas identificadas.
- Definir futuros estudios de comportamiento de diferentes cultivares de vid en las regiones vitícolas descriptas,
- Comprender e interpretar la situación nutricional de ambientes semejantes y,
- En los sitios en que se puedan identificar y delimitar potenciales problemas nutricionales, como guía general primaria de ajuste de la fertilización.

2. ANTECEDENTES

De acuerdo con Tonietto (2001), una de las riquezas existentes en la viticultura mundial está asociada a la gran diversidad de ecosistemas que la componen, convirtiendo a la producción de vinos en algo particular dentro de las actividades agroindustriales desenvueltas por el hombre. La variabilidad de ecosistemas es tan grande que prácticamente cada región productora constituye una situación peculiar, sea por el clima, por el suelo, o por la interacción de estos dos componentes más importantes del medio geográfico. Señala también que la producción de vinos de calidad puede ser mejorada a través del conocimiento y valorización de los factores integrantes del ecosistema de las regiones vitícolas.

Champagnol (1984) señala que la apreciación de la capacidad vitícola de los suelos es la base de la delimitación de áreas destinadas a producir vinos de denominación o regionales. Afirma que las diferencias de calidad entre dos medios vitivinícolas de una región geográfica, bajo el mismo clima y la misma variedad, están ligadas a las características edáficas, en especial a la naturaleza de la roca madre y a las propiedades fisicoquímicas de los suelos. Reynier (1989) lo reafirma al establecer que la “vocación” vitícola de una región está determinada en gran parte por el recurso suelo.

Las propiedades físicas del suelo son las que influyen más claramente sobre el crecimiento y desarrollo de la viña, destacándose en particular la textura, el drenaje, la profundidad del perfil, la conductividad hidráulica y el porcentaje de macroporos (Seguin, 1971; Branas, 1974; Winkler, 1974; Ionescu et al., 1978; Seguin, 1983; Reynier, 1989). Van Leeuwen (2002) es citado por Carey (2003) respecto a que el cincuenta por ciento de la variabilidad del terroir se puede relacionar con la profundidad del suelo y su capacidad de retención de agua.

Conradie (2002) coincide con Seguin (1986) en que es universalmente aceptado que la reserva hídrica del suelo es el factor pedológico más importante en relación con la calidad. No obstante, marca varios factores pedológicos que tienen efecto sobre el comportamiento de la vid y consecuentemente sobre la calidad del vino, destacando la profundidad del suelo y la composición química.

El estudio de las propiedades químicas de los suelos vitícolas también revela grandes diferencias de performance en lo que respecta al pH, el tenor en materia orgánica, y los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio,

calcio y magnesio. Son numerosas las comprobaciones científicas a nivel mundial de la estrecha relación entre la composición química del suelo y la calidad de la uva.

Evidentemente Uruguay no escapa a lo anterior, si bien el conocimiento de los terrenos vitivinícolas y su influencia sobre los vinos no son abundantes y más bien empíricos.

Ferrer et al. (2005) en los trabajos sobre “terroir” en dos zonas de una misma cuenca hidrológica (“Cuenca Inferior del Río Negro, Vertiente Sur”), determinaron que el material geológico de las mismas las separa; y que, si bien los suelos dominantes pertenecen al mismo orden, presentan claras diferencias en cuanto a su granulometría, composición química, profundidad de exploración del sistema radicular de la planta y disponibilidad de nutrientes. Características que permiten a priori esperar una respuesta diferente del cultivo de vid y el planteo de un itinerario cultural particular para cada zona.

También desde el punto de vista químico de los suelos se destaca que, en términos generales, los de una de las zonas (Barón de Mauá, departamento de Soriano) son más fértiles, tanto al considerar los contenidos de materia orgánica como los de la suma de bases intercambiables (BT). En ambas propiedades se observó no solo mejor valor medio, sino también mejores valores extremos; situación que determina la necesidad de prácticas de manejo que adecuen el suministro de nitrógeno al objetivo de calidad que se plantee. En cuanto al pH, los menores valores se determinaron en la otra zona (Sierra de Mahoma, departamento de San José), en torno a pH 5.0 en agua, situación que indica probable presencia de aluminio intercambiable y por tanto se debe considerar el encalado previo a la plantación.

Echeverría et al. (2011) realizaron un estudio de la influencia de los factores pedológicos sobre la fisiología de la viña en los departamentos de Salto y Paysandú (Noroeste del Uruguay). Se relevaron tres sitios con viñedos implantados sobre suelos con diferente clase textural y consecuentemente diferente capacidad de reserva hídrica (dos sitios con capacidad media y uno con baja capacidad de reserva). Los autores lograron establecer que en las viñas implantadas sobre los suelos de mayor reserva hídrica no se produjeron antes del envero valores de restricción hídrica moderada, por consiguiente, los cultivos tuvieron una mayor expresión vegetativa. Las viñas situadas sobre suelos con menor reserva útil de agua modifican la partición vegeto-reproductiva tempranamente, por lo que cesan su expansión foliar destinando el carbono asimilado a los racimos. Las condiciones de alta disponibilidad de agua en el suelo promueven el crecimiento de una vegetación exuberante y una tardía detención del

crecimiento de los brotes. La combinación de racimos ocultos dentro de la vegetación y condiciones climáticas de alta humedad con lluvias frecuentes fue la responsable del deterioro en la sanidad de la cosecha. Los autores destacan que sus estudios demuestran que el seguimiento del comportamiento hídrico de las parcelas constituye una poderosa herramienta para la caracterización y clasificación de estas, así como de las condiciones de maduración de la uva. Permite además un rápido análisis interanual de las parcelas en cuanto a su comportamiento hídrico, capaz de fundamentar su vocación vitícola.

De Lucca (1983) y De Lucca et al. (1995) en trabajos con los cultivares Tannat y Merlot, determinaron que para suelos de baja reserva hídrica para la planta de vid (Argisoles [Argiudolls] y Planosoles [Argialbolls]), el crecimiento vegetativo se detenía muy tempranamente en el mes de diciembre; en cambio, en Vertisoles [Hapluderts], de mayor reserva útil de agua, la detención del crecimiento ocurría a partir de la primera quincena de enero cuando los cultivares comienzan a enverar.

La dinámica del agua en la planta de vid está en función de la reserva hídrica del suelo, pero también de la morfología radicular, determinada principalmente por la naturaleza del suelo y no por el genotipo del portainjerto (Sequin citado por Champagnol, 1984).

De Lucca (1983) trabajando con viñedos de Tannat injertados sobre Rupestris Du Lot e implantados sobre un Vertisol Rúptico [Hapludert] y un Planosol [Argialboll] en el departamento de Canelones, encontró diferencias claras en el patrón de distribución radicular en profundidad. El sistema radicular en el Vertisol se distribuyó uniformemente en profundidad, en tanto en el Planosol (suelo con horizonte Bt muy desarrollado) se arraigó principalmente en el horizonte A.

Estudios similares de De Lucca et al. (1995) también en el sur del país pero con el cultivar Merlot y portainjerto SO4, determinaron para un Argisol [Argiudoll] de la Unidad Tala-Rodríguez (CRSU, 1976), una concentración del 59,1 % de las raíces en los primeros 25 cm. de suelo; en tanto sobre un Vertisol Rúptico [Hapludert] de la unidad Ecilda Paullier-Las Brujas (CRSU, 1976), la misma alcanzaba sólo el 40,4 %, produciéndose una disminución de la concentración de raíces en profundidad de manera progresiva.

2.1 IMPORTANCIA DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO DE AGUA POR EL SUELO EN LA VITICULTURA.

Como se ha analizado, el agua que es capaz de almacenar y suministrar un suelo es uno de los factores que afectan el normal desarrollo (radicular y vegetativo) del cultivo de la vid, pero, de acuerdo con Carbonneau (2001), el enraizamiento óptimo resulta de un equilibrio entre un régimen hídrico adecuado para el crecimiento y un cierto nivel de déficit hídrico que estimula el desarrollo radicular. La formación de raíces es incrementada con un stress hídrico moderado hasta valores de 50 % de la reserva útil del suelo (agua disponible), mientras que disminuye si llega a valores de 25 %.

Varios autores (Ojeda et.al. 1999; Riou y Payan, 2001) señalan que el déficit hídrico afecta procesos básicos como la fotosíntesis y el desarrollo vegetativo, pero las consecuencias y magnitud de la falta de agua están en relación directa con la fase de desarrollo en que se produce la misma. Un stress precoz reduce el número de bayas por racimo, entre cuajado y envero disminuye el peso de las bayas, y si se desarrolla durante la madurez no existe efecto sobre el peso de estas (Smart et. al., 1974; Mc Carthy, 1997, citados por Riou y Payan, 2001).

A partir de la floración, las condiciones de manejo de la alimentación hídrica de la vid se convierten en el factor determinante de la calidad (Riou y Payan, 2001). El stress hídrico permite concentrar los fenoles de la uva por una disminución del tamaño de estas y una acción directa sobre la biosíntesis. Un stress hídrico importante puede provocar la senescencia prematura de la hoja y, por lo tanto, una significativa exportación de K hacia el fruto (Hunter y Myburgh, 2001, citado por Merino, 2014), que puede provocar la formación de sales con el ácido tartárico y, por ende, el incremento de pH del mosto como se analiza más adelante (sección 2.2).

Morlat. et. al. (2001), en sus trabajos en el Valle del Loire (Francia) con viñedos sobre suelos con diferente capacidad de reserva de agua útil, determinaron que en años de déficit pluviométrico, las parcelas con suelos de menor reserva útil presentaban valores menores para azúcares reductores, antocianos y ácido málico, y mayores para el índice de polifenoles totales, lo que resultó en vinos menos armoniosos y menos aptos para el envejecimiento respecto a los procedentes de las parcelas con suelos de mayor reserva útil.

En base a los trabajos ya citados de De Lucca et al. (1995), Merino (2006) llegó, entre otras, a las siguientes conclusiones:

- Si en la fase de desarrollo de la uva desde cierre de racimo hasta la madurez (diciembre a febrero), los viñedos sobre suelos altamente diferenciados y de horizontes A poco profundos, sufren períodos de déficit hídricos severos aún intercalados con cortos períodos de alta disponibilidad hídrica, su desarrollo vegetativo se verá visiblemente afectado. Ello es debido a una reducida capacidad de producción fotosintética que afecta la acumulación de azúcares, y a un estrés hídrico foliar que repercute en el metabolismo de los polifenoles.

- En cambio, los Vertisoles Rúpticos de baja diferenciación en su perfil y, por lo tanto, con mayor reserva hídrica útil para la planta, suministran al viñedo una alimentación hídrica más uniforme durante la fase antes mencionada, pudiéndose generar a medida que avanza la estación, niveles de estrés hídrico que son favorables a una madurez completa de la uva.

- La asociación topo-edafológica de Vertisoles Rúpticos con laderas altas convexas, han demostrado generalmente un destacado potencial de producir uva de calidad sobre ellos y, por su estabilidad a través de los años, como elemento diferenciador de un muy buen terroir.

- Lograr el equilibrio del ecosistema para potenciar la aptitud vitícola del suelo se considera determinante para optimizar la calidad. Por lo tanto, es necesario considerar la capacidad productiva del viñedo de acuerdo con el ecosistema en que se implante.

En este contexto entonces, el rol central del agua en la vid concierne tanto al suelo (oferta) como a la absorción de la radiación relacionada a la arquitectura de la planta (demanda) (Carbonneau, 2001). Mediante la medición del potencial hídrico foliar (Ψ_{hf}) es posible establecer la respuesta de las plantas en el corto plazo (horas) a una modificación del estatus hídrico del suelo o, dicho de otra forma, permite evaluar el nivel de estrés al cual está sometido un cultivo de vid.

Como ya fue analizado, son diversos los autores que establecen la incidencia de los déficit hídricos en el crecimiento de la vid, así como en la

maduración de la uva y en la calidad del vino. Es así que se han propuesto diversos umbrales que relacionan el Potencial Hídrico Foliar de Base (Ψ_{Fb}) con el status hídrico de la planta, que de acuerdo con Ojeda (2007) han permitido establecer sólidos umbrales de referencia, validados a escala internacional y con significado universal, como por ejemplo el de Carbonneau (1998):

Valor de Ψ_{Fb} <i>bar</i>	Estado de la planta <i>estrés hídrico</i>
0 a -1.5	<i>Ausencia</i>
-1.6 a -3.0	<i>Leve</i>
-3.1 a -5.0	<i>Moderado</i>
> -5.0	<i>Fuerte (síntomas de sequía)</i>

Esta herramienta fue utilizada en los trabajos ya mencionados de Merino (2006) realizando la medición del Ψ_{Fb} el mismo día del mes de febrero en el cultivo sobre el suelo de marcada diferenciación textural (Brunosol [Argiudolls]), y en el cultivo sobre el suelo sin diferenciación (Vertisol [Hapluderts]). En el primero determinó un estrés moderado (-0.4 Mpa = - 4 bar) y en el segundo un estrés leve (-0.2 Mpa = - 2 bar). Los valores de agua disponible estimada de los suelos fueron 55 y 85 mm para el Brunosol y el Vertisol respectivamente. El análisis de composición fenólica de los vinos determinó mayor contenido de polifenoles totales y de antocianos del cultivo sobre el Vertisol respecto del cultivo sobre el Brunosol (1448 y 227 mg contra 1276 y 181 mg, respectivamente).

Resultados similares se obtuvieron en los trabajos también ya citados de Echeverría et al. (2011), quienes en condiciones de alta demanda atmosférica, coincidente con el envero, determinaron que en el suelo de menor capacidad de retención a agua disponible o útil (Argisol Ocrico, ArF. [Argiudolls]), las plantas sufrieron mayor restricción presentando estrés hídrico fuerte (Ψ_{Fb} = -0,55 Mpa), respecto a los cultivos sobre un Brunosol Eutrítico Lúvico [Argiudolls] y sobre un Vertisol [Hapludert], que presentaron estrés hídrico moderado (-0,44 y -3.0 Mpa respectivamente). Los vinos de los cultivos sobre el Argisol Orico presentaron mayor contenido de azúcar y antocianos, y mayor acidez.

Finalmente, y como complemento de las pautas y criterios técnicos hasta aquí planteados, corresponde dimensionar los requerimientos de agua del cultivo, para ello remitimos a Merino (2006) que cita a Bessis y Adrian (2000) quienes establecen para un viñedo con un rendimiento de 7000 kilogramos

por hectárea (1500 Kg. de materia seca), que a la vez produce 1500 Kg. de materia seca en sarmientos, hojas y raíces, un requerimiento en el ciclo de aproximadamente 1500 m³ de agua por hectárea. Para un viñedo de uva de mesa de 35.000 kg ha⁻¹ de rendimiento, el requerimiento de agua alcanza los 7500 m³ ha⁻¹.

2.2 IMPORTANCIA DEL POTASIO (K) EN LA VITIVINICULTURA

Es el catión más importante cuantitativamente de la célula vegetal e interviene en los principales mecanismos fisiológicos: fotosíntesis, respiración y transpiración. Al participar en la neutralización de los ácidos orgánicos formados, favorece la respiración y activa el crecimiento, sin duda que está entre uno de los factores más importantes que determinan el vigor y el rendimiento.

Mediante la regulación del cierre y apertura de los estomas, constituye un factor de la resistencia a la sequía.

Según Champagnol (1984), al intervenir en el aumento de la fotosíntesis, la migración y la acumulación de azúcares en las bayas y de almidón en los órganos vivaces, para la viña es también un factor de calidad. Sin perjuicio, una alimentación potásica excesiva es un factor determinante de la baja de la acidez de los mostos y del vino.

Las necesidades de K por parte de la vid son diferentes según la variedad y el portainjerto, y varían según la etapa de desarrollo del cultivo.

Las carencias en general están ligadas a una fijación del elemento en el suelo por las arcillas tipo illita, o elevado requerimiento por una carga excesiva; pero también puede deberse a un funcionamiento radicular insuficiente por exceso o insuficiencia de agua en el suelo.

Los excesos de absorción de potasio pueden provocar deficiencia de magnesio debido al antagonismo entre ambos nutrientes (Reynier, 1997; Rabuffetti, 2007).

La relación K:CIC es utilizada a nivel internacional como índice de un suministro adecuado de K por el suelo. Para suelos con CIC entre 10-18 cmol kg⁻¹ se considera adecuada una relación K:CIC de 4 %. Para suelos arenosos en torno al 2 %, y para suelos muy arcillosos, con CIC superiores a 20 cmol kg⁻¹, una relación de 5 % se considera adecuada (Reynier, 1997)

En base a los trabajos de caracterización de las zonas vitícolas del país, Silva et al. (2001, 2003) concluyen que en los cultivos como la viña que, si bien no demandan tanto K como los cultivos anuales, lo hacen durante muchos años en el mismo sitio, tienen particular relevancia los mecanismos de aporte del elemento por el suelo en el largo plazo.

2.2.1 DINÁMICA DEL K EN EL SUELO

El potasio del suelo se puede encontrar en cuatro formas o fracciones: K en la estructura de los minerales primarios, K no intercambiable, K intercambiable y K en solución. La importancia de cada una de las fracciones depende de una serie de factores, siendo el de mayor relevancia la mineralogía de los materiales parentales del suelo y, lógicamente, de las condiciones de alteración y formación del suelo.

El K estructural es la forma principal, generalmente varía entre el 90 y 98 % del K total del suelo, se encuentra en la estructura de los minerales primarios y es relativamente no asimilable.

El K no intercambiable (llamado también K fijado) varía entre el 1 y 10 % y se corresponde con el nutriente que está fijado entre las capas de las arcillas 2:1 (illita, vermiculita, interestratificados). Diversos autores han concluido que parte del potasio absorbido por las plantas proviene de formas no intercambiables, las formas del nutriente más activas y, por lo tanto, de relevante contribución a mantener el pool de potasio lábil del suelo. La cantidad y mineralogía de la fracción arcilla son los principales parámetros que determinan el contenido total de K de un suelo.

El K intercambiable es el que está retenido electrostáticamente por las cargas negativas de las superficies coloidales del suelo, y está sujeto a las leyes que rigen los procesos de intercambio de cationes. Se intercambia fácilmente con otros cationes de la solución del suelo y queda rápidamente disponible para los cultivos. Varía según la naturaleza de los suelos ente 40 y 600 partes por millón en los primeros 20 cm del perfil (Rabuffetti, 2017).

El K en solución es el que se encuentra como ion K^+ y el que las plantas absorben más rápidamente. Su concentración varía en función de la absorción por los cultivos, la aplicación de fertilizantes con potasio y las condiciones ambientales que determinan procesos de concentración (evaporación) o dilución (lluvias) (Rabuffetti, 2017).

Estas tres últimas fracciones del K se encuentran en equilibrio, cuando los cultivos remueven el nutriente, el equilibrio se desplaza y el potasio no

intercambiable puede pasar a ser asimilable para las plantas. Este equilibrio está influenciado por diversos factores que determinan la proporción relativa de cada una de las formas.

Las principales características del suelo con mayor incidencia en la dinámica del K son:

- Material madre. Para predecir el potencial de suministro de K por parte del suelo es necesario considerar los materiales parentales del mismo, así como las condiciones y procesos de formación de las arcillas.

- Textura. Es la característica del suelo con mayor incidencia en la dinámica de K. En términos cualitativos, la presencia relativa en el suelo de minerales arcillosos portadores de K determina no solo los niveles de este elemento en forma disponible, sino también el mantenimiento de estos a través del tiempo. Cuando un suelo es sometido a sistemas de producción en el cual hay retiros importantes de K, como es el caso de la vid, juegan un rol importante las formas de potasio no intercambiable. Hernández (1983), trabajando en varios suelos del Uruguay, concluyó que la fracción arcilla de los suelos es la que contribuye mayoritariamente como determinante del contenido total de K. En coincidencia con numerosos trabajos a nivel mundial, se concluyó que a medida que aumenta el porcentaje de arcilla, disminuye el nivel de potasio en la solución.

- Mineralogía de la fracción arcilla. En el trabajo mencionado anteriormente, se encontró que los suelos que presentan mayores niveles de K total tienen a la illita como la dominante en la fracción arcilla.

2.2.2 EL POTASIO EN LA VITIVINICULTURA

Si bien el potasio desempeña diversas funciones nutricionales en las plantas, no se incorpora en la estructura de los compuestos orgánicos; permanece en estado iónico en el citoplasma de las células y actúa principalmente como activador de los enzimas celulares (Ruiz, 2005).

Esta ampliamente demostrado que el K aumenta la translocación de fotosintatos, lo que causa indirectamente una mayor tasa de asimilación de CO₂.

Salsac (1977) señala como uno de los roles fundamentales del potasio el neutralizar las cargas negativas de los coloides celulares y de otras moléculas orgánicas, lo que en parte explica el aumento en su absorción cuando la alimentación nitrogenada provoca una elevación de la síntesis de ácidos orgánicos.

El potasio en los tejidos vegetales forma sales con ácidos orgánicos (ácido málico, ácido tartárico), las que se acumulan en las vacuolas celulares de manera activa, jugando un rol osmótico importante y constituyendo una reserva de sustrato carbonado y de poder reductor (Champagnol, 1984)

La nutrición potásica de la vid es relevante, pues la deficiencia de K provoca una disminución de azúcares y una acumulación de ácidos málico y cítrico en el jugo. El exceso de K se traduce en una importante acumulación del elemento en los órganos conductores y en una perturbación en la absorción de otros cationes, fundamentalmente el magnesio. Al respecto, Fregoni (1980) determinó que cuando en la hoja de vid la relación K:Mg es mayor a 10, la planta anticipa su reposo invernal, hay disminución de la acidez del jugo, hay retardo en el comienzo del crecimiento y se manifiestan los síntomas de carencia de Mg. Morris et al (1980) establecieron que existe una correlación negativa entre la cantidad de K y de Mg en los peciolos de la viña. Altas aplicaciones de K reducen los contenidos de Mg hasta llegar a niveles de deficiencias.

El K actúa directamente sobre la calidad del vino por su acción sobre el equilibrio ácido – base de los mostos. Ésta y otras relaciones entre el potasio disponible en los suelos y los diferentes parámetros en los mostos han sido establecidas por numerosos autores: Vercesi (1996) relacionó el nivel de potasio disponible en el suelo con mayor contenido de azúcar y pH en el mosto, y menor contenido de magnesio. Boselli y Volpe (1993), observaron una mayor afinidad del portainjerto SO4 por el K, lo que se reflejó directamente en el mosto con un aumento en el contenido del elemento, del ácido málico y del valor de pH a la cosecha. Resultados similares en los efectos de los niveles de potasio en los mostos fueron encontrados por otros autores, Corazzina et al. (1992), Kiss y Szókel (1992).

También existe a nivel internacional información que no establece efectos directos del contenido de K sobre las características de los mostos. Matthews et al. (1992), concluyeron que el mayor nivel de K en

el viñedo no se corresponde necesariamente con niveles diferentes en grados Brix, pH, ácido tartárico o K en los mostos. Añaden que se puede aumentar mucho el nivel de K sin que se refleje en los parámetros de calidad, y que el trabajo de Boulton (1980) que determina una alta relación entre estos parámetros, podría deberse a que se partía de valores bajos de K, y a que se estaba evaluando un sistema simple, dejando de lado todos los otros factores que también realmente influyen. Asimismo, Falcetti et al. (1992), al estudiar mostos de diferentes zonas, ven que el contenido de K de estos no varió para los diferentes factores estudiados.

En Uruguay, Silva et al. (2003) en sus trabajos en tres vendimias (1998 – 2000), determinaron correlación negativa entre el contenido del K y la acidez del mosto, que se manifiesta en diferente grado de acuerdo con la variedad analizada. Así, determinaron que, para contenidos similares de K en el mosto, la acidez descendió de acuerdo con la siguiente escala: Cabernet Sauvignon > Merlot > Tannat.

Los mismos autores también determinaron variación en la composición química de los mostos entre suelos (regiones) y años, principalmente en el contenido de Ca, Mg, K y Na. Respecto al calcio del mosto de las variedades Cabernet Sauvignon, Merlot, Tannat y Sauvignon Blanc, las diferencias entre regiones variaron entre un 50 y 100 % para un mismo año; siendo menor la diferencia en años secos. Al mismo tiempo, para una misma región, las diferencias entre años dependen de la variedad, por ejemplo, en el caso del Tannat del orden de 40 al 80% y para Cabernet Sauvignon entre 120 y 230%.

En los trabajos también se correlacionó el grado de alcohol probable en los mostos de los cultivares Tannat, Cabernet Sauvignon y Merlot con el contenido de K de los suelos, logrando determinar una correlación positiva: cuanto mayor K en el suelo mayor alcohol probable hasta un “nivel crítico” (contenido de K del suelo por encima del cuál no se produce aumento del alcohol probable). Se logró determinar incluso dependencia de la correlación estudiada con el año, mayor nivel crítico en años más secos.

En cuanto a la relación entre el contenido de nutrientes del suelo y el de las plantas (hojas), Ferrando et al. (2003) observaron una estrecha relación entre el K y Mg del suelo y su contenido en las hojas para la variedad Tannat. Los resultados hallados en diversas áreas vitícolas del Uruguay, con diversas litologías, indican la posible deficiencia foliar de K o Mg según si la relación K:Mg en el suelo es baja (<0.15) o alta (>0.5) respectivamente.

El pH elevado de frutas y vinos es uno de los principales problemas que afectan la calidad del vino Tannat en Uruguay. Por ello, Coniberti et al. (2012) llevaron adelante trabajos con el objetivo de evaluar el impacto de la eliminación de hojas y brotes laterales en la composición de uva Tannat; principalmente los efectos sobre el pH, el contenido de ácidos orgánicos y la acumulación de potasio en la fruta y el vino. De los mismos, los autores concluyeron que la acumulación excesiva de potasio en el mosto y el alto pH del vino resultante, se controló con éxito mediante la manipulación de la canopia, incluso en sitios de alta disponibilidad de K en el suelo.

A manera de concepto general final del capítulo e interpretando a Merino (2014), es posible afirmar que para una región con igual macroclima, el factor suelo asociado a la topografía del lugar aparece como un componente clave de un ecosistema vitícola, determinante de su aptitud vitícola y, por lo tanto, como elemento indispensable de clasificación de un terroir.

3. METODOLOGÍA

Situado entre los paralelos 30° y 35° latitud Sur y entre los 53° y 58° de longitud, Uruguay se ubica en una zona templada austral; en una franja considerada de alta potencialidad vitivinícola.

Las primeras variedades de uvas fueron introducidas a mediados del siglo XVII, unos cien años después que en el resto de los países latinoamericanos. Las cepas habrían llegado de Canarias (España), junto con las primeras familias que poblaban el nuevo territorio (Etchandy, 2014). Por lo tanto, la producción vitícola se da en diversas zonas del territorio, aunque, fundamentalmente como consecuencia de la crisis de la filoxera a finales del siglo XIX, la principal concentración de bodegas es en la región sur del país, particularmente en los Departamentos de Montevideo y Canelones.

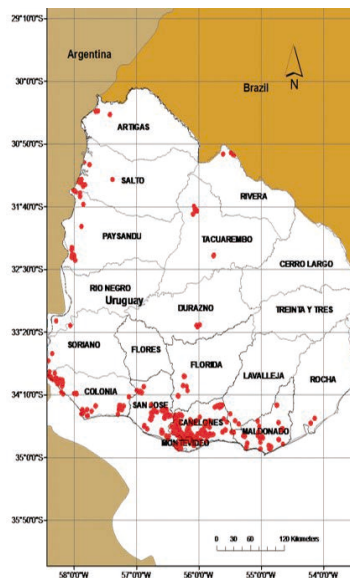
A pesar de la reducida superficie, la ausencia de accidentes geográficos importantes, un clima muy similar en todo el territorio y una vegetación casi exclusivamente herbácea, el Uruguay presenta sin embargo una gran variabilidad en cuanto a los tipos de suelos en las diferentes regiones (Docampo y Silva, 2013). De acuerdo con Durán y García (2007), ello es debido en gran parte a la gran diversidad de litologías en los materiales geológicos generadores de los suelos que, asociados a la topografía local y a la variación en el drenaje natural, provocan grandes diferencias en la pedogénesis.

El estudio exhaustivo de los suelos de un país, de una región o de una propiedad rural generalmente se denomina estudio de suelos o, en caso de estudios muy detallados, Inventario del Recurso Suelo (IRS), y requiere una descripción minuciosa de los suelos y diseñar un mapa edafológico. En el estudio se delinearán las diferentes unidades, las características comunes de todas las delineaciones con la misma descripción y contenido conforman una unidad cartográfica, o la unidad de mapa de suelos (UMS). El contenido de estas unidades cartográficas se determina con precisión y conforman las unidades taxonómicas de suelo (UTS). La unidad donde los suelos tienen propiedades y usos muy similares se llama una Serie de suelos, y cualquier desviación de la homogeneidad estipulada de la serie de suelos se llama inclusión. El mapa edafológico (o carta pedológica) es el de mayores aportes ya sea para la zonificación vitícola, como para la gestión técnica de los predios vitivinícolas.

Como lo destacan Durán y García (2007), aún dentro del limitado marco de conocimientos sobre la evolución morfológica del territorio uruguayo, varios autores han establecido divisiones del país en base a la configuración superficial del terreno y a la geología del sustrato. La interacción entre las diversas formaciones del subsuelo geológico y los procesos del modelado geomorfológico originó en el país un conjunto de áreas naturales en las que, sin perjuicio del grado de heterogeneidad en las litologías, las geoformas y los suelos que ocurren dentro de cada una constituyen una base útil para la regionalización del terreno en grandes unidades fisiográficas.

Estas unidades permiten agrupar suelos relacionados geográficamente, y a la vez distinguir tipos de suelos que no pueden diferenciarse al nivel taxonómico del mapa de suelos del país, pero que es conveniente separar en función de las características del material parental que influyen en algunas propiedades edáficas significativas desde el punto de vista productivo. La división del territorio en regiones contribuye a poner de relieve la relación de los suelos con sus principales factores de formación y su asociación con paisajes característicos.

Sobre esa base es que se definió la metodología para la elaboración del trabajo. Como primera fase se definió por parte de INAVI la distribución a nivel de parcela de los viñedos en todo el territorio de la República. Ello fue posible por los trabajos de georreferenciamiento que la Institución viene desarrollando desde hace más de 15 años en el marco del proyecto de Trazabilidad de la Vitivinicultura del Uruguay (figura 1).



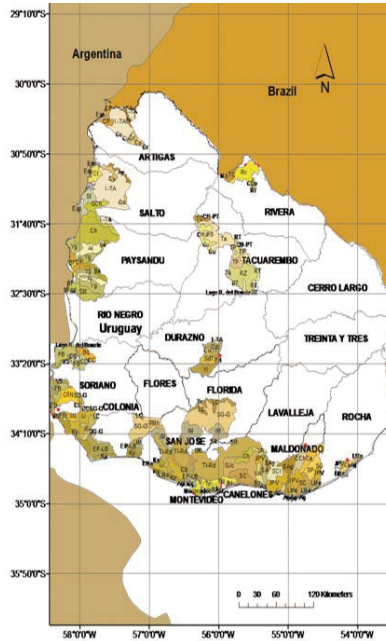


Figura 1.- Unidades de suelos (CRSU, 1976) de las áreas del País con viñedos (●) en Uruguay según georreferenciamiento de INAVI (2018)

Establecida la distribución de viñedos, la segunda fase consistió en superponer la misma sobre el mapa de las regiones geomorfológicas del Uruguay propuesto por Durán (1999). En base a la superposición de ambas capas y la información y herramientas disponibles (información cartográfica, cartas topográficas, Carta de reconocimiento de los suelos del Uruguay, los Grupos de Suelos CONEAT y fotografías satelitales) se delimitaron y conformaron las regiones geomorfológicas con viñedos del Uruguay.

Definidas las regiones geomorfológicas con viñedos, con la información disponible ya mencionada, se realizó la descripción y caracterización de los suelos representativos de cada una (los que predominan entre un 50 y 75 % de la unidad cartográfica). Para la definición de sus parámetros físicos y químicos, se utilizó la información disponible en la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay-Tomo III (1979) y en la Carta de reconocimiento de Canelones y Montevideo (1982).

Definidos los suelos y sus características, su clasificación se realizó en base a Soil Taxonomy (1975, 2010). Desde finales de los años cincuenta del siglo XX, al surgir la denominada Séptima Aproximación, a

nivel mundial conviven dos grandes metodologías de clasificación de suelos, las denominadas coloquialmente “americana” y “de la FAO”. Los elementos comunes a ambas clasificaciones son la importancia que se da a las herramientas que se utilizan para clasificar (características o propiedades y horizontes de diagnóstico) y el carácter sensiblemente dicotómico de su estructura. Sin embargo, analizándolas más en detalle, en la base de diagnóstico y en la propia estructura no son iguales. La primera (Soil Taxonomy) es la única que es posible utilizar con éxito tanto en los IRS generalizados como en los muy detallados anteriormente comentados; por ello, y porque se utiliza en el país y es una de las recomendadas en las “Líneas Directrices de la OIV sobre Metodologías de Zonificación Vitivinícola a nivel del suelo y del clima”, es la empleada en el trabajo. Igualmente, será establecida la clasificación correspondiente a la Taxonomía de Suelos propia y oficial de Uruguay en base a la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (CRSU, 1976).

4. REGIONES GEOMORFOLÓGICAS CON VIÑEDOS

Como ya fue establecido, la diversidad de litologías en los materiales geológicos generadores de los suelos junto con la topografía local y la variación en el drenaje natural, determinan una heterogeneidad de suelos importante en el país. Sin embargo, es posible señalar varios rasgos relevantes comunes a la mayoría de los suelos. Entre los más significativos se destaca el color oscuro en casi todo el solum: negro, pardo muy oscuro o pardo grisáceo muy oscuro. Las excepciones más importantes a estos colores la constituyen un cierto número de suelos derivados de materiales generadores areniscosos, con color pardo a pardo rojizo y rojo (o rojo amarillento) en los horizontes A y B respectivamente. Y otros suelos desarrollados sobre formaciones superficiales en la zona serrana, de substrato rocoso metamórfico, donde el color del horizonte B es rojo amarillento, a veces con fuerte moteado rojo (Durán et al., 2002)

Los mismos autores señalan como otro rasgo importante y común a la mayoría de los suelos, muy relacionado con el anterior, el alto contenido de materia orgánica hasta una profundidad importante (C orgánico: 12 - 25 kg m⁻¹ m⁻²). La excepción en este caso la constituyen los suelos de textura franco-arenosa o arenosa franca en el horizonte A.

También señalan que la mayor parte de los suelos poseen una saturación de bases (por AcONH₄) mayor a 50 por ciento y un pH mayor de 5,5 en todo el perfil; mostrando ambos valores tendencia a aumentar con la profundidad. Para estas propiedades, las excepciones más frecuentes también se encuentran en suelos derivados de areniscas ácidas y textura franco-arenosa en el horizonte superficial.

Un último rasgo común a los suelos más extendidos en el país es la dominancia de arcillas 2:1 con carga permanente, particularmente mica (illita) y esmectitas. En los suelos ácidos, de baja materia orgánica y texturas livianas, que son los más lixiviados y meteorizados, son poco frecuentes las esmectitas, siendo importantes la caolinita y la illita.

La predominancia de suelos con un horizonte superficial oscuro, rico en materia orgánica, bien estructurado en condiciones naturales y con dominancia de arcillas de carga permanente, que cumple los requisitos del horizonte mólico, es entonces una característica del Uruguay que da lugar a áreas importantes de suelos Melánicos (Molisoles).

Otra propiedad destacable es la presencia generalizada de horizontes subsuperficiales (a escasa profundidad) de textura fina y de carácter iluvial. Esta característica morfológica, casi siempre presente, da origen a suelos con un horizonte B argílico, de alto contenido de arcilla y poco permeable en Brunosoles Típicos, Lúvicos y Vertisoles [Argiudolls Typic y Vertic] principalmente.

Como fue descrito en metodología, mediante la superposición del mapa de distribución de viñedos con el mapa de las regiones geomorfológicas del Uruguay, se definieron las “Regiones Vitícolas” del Uruguay que se muestran en la figura 2. Para la descripción geomorfológica de cada una de las regiones, se mantuvieron las establecidas por Durán (1999) y Durán et. al. (2005). Para denominar las regiones vitícolas delineadas, en algunos casos se mantuvieron los nombres de la región geomorfológicas y en otros se emplea alguna característica particular de la misma.

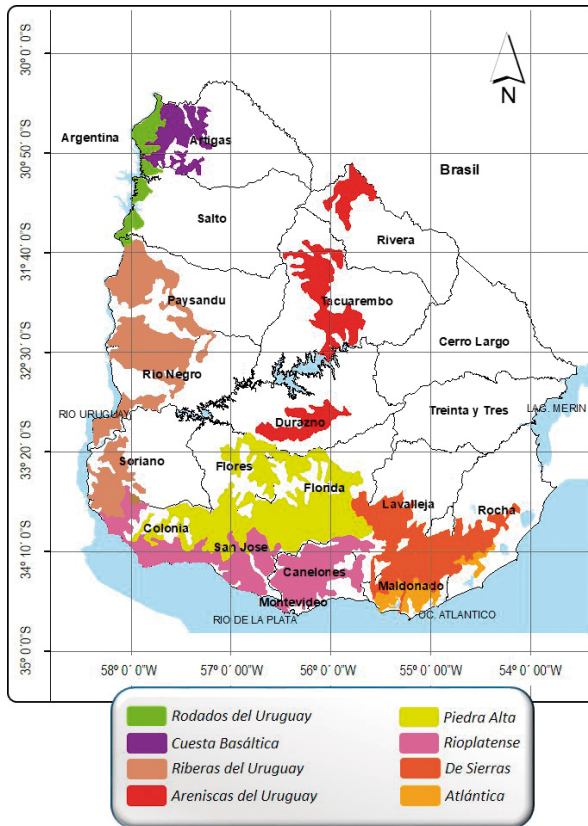


Figura 2.- Regiones vitícolas del Uruguay.

4.1 REGIÓN GEOMORFOLÓGICA TERRAZAS DEL ALTO URUGUAY

REGIÓN VITÍCOLA RODADOS DEL URUGUAY (RVROU)

De acuerdo con Durán et al. (2005, 2007), la Región Geomorfológica Terrazas del Alto Uruguay se desarrolla en forma de una franja homogénea a lo largo del curso superior del Río Uruguay, entre los ríos Arapey y Cuareim (figura 3). Comprende por un lado un relieve de terrenos ondulados y suavemente ondulados de pendientes menores a 3%, con planicies y glacis de escaso declive asociados. Por otro lado, colinas fuertemente onduladas, de pendientes mayores a 6%. La altitud del terreno no supera 50 a 60 metros sobre el nivel del mar (msnm). El sustrato está constituido por sedimentos fluviales del terciario superior (5.3 millones de años [Ma]) y litologías variadas (areniscas, fangolitas y conglomerados) depositados en terrazas.

La presencia de cantos rodados silicios es frecuente y puede alcanzar al 25 % en volumen en algunos terrenos de colinas. Las terrazas del Alto Uruguay están parcialmente recubiertas por sedimentos continentales cuaternarios limos arcillosos, especialmente en las planicies y glacis. Mientras que en las zonas más disectadas, la influencia de los sedimentos terciarios sobre los suelos es mucho más evidente.

Los suelos sobre areniscas son profundos, de textura media o liviana y fertilidad media, son profundos y de textura media a fina sobre los glacis limo arcillosos, y muy gravillosos y pedregosos sobre los sedimentos con alto contenido de material grueso (Rodados del Uruguay).

En la figura 3 se muestran las unidades cartográficas de suelos (CRSU, 1976) comprendidas en la que denominaremos Región Vitícola Rodados del Uruguay (RVRoU). En esta región se da la particularidad que existen viñedos sobre cada una de las unidades, por lo que hay coincidencia en la delimitación de la región vitícola con la geomorfológica.

Las características generales de las unidades cartográficas y la clasificación de los suelos representativos de la RVRoU se presentan en el cuadro 1. Los cuadros 2 y 3 resumen las características químicas y físicas de los mismos. Las figuras 4 y 5 representan la evolución en profundidad de la composición granulométrica y pH respectivamente. La figura 5 ejemplifica los perfiles de suelos más representativos.

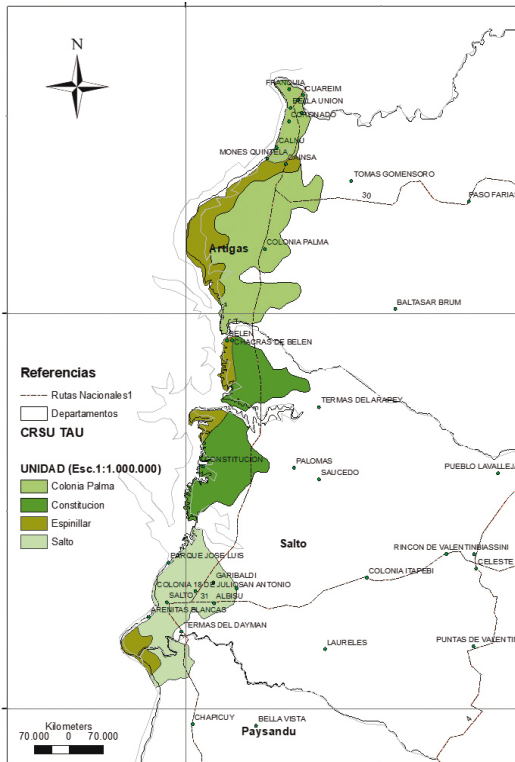
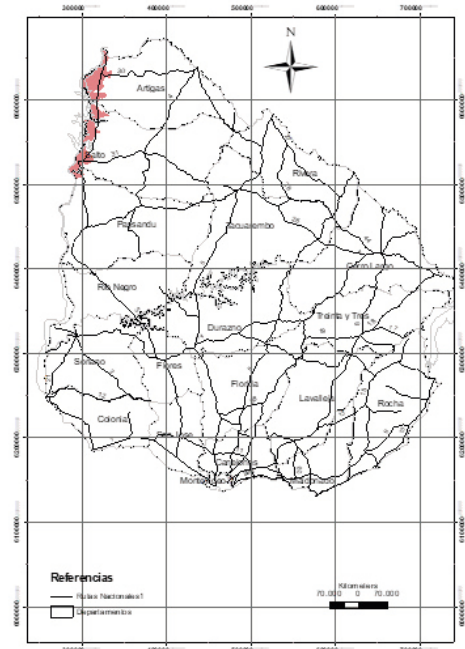


Figura 3.- Ubicación geográfica y Unidades cartográficas de suelos que comprende la Región Vitícola Rodados del Uruguay (RVRoU).

Cuadro 1.- Resumen de las características de las unidades CRSU de la región vitícola Rodados del Uruguay

Suelos (Dominantes) Clasificación		Geología	
Unidad (CRSU) ¹	Relieve	CRSU	Soil Taxonomy ²
Espinillar (Esp)	Llanuras altas y Lomadas suaves	Brunosoles Eutrícos Típicos.	Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Vertic Argiudoll
		LAc (vérticos)	
Colonia Palma (CP)a	Lomadas suaves	· Brunosoles Subeútricos Típicos (vérticos) LAC y	· Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Vertic Argiudoll
		· Argisoles Subeútricos Melánicos Típicos F.	· Fine, mixed, superactive, thermic Typic Argiudoll
Constitución (Ct)	Colinas sedimentarias	· Inceptisoles Ocrícos, Gv.	
		· Argisoles Districos (Subeútricos) Ocrícos / Melánicos Típicos	· Loamy-sandy, mixed, superactive, thermic Entic Hapludoll · Loamy-sandy, mixed, active, thermic Typic Argiudoll
Salto (St)	Lomadas suaves y fuertes (casquetes cantos rodados)	Argisoles Districos Ocrícos/Melánicos Típicos/Abrupticos	Loamy-sandy, mixed, active, thermic Typic (Abruptic) Argiudoll
			Sedimentos Arenosos, Areno-arcillosos de la Form. Salto y conglomerados

¹ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay, 1976.

² Durán A., Califra, A., Molino, J.H. and Lynn, W. 2005. Keys to Soil Taxonomy for Uruguay. USDA, NRCS.

Cuadro 2.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la región vitícola Rodados del Uruguay

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
		cmol kg ⁻¹								
Espinillar (Esp)	5,0	14,0	2,0	0,4	0,4	16,8	21,5	7,0	0,20	2,27
Colonia Palma (CP)	5,5	9,7	2,1	0,3	0,3	12,4	14,5	4,6	0,14	2,42
Constitución (Ct)	4,3	3,0	0,7	0,1	0,2	4,0	6,6	4,3	0,30	0,88
Salto (St)	4,6	2,9	1,2	0,1	0,5	4,7	5,3	2,4	0,41	1,07

Cuadro 3.- Propiedades físicas de suelos representativos de la región vitícola Rodados del Uruguay

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua	
								Disponible	Pot. Disp. neta
	Arena	Limo	Arcilla	mm 10 cm ⁻¹			mm ***		
Espinillar (Esp)	45,0	24,8	30,1	1,26	52	29,0	13,6	15,4	141
Colonia Palma (CP)	63,6	18,1	18,3	1,25	53	24,5	9,0	15,4	109
Constitución (Ct)	79,0	8,0	13,0	1,39	48	14,3	5,1	9,2	74
Salto (St)	83,0	9,0	8,0	1,37	48	13,8	3,3	10,6	107

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino, J.H. y Califra, A. 2001.

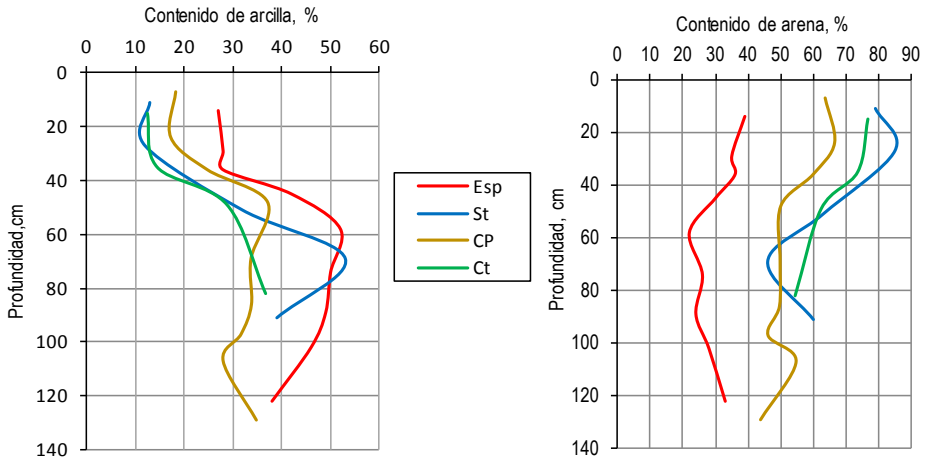


Figura 4. - Composición granulométrica en profundidad según unidad cartográfica de la región vitícola Rodados del Uruguay

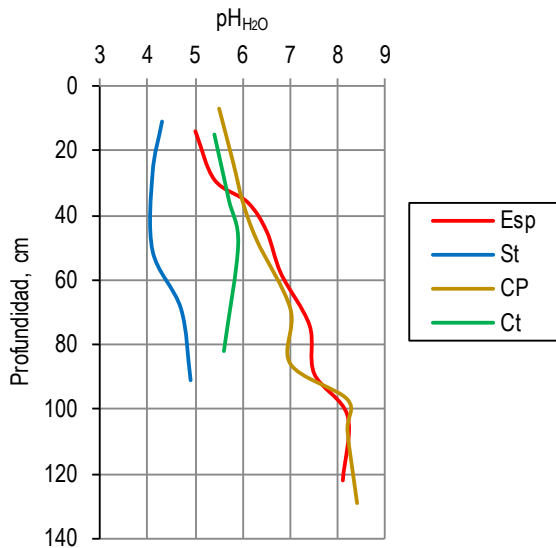


Figura 5. - Valores de pH_{H2O} en profundidad según unidad cartográfica de la región vitícola Rodados del Uruguay

Unidad Colonia Palma



Foto: A. Silva



Foto: A. Silva

Unidad Espinillar



Foto: A. Silva

Unidad Salto

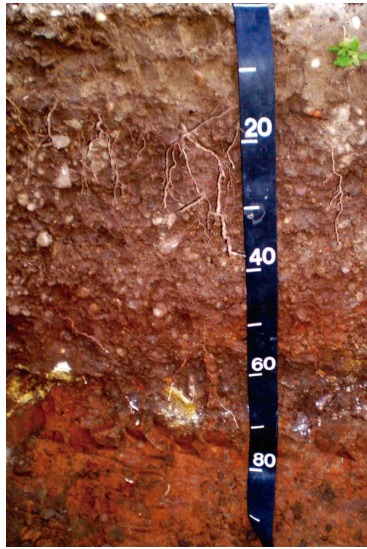


Foto: A. Silva

Unidad Constitución



Foto: R. Docampo

Figura 6.- Perfiles representativos de la región vitícola Rodados del Uruguay

Del análisis de la información presentada es posible resumir las características edáficas de la RVRoU en:

Los suelos dominantes de la región son moderadamente profundos a profundos, y en función de la textura es posible identificar dos grupos: las unidades Espinillar y Colonia Palma de textura fina a media, y las unidades Constitución y Salto con textura franco-arenosa a arenosa, gravillosa (figura 5). El drenaje natural del primer grupo es moderadamente bien drenado a imperfecto, en tanto en el segundo es bien drenado a moderadamente bien drenado. La permeabilidad varía de lenta a moderadamente lenta en el grupo Esp y CP (3-48 cm día⁻¹), y de moderadamente lenta a rápida (12 a más de 300 cm día⁻¹) para Ct y St.

Los suelos dominantes de Esp y CP tienen fertilidad natural media a alta en el horizonte superficial (CIC_{pH7} 14-27 cmol kg⁻¹), en tanto es baja a media en los dominantes de Ct y St (4-11 cmol kg⁻¹). El nivel de carbono orgánico originales guarda la misma relación entre grupos, 2.0-2.5 y 0.5-1.5% respectivamente.

El riesgo de sequía es medio a bajo, con una capacidad de almacenamiento de agua (APDN) de 90 y 125 mm para Ct - St y Esp - CP respectivamente.

Desde el punto de vista químico los dos grupos presentan un pH_{H2O} en superficie ligera a moderadamente ácido (5.5/6.4 a 5.0/5.4), si bien en Ct y St los valores pueden ser en algunos suelos inferiores a 5.0. Al mismo tiempo, para Esp y CP dicho parámetro se incrementa en profundidad (figura 6)

La erosión actual y general es baja a muy ligera en toda la región.

De las características generales, finalmente merece resaltarse el alto contenido porcentual de calcio en todos los grupos, que varía entre 60 y 80 % de las bases totales. No obstante, en Esp y CP los valores absolutos son más altos (10 cmol kg⁻¹) respecto a los de Ct y St (3 cmol kg⁻¹).

Para una zona específica de la RVRoU se dispone de información detallada que confirma la influencia de la geología en la forma del paisaje y, por consiguiente, en el clima del viñedo; así como que la naturaleza de la roca gobierna las características físicas y químicas del suelo. Al mismo tiempo, el análisis detallado de la zona ratifica la relevancia del presente estudio de regiones, el alcance de sus conclusiones y que el mapa geológico y/o edafológico (o carta pedológica) es el de mayores aportes ya sea para la zonificación vitícola como para la gestión técnica de los predios.

En el período 2007-2010, un equipo de investigación integrado por más de veinte profesionales de tres servicios de la Universidad de la República (UDELAR), desarrolló actividades con el objetivo de delimitar un terroir en una zona del límite litoral oeste de los departamentos de Salto y Paysandú (figura 7).

De acuerdo al informe de Echeverría (2011), se realizó una carta geológica 1:50.000 del área de Nueva Hespérides-Corralito y 1:20.000 de los alrededores de tres viñedos de la misma. Zona con una tradición vitivinícola de más de un siglo de antigüedad que refleja una cultura propia del sector y le da una identidad. Los tres viñedos están instalados sobre dos unidades: limos de la Formación Nueva Hespérides y Cantizales de la Formación Salto; lo que difiere significativamente entre los mismos es la proporción de cada una de ellas (figura 7)

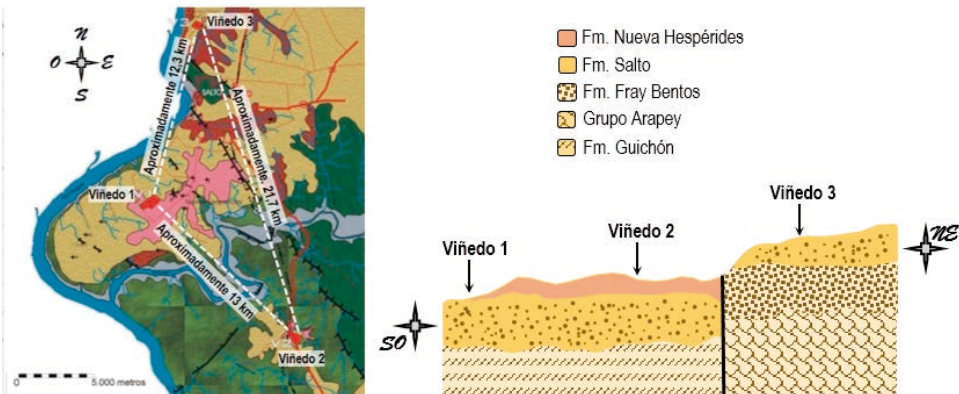


Figura 7.- Localización del área de trabajo, corte geológico y ubicación de los viñedos estudiados en la delimitación del terroir en el límite departamental litoral oeste Salto-Paysandú.

Fuente: Elaborado en base a Bossi y Bosca en Echeverría et al., 2011

El cuadro 4 resume las características químicas de los suelos de cada uno de los viñedos estudiados. En la mayoría de los parámetros se observan diferencias importantes, siendo los valores extremos los del viñedo 2, situado exclusivamente sobre los limos de la formación Nueva Hespérides, y los del viñedo 3, situado exclusivamente sobre la formación Salto. El suelo del viñedo 1, situado en una zona con influencia de ambas formaciones, presenta valores intermedios.

Cuadro 4.- Datos analíticos de los suelos (horizontes A) de los tres viñedos estudiados.

Viñedo	pH _{H₂O}	Ca	Mg	Na	K	BT	C.O. (%)	Ca:Mg	K:Mg
		cmol kg ⁻¹							
2 - SV1_A6	7,2	27,9	3,8	0,4	0,5	32,5	1,8	7,3	0,12
1 - SV2	6,2	14,4	2,1	0,2	0,3	17,0	1,4	6,8	0,13
3 - SV3	6,0	6,1	1,1	0,1	0,3	7,6	0,7	5,6	0,28

Como conclusión general, los autores señalan que la interpretación de la influencia de los factores ambientales: geología, clima, topografía, suelos y el paisaje en la producción vitícola, permitió delimitar un terroir en Salto y Norte de Paysandú con dos subunidades: Nueva Hespérides y Parada Daymán (o Valle del Daymán). Y que tanto la respuesta de la planta como la composición de la baya y su expresión en el vino confirmaron esa delimitación.

En efecto, por un lado los autores determinaron que en los viñedos de suelos de textura con mayor porcentaje de arcilla (SV1 y SV2), la relación K:Mg en planta (pecíolo) fue, en promedio, menor a 2, relacionado directamente con una relación K:Mg en el suelo inferior a 0,15 (cuadro 4) e indicando potencial deficiencia de K. En el viñedo de textura más arenosa (SV3), determinaron una relación de K:Mg en planta mayor a 10, es decir, potencial deficiencia de Mg. Los resultados son coincidentes con los de Fregoni (1980) y Ferrando et al (2003), citados en el capítulo 2.

Al mismo tiempo, Echeverría et al. (2011) describen diferencias significativas en todas las variables medidas a nivel de las bayas entre los sitios analizados. Destaca que en el suelo de alto contenido de arcilla (SV1A6) los contenidos de azúcar (gr) y polifenoles totales (A280) fueron menores; y que en el suelo más arenoso (SV3) el pH y la concentración de antocianos (mg l⁻¹) medidos a pH 3.2 fueron mayores.

4.2 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA CUESTA BASÁLTICA

REGIÓN VITÍCOLA CUESTA BASÁLTICA (RVCB)

De acuerdo con Durán et al. (2005, 2007), la intensa fracturación del zócalo provocada por una fuerte tectónica durante el jurásico – cretácico (210-70 Ma), generó en el norte de Uruguay el ascenso de enormes masas de lavas no orogénicas (basaltos tholeíticos - formación Arapey), cuya posterior basculación confirió a esta región una estructura de cuesta con pendiente general hacia el oeste y un frente abrupto al este, donde se alcanzan mayores altitudes (300 msnm o mayores). Es lo que denominan Región Geomorfológica Cuesta Basáltica. Las pendientes del terreno varían mayormente entre 3 y 15% aunque pueden alcanzar hasta 18%, y la rocosidad es de 2 a 10%. La cuesta basáltica presenta dominancia de suelos fértiles pero muy superficiales en el sector oriental de la Cuchilla de Haedo, y suelos profundos, pesados y fértiles en el occidental, aunque unos y otros se asocian a menudo localmente en un padrón intrincado.

En la cuesta basáltica se reconocen mesetas (planicies elevadas) que constituirían remanentes de superficies de aplanamientos de edades comparables a las existentes en la región de sierras. Las más antiguas poseen los mayores valores de rocosidad y suelos dominantes superficiales, en tanto en las más modernas se observan formaciones superficiales más potentes, de texturas finas, que originan en forma dominante suelos más profundos, lo que refleja el efecto de la denudación posterior al aplanamiento que les dio origen.

En la figura 8 se muestra la ubicación geográfica de la Región Vitícola Cuesta Basáltica delineada en función de los viñedos existentes, la misma comprende exclusivamente la unidad cartográfica de suelos Itapetí-Tres Arboles (CRSU, 1976).

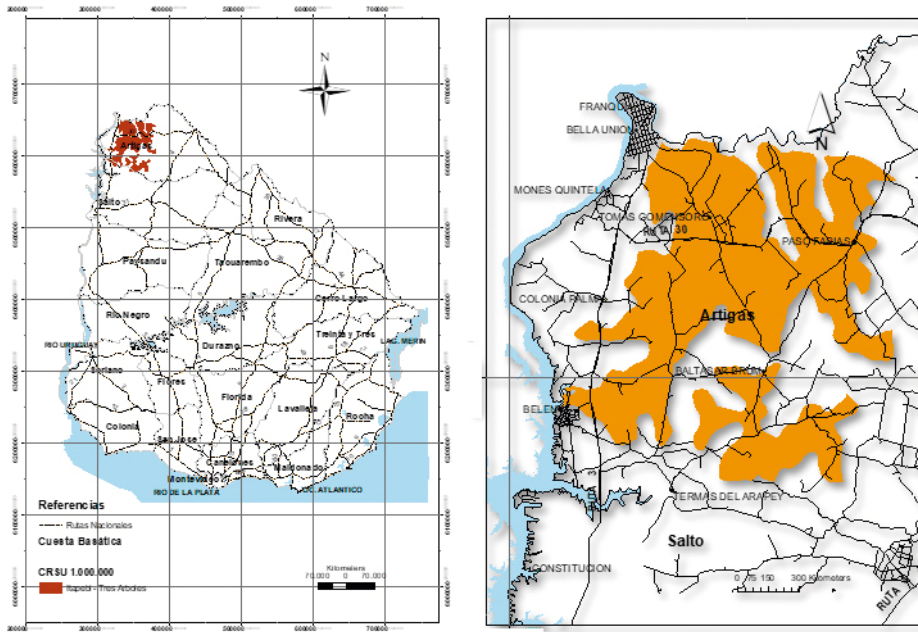


Figura 8. - Ubicación geográfica y unidad cartográfica de la región vitícola Cuesta Basáltica

Las características generales de la unidad cartográfica y la clasificación del suelo representativo de la RVCB se presentan en el cuadro 5. Los cuadros 6 y 7 resumen las características químicas y físicas de la misma. Las figuras 9 y 10 representan la evolución en profundidad de la composición granulométrica y, del pH y bases intercambiables respectivamente. La figura 11 ejemplifica los perfiles de suelos más representativos.

Cuadro 5.- Resumen de las características de la unidad CRSU de la región vitícola Cuesta Basáltica.

Unidad (CRSU) ³	Relieve	CRSU	Suelos (Dominantes) ⁴ Clasificación	Geología
			Soil Taxonomy ⁵	
Itapebí – Tres Arboles (I-TA)	Lomadas suaves, a veces fuertes	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Típicos LAC, mp. Vérticos · Vertisoles Háplicos Ac, mp 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, smectitic, active, thermic Vertic Argiudoll · Very fine, smectitic, thermic Typic Hapludert 	Sedimentos limo-arcillosos cuaternarios sobre formación Arapey (Basalto y removilizaciones)

³ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

⁴ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad.

⁵ Key to Uruguayan Soils Classification.

Cuadro 6.- Datos analíticos del suelo representativo (horizonte A) de la unidad cartográfica de la región vitícola Cuesta Basáltica

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
Itapebí – Tres Arboles(I-TA)	6,2	22,4	6,3	0,8	0,8	30,3	35,8	3,6	0,13	3,99

Cuadro 7.- Propiedades físicas del suelo representativo (Horizonte A) de la región vitícola Cuesta Basáltica

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)		Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua Disponible	Agua Pot. Disp. neta	
	Arena	Limo							Arcilla
Itapebí – Tres Arboles (I-TA)	13,1	46,3	40,6	1,11	58	42,8	21,2	21,7	124

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino, J.H. y Califra, A. 2001 Agua potencialmente disponible neta (APDN) total del perfil.

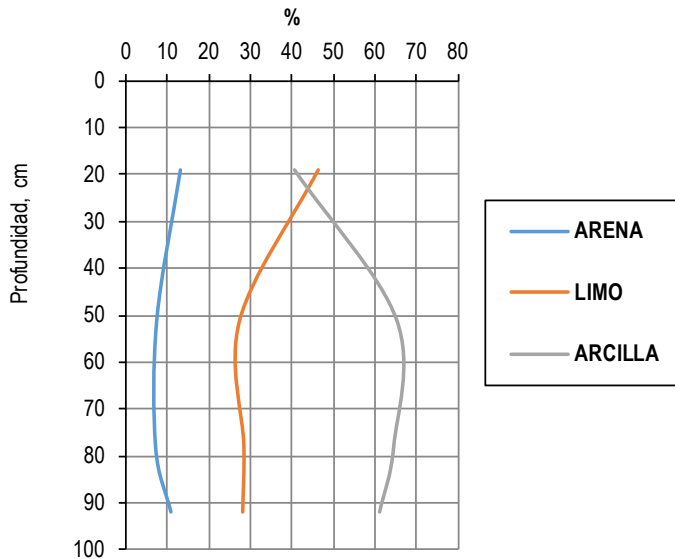


Figura 9. - Perfil granulométrico de un suelo representativo de la región vitícola Cuesta Basáltica

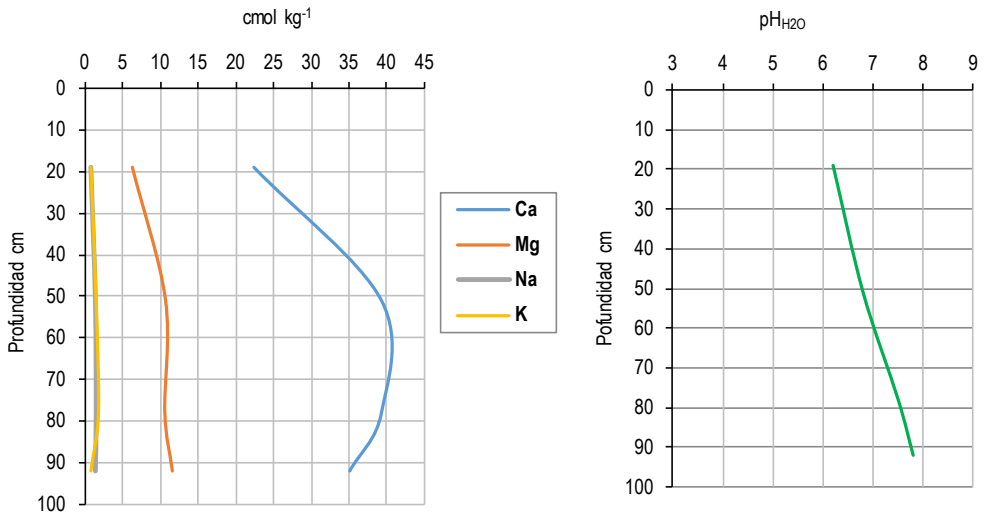
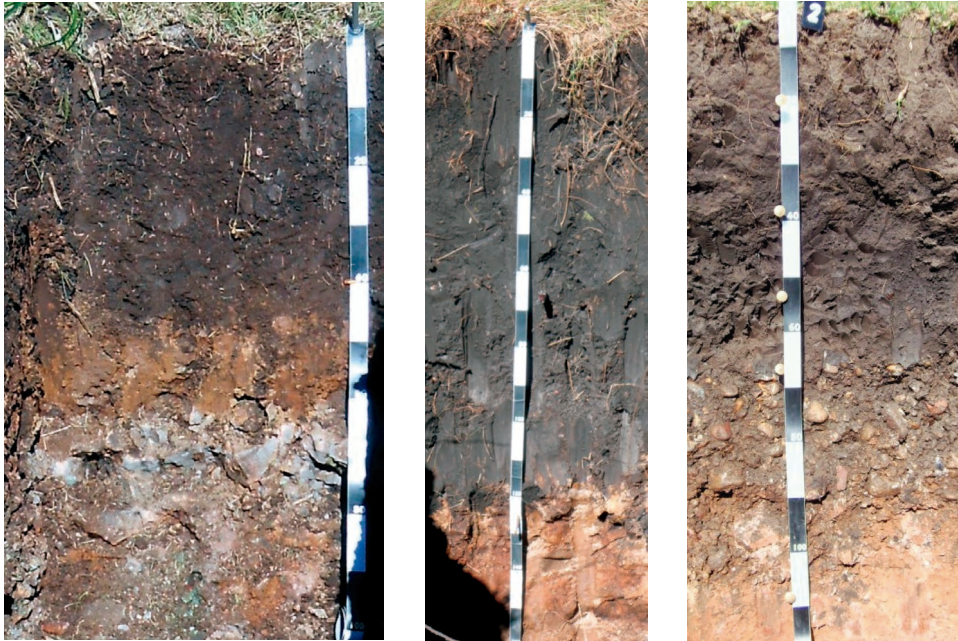


Figura 10. Distribución en profundidad de las bases intercambiables (cmol kg⁻¹) y del pH de un suelo representativo de la región vitícola Cuesta Basáltica

Itapebí – Tres Arboles


Fotos: R. Docampo

Figura 11.- Perfiles representativos de la región vitícola Cuesta Basáltica (RVCB)

De acuerdo con la información presentada, los suelos dominantes de la región son moderadamente profundos, de textura fina, limos arcillosos, vérticos, moderadamente bien drenados a algo pobre y una permeabilidad lenta ($3-12 \text{ cm día}^{-1}$). Hay predominio de suelos con fertilidad natural alta a muy alta ($\text{CIC}_{\text{pH}7} 35-50 \text{ cmol kg}^{-1}$) en el horizonte superficial. Presentan rocosidad y pedregosidades ligeras. El riesgo de sequía es medio a bajo, con una capacidad de almacenamiento de agua alta (APDN de $120-130 \text{ mm}$). La erosión actual y general es nula o muy ligera.

Desde el punto de vista químico estos suelos presentan un $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ en superficie ligeramente ácido a neutro ($5.5/6.4$ a $6.5/7.4$) valores que se incrementan en profundidad (figura 10).

Finalmente, merece resaltarse el alto contenido de calcio en el horizonte superficial (en torno al 75% de las BT) que además incrementa en profundidad. La relación Ca:Mg oscila entre 3 y 4. Son suelos con un alto nivel original de carbono orgánico (3-5%).

4.3 – REGIONES GEOMORFOLÓGICAS SEDIMENTARIAS

4.3.1 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA SEDIMENTARIA CENTRO OESTE

REGIÓN VITÍCOLA RIBERAS DEL URUGUAY (RVRU)

La Región Sedimentaria Centro Oeste definida por Durán et al. (2005, 2007) es de escaso relieve ya que su altitud varía entre 30 y 120 msnm, posee un origen vinculado a la tectónica cretácea (140-70 Ma), que en este caso provocó la formación de una cuenca en la que se depositaron espesores importantes de areniscas eólicas y fluviales de dicha edad; y que fueron parcialmente recubiertas, sobre todo en su borde oriental, por sedimentos cenozoicos, limosos o arenosos muy finos, casi siempre calcáreos.

Las diferencias en las litologías de los sedimentos influyeron apreciablemente en el modelado posterior de las formas del paisaje, que varía desde lomadas suaves o fuertes hasta relieve tabulares bordeado por escarpas bien definidas.

Las lomadas, de 3-6 % de pendiente, son más comunes en los sedimentos terciarios, en tanto las escarpas, mesetas y valles se asocian a areniscas con capas endurecidas o a algunos caliches muy cementados; en estos terrenos las pendientes alcanzan valores de hasta 10-15 %.

Los suelos sobre areniscas cretáceas y pliocénicas (140 – 5 Ma) son profundos o superficiales, de fertilidad media o baja, a veces asociados a escarpas rocosas. En tanto que los derivados de sedimentos limosos y calcáreos son de profundidad variable, pero de alta fertilidad.

En la figura 12 se presenta la ubicación geográfica y las unidades cartográficas que comprenden el área delineada como Región Vitícola Riberas del Uruguay (RVRU)

En cuadro 8 resume las características generales de las unidades cartográficas y la clasificación de los suelos representativos de la RVRU. Los cuadros 9 y 10 resumen las características químicas y físicas de los mismos. La figura 13 representa la evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena, y la figura 14 la del pH. En la figura 15 se muestran imágenes de los perfiles de suelos más representativos.

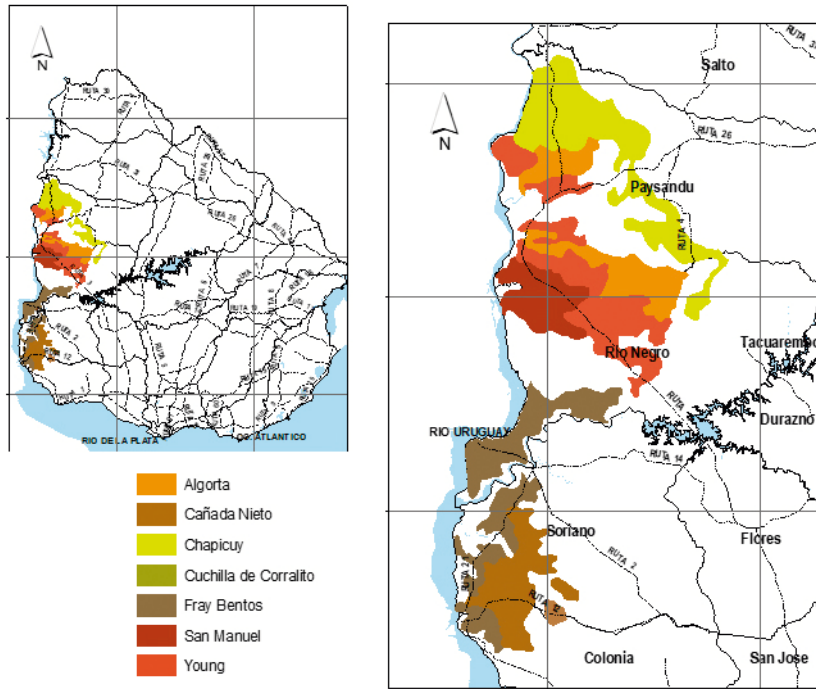


Figura 12.- Ubicación geográfica y unidades cartográficas de la región vitícola Riberas del Uruguay (RVRU).

Cuadro 8.- Resumen de las características de las unidades CRSU de la región vitícola Riberas del Uruguay.

Unidad (CRSU) ⁶	Suelos (Dominantes) ⁷ Clasificación		Geología
	Relieve	CRSU	
Algorta (Al)	Lomadas suaves y fuertes	<ul style="list-style-type: none"> Argisoles Districos Ocricos Abrupticos (Típicos) Ar, h Planosoles Districos (Melánicos) Ar, h 	<ul style="list-style-type: none"> Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Abruptic Argiudoll Fine-loamy, mixed, active, thermic Typic Albaqualf Sedimentos arcillo-arenosos cuaternarios y removilizaciones de materiales cretáceos
Chapicuy (Ch)	Lomadas fuertes y suaves con colinas sedimentarias	<ul style="list-style-type: none"> Brunosoles Subeutricos Típicos (Lúvicos) ArF/Ar Argisoles Subeutricos Ocricos Típicos Ar hm, ródicos 	<ul style="list-style-type: none"> Fine-loamy, mixed, active, thermic Pachic Argiudoll Fine, mixed, superactive, thermic Abruptic Argiudoll Sedimentos areno-arcillosos y areno-francos de removilizaciones cretáceas
Cañada Nieto (CñN)	Lomadas fuertes y algunas colinas sedimentarias asociadas	<ul style="list-style-type: none"> Brunosoles Subeutricos Típicos ArF, mp 	<ul style="list-style-type: none"> Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll Sedimentos areno-arcillosos de removilizaciones de form. F. Bentos y sedimentos limo-arcillosos de la form. Libertad
Fray Bentos (FB)	Colinas sedimentarias Lomadas fuertes	<ul style="list-style-type: none"> Brunosoles Eutricos Típicos LAc/F. mp 	<ul style="list-style-type: none"> Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll Sedimentos limo-arcillosos de form. Libertad sobre form. F. Bentos

Cuadro 8.- Continuación

Unidad (CRSU) ⁶	Relieve	Suelos (Dominantes) ⁷ Clasificación		Geología
		CRSU	Soil Taxonomy ⁸	
Paso Palmar (PP)	Altiplanicies e interfluvios de lomadas suaves y colinas sedimentarias	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutricos Lúvicos (Típicos) F/FGv, mp, pseudolíticos · Vertisoles Rupticos Lúvicos ArAc/LAc 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert 	Materiales cretáceos y sedimentos limo-arcillosos de la form. Libertad
San Manuel (SM)	Interfluvio de lomadas suaves y altiplanicies con escarpas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutricos Típicos (Háplicos) LAc (L), mp. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll · Loamy, mixed, superactive, shallow, thermic Lithic Hapludoll 	Sedimentos limosos consolidados (carapachos calcáreos) y sedimentos limosos con clara influencia de la form. F. Bentos
Young (Yg)	Lomadas suaves con lomadas fuertes y colinas sedimentarias no rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutricos Típicos F(ArAc) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine-loamy, smectitic, thermic Pachic Argiudoll 	Sedimentos francos sobre form. Fray Bentos

⁶ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

⁷ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

⁸ Durán, A., A. Califra y J. H. Molfino, and W. Lynn. 2005. Keys to Soil Taxonomy for Uruguay. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

Cuadro 9.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la región vitícola Riberas del Uruguay.

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	cmol kg ⁻¹							CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
		Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)					
Algorta (Al)	6,7	6,8	1,1	0,5	0,3	8,7	9,8	6,18	0,27	1,35		
Chapicuy (Ch)	6,0	8,3	0,6	0,1	0,2	9,2	11,2	13,83	0,33	1,08		
Cañada Nieto (CñN)	7,4	17,8	1,0	0,3	0,8	19,9	19,9	17,80	0,80	2,24		
Fray Bentos (FB)	6,3	19,0	1,9	1,3	0,6	22,8	23,4	10,0	0,31	2,32		
Paso Palmar (PP)	5,6	10,5	2,8	0,2	0,3	13,8	17,3	3,75	0,11	2,42		
San Manuel (SM) USDA2	6,9	31,8	1,4	1,4	0,1	34,7	35,8	22,7	0,07	3,91		
Young (Yg)	6,0	22,1	3,5	0,2	0,6	26,4	28,6	6,31	0,17	2,98		

Cuadro 10.- Propiedades físicas de los suelos representativos (horizonte A) de la región vitícola Riberas del Uruguay.

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua Disponibile mm 10 cm ⁻¹	Agua Pot. Disponibile neta mm ***
	Arena	Limo	Arcilla						
Algorta (Al)	78,0	10,0	12,0	1,35	49	16,5	5,2	11,3	123,7
Chapicuy (Ch)	75,0	4,5	20,5	1,38	48	16,8	8,1	8,8	100,1
Cañada Nieto (CñN)	47,8	27,8	24,4	1,26	52	27,1	12,1	15,0	146,4
Fray Bentos (FB)	43,7	27,5	28,8	1,26	52	28,7	13,9	14,8	115,4
Paso Palmar (PP)	70,0	13,0	17,0	1,25	53	23,2	8,1	15,1	88,2
San Manuel (SM) USDA2	39,8	27,2	33,0	1,12	58	37,0	16,6	20,4	117,3
Young (Yg)	43,0	27,0	30,0	1,20	55	31,9	14,8	17,1	145,0

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A., 1988

*** Molfino, J.H. y Califra, A. 2001.

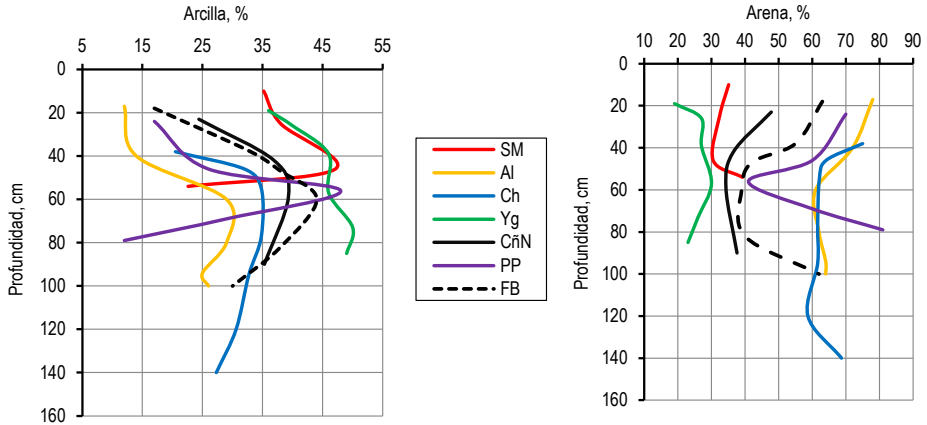


Figura 13.- Composición granulométrica (arcilla) de perfiles representativos de Región Vitícola Riberas del Uruguay.

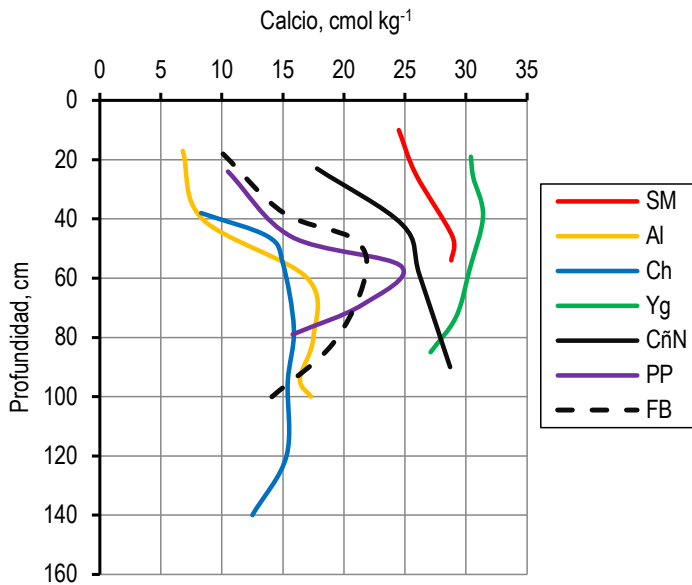
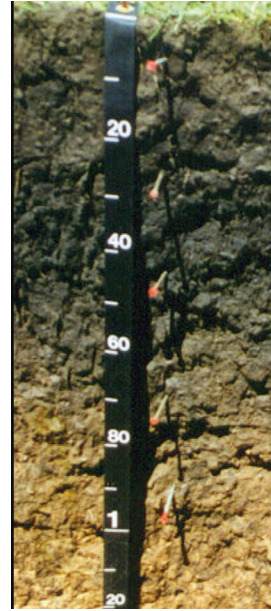


Figura 14. - Evolución del contenido de calcio en profundidad de los suelos representativos de Región Vitícola Riberas del Uruguay.

Unidad Chapicuy (Ch)

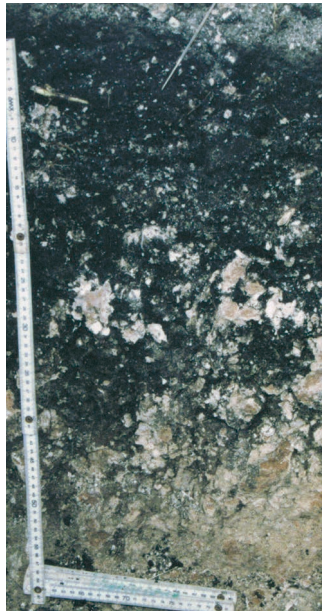


Unidad Cañada Nieto (CñN)



Fotos: A. Califra, A. Durán

**Unidad
San Manuel
(SM)**



Fotos: A. Califra, F. Aulliamé, A. Silva

**Fray Bentos
(FB)**



Fotos: R. Docampo, A. Silva

**Unidad Algorta
(AI)**



Fotos: A. Califra, A. Silva

Figura 15.- Perfiles representativos de la Región Vitícola
Riberas del Uruguay

De acuerdo con la información presentada, corresponde señalar que los suelos dominantes de la región son moderadamente profundos a profundos. En función de la textura es posible diferenciar dos grupos: las unidades Al, Ch, CñN, FB y PP con un contenido promedio de arena de 72 %, y las unidades SM y Yg con un promedio de 39%. En contraposición, los valores de arcilla son 17 y 30 % respectivamente.

Más allá de la diferencia textural, el drenaje natural de los suelos es moderadamente bien drenado para todas las unidades; en tanto la permeabilidad varía de moderadamente lenta a lenta ($48-3 \text{ cm día}^{-1}$). El riesgo de sequía en términos generales es medio a bajo, con una capacidad de almacenamiento promedio de agua (APDN) entre 100 a 145 mm en el perfil explorable por las raíces. Se separa la unidad PP con un riesgo de sequía medio a alto (APDN 88 mm).

Se destacan como principales factores limitantes en la totalidad de las unidades el riesgo medio a alto de erosión, y en algunas de ellas (CñN, SM y Yg) la erosión actual, la degradación de la estructura y/o encostramiento (suelos con historial agrícola).

De acuerdo a los valores de CIC a pH7 en el horizonte superficial, la mayoría de los suelos tienen fertilidad natural media ($\text{CIC}_{\text{pH7}} 10-20 \text{ cmol kg}^{-1}$), se destacan con fertilidad natural alta ($\text{CIC}_{\text{pH7}} >20 \text{ cmol kg}^{-1}$) los de SM y Yg.

La mayoría de los suelos presentan un $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ en superficie ligeramente ácido a moderado (5.5/6.4 a 5.0/5.4), si bien en CñN y FB los valores son superiores, comprendidos en el rango de 6.5-7.4 (neutro). En todos los suelos el parámetro se incrementa en profundidad debido fundamentalmente al aumento del contenido de calcio (figura 14).

4.3.2 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA SEDIMENTARIA SUROESTE

REGIÓN VITÍCOLA RIOPLATENSE (RVR)

Durán et al. (2005, 2007) definen como Región Sedimentaria Suroeste a la que se extiende a lo largo de la costa rioplatense desde Colonia, en el oeste, hasta el borde oriental de la fosa del Río Santa Lucía. Forma una franja de ancho irregular que constituye una cuenca de sedimentación activa hasta un período reciente en su mayor parte.

El recubriendo superficial corresponde a sedimentos limo arcillosos pleistocénicos (2,5-0.1 Ma) de la formación Libertad, por debajo

aparecen los sedimentos cenozoicos en el sector oeste (35-2 Ma) de las formaciones Raigón y Fray Bentos, y los cretácicos (130-65 Ma) de la formación Migués en la fosa del Santa Lucía (sector este). Estos últimos, localmente, en algunos entalles asociados a vías de drenaje o en áreas más extensas como en el caso de areniscas cretácicas en la zona de Migués, se convierten en el material generador de suelos.

La altitud es casi siempre inferior a 100 msnm y el relieve es débil, predominan lomadas suaves y glacis de escasa pendiente con suelos profundos y fértiles, excepto en áreas donde el sustrato terciario o cretácico aparece a poca profundidad, que origina suelos de fertilidad media o baja.

En función de los viñedos existentes dentro de la región geomorfológica sedimentaria suroeste se delineó la Región Vitícola Rioplatense (RVR), cuya ubicación y unidades cartográficas que comprende se muestran en la figura 16.

La RVR presenta un área de escasa superficie pero que se considera oportuno comentar. En el plioceno (2.5-5 Ma), durante una transgresión marina, se depositan arenas, arcillas y lumaquelas con matriz fuertemente calcárea que conforman la Fm. Camacho (Durán, 1999). Si bien sus afloramientos son muy limitados en un área próxima a la ciudad de Carmelo (departamento de Colonia: Punta Gorda, Calera de las Huérfanas), los suelos generados por ese material parental presentan características particulares que permiten expresar plenamente cualidades enológicas en algunas variedades, particularmente las de uvas tintas.

En el cuadro 11 se presentan las características y la clasificación de los suelos representativos de la RVR. En los cuadros 12 y 13 las características químicas y físicas de los mismos. La figura 17 muestra la evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena, la figura 18 la del calcio intercambiable. En la figura 19 se presentan imágenes de los perfiles más representativos.

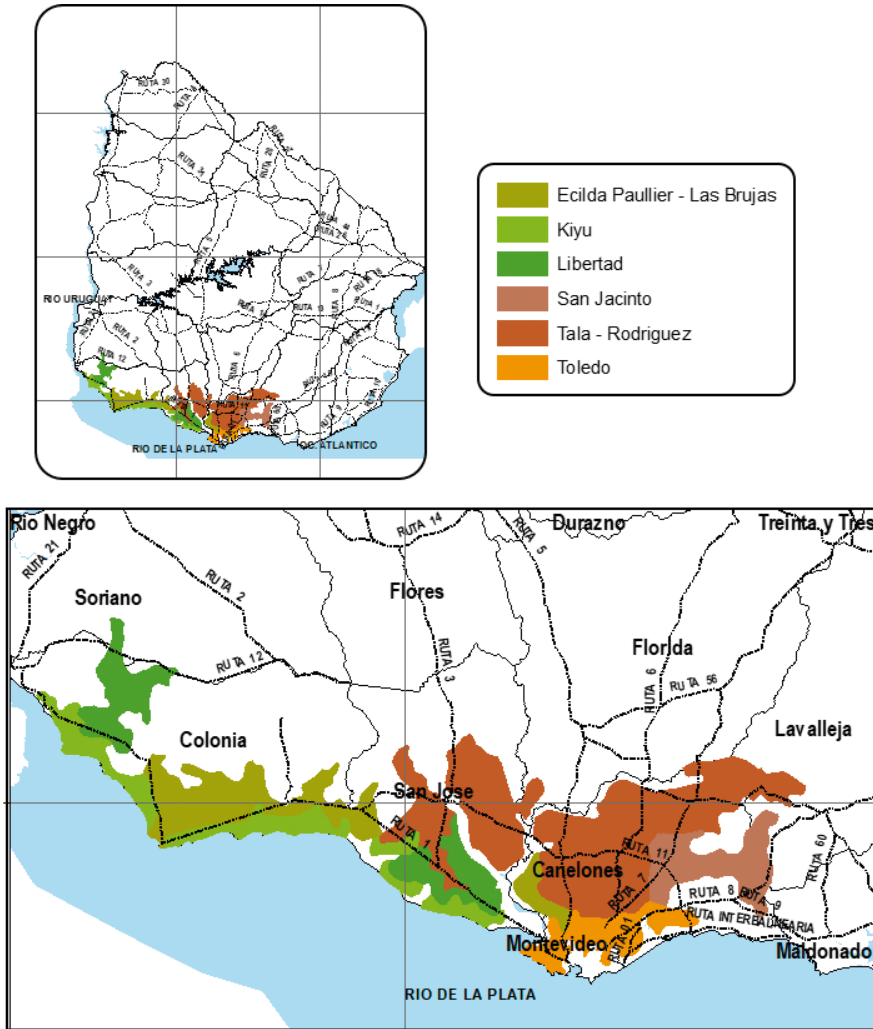


Figura 16. - Ubicación geográfica y unidades cartográficas CRSU que comprende la Región Vitícola Rioplatense (RVR)

Cuadro 11.- Resumen de las características de las unidades CRSU de la región vitícola Rioplatense.

Unidad (CRSU) ⁹	Suelos (Dominantes) ¹⁰ Clasificación		Geología
	Relieve	CRSU	
Kiyú (Ky)	Lomadas suaves y llanuras altas con mesorrelieve	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutricos/Eutricos Típicos/ Lúvicos L · Planosoles Subeutricos/Eutricos Melánicos L 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Pachic Argiudoll · Fine, mixed, active, thermic Abruptic Argiudoll Sedimentos limo-arcillosos sobre formación Dolores y Sedimentos areno-gravillosos sobre la formación Raigón.
Libertad (Li)	Lomadas suaves, con valles amplios	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutricos/Subeutricos Típicos/ Lúvicos L/LAc (vérticos) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Pachic Vertic Argiudoll Sedimentos limo-arcillosos de la formación Libertad
Ecilda Paullier Las Brujas (EP-LB)	Lomadas fuertes y escarpas degradadas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutricos/Subeutricos Típicos/ Lúvicos F/L (vérticos) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, smectitic, thermic Vertic Argiudoll Sedimentos limo-arcillosos, areno-arcillosos, areno-arcillosos y francos provenientes de removilizaciones de la formación Libertad y Fray Bentos

Cuadro 11.- Continuación

Unidad (CRSU) ⁹	Suelos (Dominantes) ¹⁰ Clasificación		Geología
	Relieve	CRSU	
Toledo (To)	Lomadas fuertes y suaves	· Brunosoles Eutrícos/Subeutrícos Típicos/Lúvicos, F/LAc/L	Sedimentos limo-arcillosos Sobre Basamento cristalino, Fray Bentos y Raigón
Tala Rodríguez (TI-Rd)	Lomadas suaves	· Brunosoles Eutrícos Típicos/Lúvicos, L/LAc (vérticos) · Vertisoles Rupticos Lúvicos (Típicos) LAc	Sedimentos limo-arcillosos Form. Libertad sobre Form. Raigón

Nota: No se incluye información de la unidad San Jacinto debido a que presenta características muy semejantes a la unidad Tala-Rodríguez

⁹ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

¹⁰ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

¹¹ Key to Uruguayan Soils Classification, Durán et al. 2005.

Cuadro 12.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la Región Vitícola Rioplatense.

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	cmol kg ⁻¹						CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
		Ca	Mg	Na	K	BT					
Kiyú (Ky)	5,8	8,8	3,1	0,4	0,3	12,6	14,5	2,84	0,10	2,66	
Liberta (Li)	6,8	27,2	4,6	0,5	1,2	33,5	33,7	5,91	0,26	2,89	
Ecilda Paullier-Las Brujas (EP-LB)	5,8	14,8	3,2	0,3	1,0	19,3	24,3	4,63	0,31	3,16	
Toledo (To)	6,3	13,7	3,8	0,8	0,4	18,7	21,6	3,61	0,11	2,26	
Tala Rodríguez (TI-Rd)	6,7	22,6	4,9	1,1	0,4	29,0	31,7	4,61	0,88	3,80	

Cuadro 13.- Propiedades físicas de los suelos representativos (Horizonte A) de la Región Vitícola Rioplatense.

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap. gr cm ⁻³	Porosidad Total (%)	C.C.**	C.M.P.** mm 10 cm ⁻¹	Agua Disponible	Agua Pot. Disp. neta mm ***
	Arena	Limo	Arcilla						
Kiyú (Ky)	24,5	48,5	27,0	1,21	54	33,2	14,9	18,3	154,7
Liberta (Li)	14,1	49,7	36,2	1,20	55	37,2	18,9	18,2	146,7
Ecilda Paullier-Las Brujas (EP-LB)	11,2	56,8	32,0	1,17	56	38,3	17,9	20,4	136,7
Toledo (To)	11,9	61,4	26,7	1,24	53	33,5	15,5	18,0	118,7
Tala Rodríguez (TI-Rd)	14,5	49,2	36,3	1,12	58	41,2	19,5	21,7	130,9

* Fernández, C. J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino, J.H. y Califra, A. 2001.

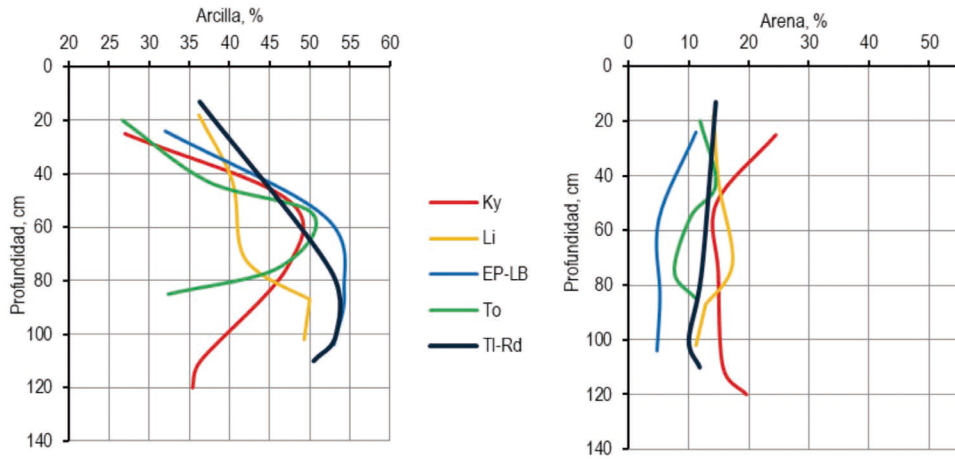


Figura 17. - Evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena en los suelos representativos de la región vitícola Rioplatense.

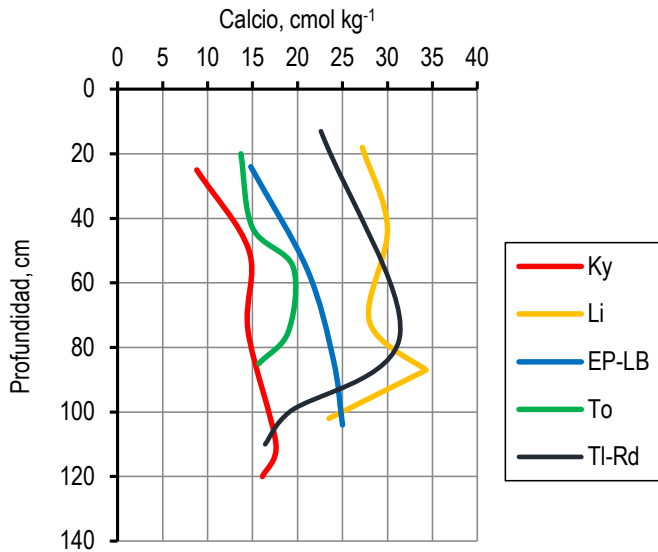
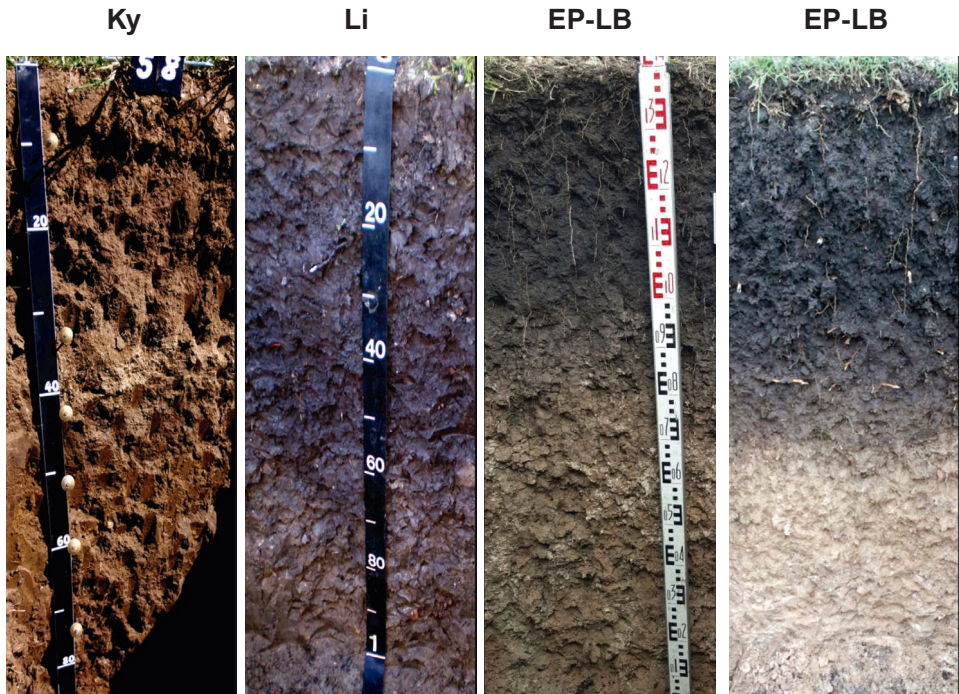


Figura 18. - Evolución en profundidad del contenido de calcio en los suelos representativos de la región vitícola Rioplatense.



Fotos: R. Docampo, A. Silva

Tala Rodríguez (TI-Rd Vertisol /Hapludert)



Foto: R. Docampo

Tala Rodríguez (TI-Rd) (Vertisol / Hapludert: Doble perfil)



Foto: A. Califra, A. Silva

Tala Rodríguez (TI-Rd - Brunosol / Argiudoll)



Fotos: A. Kaplán(†), A. Silva

Toledo (To)



Fotos: A. Califra, A. Silva

Figura 19.- Perfiles representativos de la región vitícola Rioplatense.

En función de la información presentada, es posible determinar que los suelos dominantes de la región son moderadamente profundos a profundos (50-100 y más de 100 cm).

Se destaca la uniformidad de la textura para todas las unidades de la región vitícola rioplatense, con un contenido promedio de arena de 15 % (salvo la unidad Ky con un promedio de 25%). La fracción limo es la mayoritaria, superando en promedio el 50 %.

En consideración de la composición granulométrica y la diferenciación textural, el drenaje natural de los suelos es moderadamente bien drenado para todas las unidades; en tanto la permeabilidad es moderadamente lenta (48 cm día⁻¹). El riesgo de sequía en términos generales es medio,

con una capacidad de almacenamiento promedio de agua alta (APDN 138 mm). Se separa la unidad To con una APDN de 119 mm.

Se destacan como principales factores limitantes en la totalidad de las unidades el riesgo medio de erosión, y en algunas de ellas (Li) el encostramiento.

De acuerdo a los valores de CIC a pH 7 en el horizonte superficial, la mayoría de los suelos tienen fertilidad natural alta ($CIC_{pH7} > 20 \text{ cmol kg}^{-1}$), se destaca con fertilidad natural media la unidad Ky ($CIC_{pH7} 10-20 \text{ cmol kg}^{-1}$).

La totalidad de los suelos presentan un pH_{H_2O} en superficie ligeramente ácido (5.5/6.4), y en todos ellos el parámetro se incrementa en profundidad debido fundamentalmente al aumento del contenido de calcio (figura 18)

Como se observa en la figura 16, en la Región Vitícola Rioplatense están comprendidos los departamentos de Canelones y Montevideo, en los que se encuentra la mayor cantidad de viñedos y producción de uva del Uruguay (aproximadamente 80 %, figura 20). Por ello, y porque se dispone de información cartográfica a escala mayor (1:100.000, 1:50.000 y 1:40.000), se analizan con mayor detalle las características geológicas y edafológicas de ambos Departamentos.

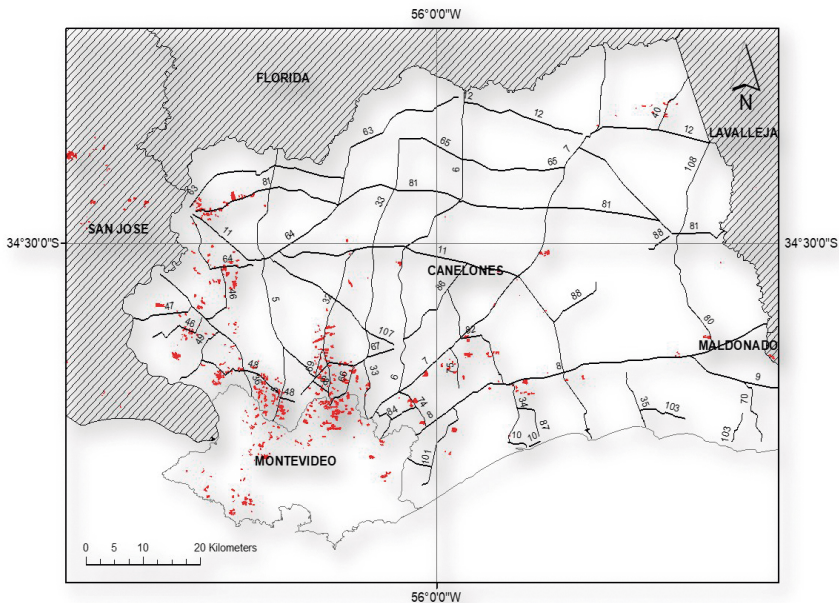


Figura 20.- Distribución de los viñedos georreferenciados hasta el momento por INAVI en los departamentos de Canelones y Montevideo.

4.3.2.A. CUENCA SEDIMENTARIA “MONTEVIDEO – CANELONES”

Esta zona es la más extendida dentro de los departamentos de Canelones y Montevideo, representando aproximadamente el 85 % del área (200.000 ha). En base al material madre de los suelos es posible distinguir tres zonas:

A.1. Área de suelos que tienen como material madre sedimentos limo calcáreos, de origen eólico, correspondientes al Terciario Inferior.

A.2. Suelos desarrollados principalmente a partir de areniscas, a veces conglomerádicas, de gran espesor y pertenecientes al Cretáceo Inferior.

A.3. Los suelos que tienen como material generador sedimentos limo arcillosos, de gran espesor, con contenidos variables de calcáreo, depositados en el período Cuaternario

4.3.2.A1 SEDIMENTOS LIMO-CALCÁREOS

Zona que se extiende principalmente en el departamento de Canelones y en menor proporción en Montevideo, hacia el oeste en límite con San José, con una superficie total de aproximadamente 10.000 hectáreas (figura 22).

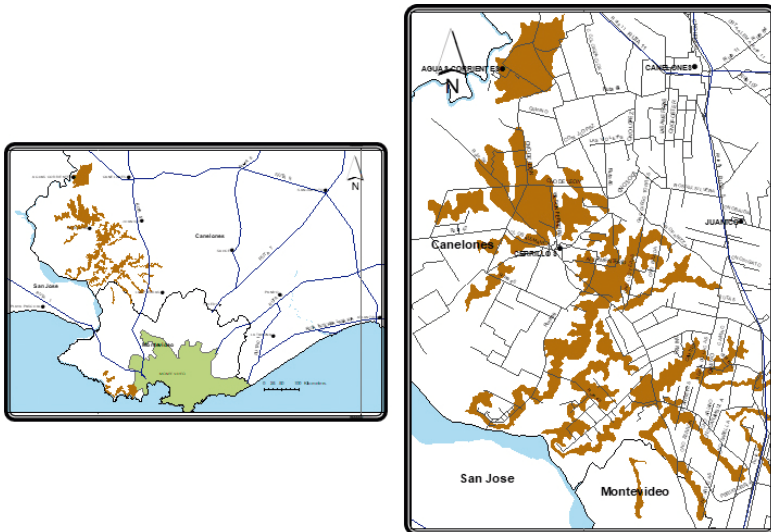


Figura 22.- Ubicación del área de sedimentos limo calcáreos en los departamentos de Montevideo y Canelones.

La zona se expresa como frentes de disección, y por lo tanto, asociada a una sucesión de laderas de marcada convexidad y pendientes fuertes, en el seno de sedimentos cuaternarios (Grupos Coneat 11.9 y 11.10). Presenta un paisaje con relieve ondulado, que se caracteriza por lomas redondeadas con pendientes de 4-8 %; las laderas son cortas, de forma convexa en la parte alta y algo cóncavas en la parte inferior. Las laderas fuertes conforman un frente de disección con dichas pendientes.

En cuanto al material generador de los suelos, está constituido por rocas limosas, depositadas en el oligoceno, casi siempre calcáreas (Durán et al., 1999), y cementadas por carbonato cálcico de la formación Fray Bentos (Terciario 35 Ma) (Bossi, 1966). Formación que agrupa litologías diamictíticas, areniscas finas, loess y algunos niveles pelíticos, que como carácter unificante poseen un color bastante homogéneo en tonos anaranjados, pardo anaranjados o pardo rosados. Se apoya discordantemente sobre substrato granítico metamórfico y litologías cretácicas.

Del basamento cristalino hereda características tilloides ya que en su masa existen gravillas, gravas y cantos. También existe aporte litológico de granulometría fina de los sedimentos cuaternarios que la recubren en los interfluvios y en las laderas altas, sedimentos que disminuyen en espesor gradualmente hasta desaparecer en las laderas de disección características de este grupo (figura 23).

En las áreas con topografía más suave, el suelo predominante tiene un horizonte superficial de color negro, franco arcilloso a limoso, con estructura granular; el subsuelo es arcillo-limoso, negro, a veces muy oscuro, de estructura en bloques grandes, el material madre es pardo rojizo con calcáreo disperso.

Las áreas con topografía más ondulada presentan suelos en general de color pardo o negro, menos profundos, sobre material muy calcáreo. En las partes altas de las lomas suelen presentar solamente 15 a 30 cm sobre la tosca cementada, siendo en general calcáreo y alcalino, franco-arcillo-limoso y de color negro. Otras veces se encuentran perfiles de hasta 70-80 cm, con horizonte superficial franco-arcilloso liviano de color pardo-rojizo, seguido por horizonte subsuperficial negro y a más profundidad aparición de abundante calcáreo disperso (BCck y Cck).

Los suelos predominantes se clasifican como Brunosoles Éutricos (Subéutricos), Típicos/Lúvicos [Fine, smectitic, thermic Vertic Argiudoll].

Los problemas principales de los suelos están relacionados con la topografía y el drenaje en las áreas bajas; y en el aspecto químico, el exceso de calcio en la mayoría de ellos. Este exceso debe considerarse en forma particular para la elección del portainjerto.

La capacidad de almacenamiento de agua disponible es media a alta (115-120 mm APDN del perfil). La fertilidad natural es alta a media asociada al alto contenido de materia orgánica, arcillas de tipo 2:1 y alto contenido de bases intercambiables (BT), generalmente entre 20 y 30 cmol kg^{-1} , siendo el calcio más del 80% de las mismas. Se debe consignar que la materia orgánica se ha perdido en gran medida por el uso intensivo al que han sido sometidos los suelos.

La susceptibilidad a erosión es media a alta. Algunos suelos son muy superficiales y su topografía muy fuerte, debiendo prestarse especial atención en manejos para su conservación.

Como características inferidas y asociadas de los suelos dominantes de esta unidad se destacan: una nula rocosidad y pedregosidad, reacción ligeramente ácida a neutra ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5.5-7.4), permeabilidad moderada (48 - 151 cm día^{-1}) y drenaje natural moderado. El riesgo de sequía es medio a alto según profundidad, y presentan en general una erosión actual moderada y a veces puntualmente severa, según pendiente y uso anterior.

En el cuadro 14 se resumen las características y se clasifican los suelos representativos del área sobre sedimentos limo-calcareos, cuyas características químicas y físicas se presentan en los cuadros 15 y 16. Toda la información se complementa en los cuadros 17 y 18 en base a la carta de reconocimiento de suelos de Canelones-Montevideo a escala 1:100.000.

En la figura 24 se presentan imágenes de los perfiles tipo de los suelos.

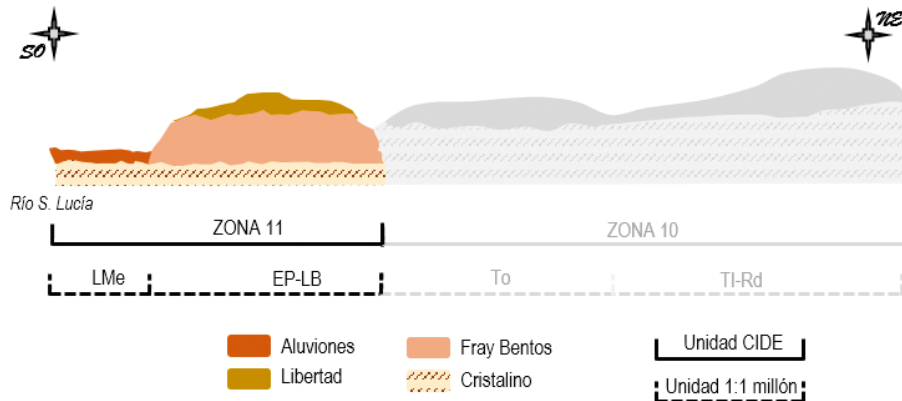


Figura 23.- Corte geológico esquemático de la zona A 1

Fuente: Elaborado en base a Sganga, 1979

Cuadro 14.- Resumen de las características y clasificación de los suelos representativos de los grupos CONEAT 11.9 y 11.10.

Unidad Coneat	Material Madre	Pendiente %	Suelos ROU (dom.)	Fertilidad	Drenaje Nat.	Unidad 1M
11.9	Sedimentos provenientes de la formación Fray Bentos	4-8	· Brunosoles Subéutricos (Éutricos)	Media, Alta	Moderadamente bien drenados	EP-LB
			· Típicos (Lúvicos) FAc, FAr(p) (ROU)			
11.10	Sedimentos limosos de la formación Fray Bentos	5-8	· Fine, smectitic, thermic Vertic Argiudoll	Alta a muy alta	Moderadamente bien drenados	EP-LB
			· Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll			
			· Brunosoles Éutricos Típicos, FAc Erosionados			

Cuadro 15.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la Región Canelones-Montevidéo. Esc.1:100.000

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH _e)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
1 Lf LF	6,4	nd	nd	nd	nd	32,7	33,0	nd	nd	2,69
2 L LF	5,7	10,2	4,7	0,5	1,0	16,4	18,5	2,17	0,21	1,67
2Lf LF	5,9	7,3	1,9	0,5	0,4	10,1	12,0	3,84	0,21	2,38
3 Lf LF	5,5	20,4	4,5	0,5	0,5	25,9	29,5	4,53	0,11	2,77
3 Lf LR	6,5	15,0	5,2	0,8	0,3	21,3	25,0	2,88	0,06	2,09

Referencias:

- Lf=lomadas fuertes;
- Ls= lomadas suaves;
- LF= Libertad-Fray Bentos;
- L(RF)B = Libertad (Raigón-Fray Bentos) Basamento

Cuadro 16.- Propiedades físicas de suelos representativos (horizonte A) Canelones-Montevidéo. Esc.1:100.000

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C.**	C.M.P.** mm 10 cm ⁻¹	Agua Disponible
	Arena	Limo	Arcilla					
1 LfLF	19,7	44,7	35,7	1,22	54	35,3	18,3	17,0
2 L LF	15,8	54,9	29,3	1,30	51	30,5	15,7	14,8
2LfLF	15,1	66,1	18,8	1,22	54	32,5	12,7	19,8
3 LfLF	12,9	51,2	35,9	1,21	54	36,8	18,8	18,0

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

Cuadro 17.- Resumen de las características y clasificación de los suelos representativos de las unidades de suelo según carta de reconocimiento de Canelones y Montevideo a escala 1:100.000

Unidad (CRSU) ¹⁵	Relieve	Suelos (Dominantes/Asociados) ¹⁶		Geología
		CRSU (Esc. 1:100.000)	Soil Taxonomy ¹⁷	
1 Lf LF	Lomadas fuertes	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Típicos, LAC · Vertisoles Ruptícos Típicos LAC 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert 	LF: Form. Libertad (Facies Limo Arcilloso) / Fray Bentos
1 Lf L(RF) B	Lomadas fuertes	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Típicos, LAC 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll 	L(RF)B: Form Libertad (Form Raigón-Form Fray Bentos) Rocas Cristalinas (rocas ígneas intrusivas y Metamórficas)
2 L LF	Lomadas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutrícos Típicos, LAC 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll 	LF: Form. Libertad (Facies Limo Arcilloso) / Fray Bentos
3 Lf LF	Lomadas fuertes	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Típicos/ Lúvicos, L/LAC (vérticos) · Vertisoles Ruptícos Lúvicos (Típicos) LAC 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Pachic (Vertic) Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert 	LF: Form. Libertad (Facies Limo Arcilloso) / Fray Bentos

¹⁵ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. (Canelones-Montevideo. Esc. 1:100.000)

¹⁶ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

¹⁷ Key to Uruguayan Soils Classification. Durán et al.2005

Cuadro 18.- Resumen de las propiedades de los suelos representativos de la Cuenca Sedimentaria "Montevideo – Canelones" formados sobre sedimentos limo calcáreos según Terzaghi et al 1998

Características físicas y clasificación ROU y ST

Unidad 1:100.000	Pedón N°	Serie	Clasificación ROU - ST	Zona CIDE	Unidad 1:1.000.000	Arcilla	Limo	Arena	Dap Hor A gr cm ⁻³	PT	Macro	Micro
						%					%	
3L1F	K27 33	Aguas Corrientes - NH -	Brunsol Eutríco Típico (Háptico) LAc v Fine, mixed, superactive, thermic Páctic Argiudoll	11	EP-LB	39,7	35,3	25,0	1,30	47,7	7,7	40,0
1V1LF y 2V1L(R)F	H28-12		Fine, mixed, superactive, shallow, thermic (calcic) Entic Hapludoll	11	SC	23,7	44,7	31,6				

Características químicas

Unidad 1:100.000	Pedón N°	Serie	CO %	Ca	Mg	K	Na	BASES	CIC7	Ca:Mg	K:Mg
3L1F	K27 33	Aguas Corrientes NH	2,1	21,6	3,7	0,5	0,3	26,1	29,5	5,83	0,13
1V1LF y 2V1L(R)F	H28-12	-	5,24	43,0	-	0,6	0,5	44,1	44,1	-	-



Figura 24.- Perfiles representativos de suelos sobre sedimentos limo calcáreos (CRSU: EP-LB, Coneat: 11.9 y 11.10)

4.3.2. A2. SEDIMENTOS ARENOSOS

Debido a la baja aptitud vitícola, en el análisis de esta zona se descartan las áreas litorales marítimas o continentales recubiertas con espesores variables de arenas fijadas por vegetación psamófila, así como todos los cordones arenosos asociados a la costa rioplatense y los médanos localizados en las proximidades de algunos de los ríos de esta región. Su superficie entonces se estima en aproximadamente 10.000 hectáreas, comprende una franja de tierras de aspecto recortado e irregular que se extiende principalmente en el área de San Jacinto-Míguez.

En el cretácico inferior (140 Ma) se depositaron grandes espesores de areniscas, conglomerados y lutitas de la formación Míguez en fosas tectónicas del sur y el este del país, las que solamente afloran en el departamento de Canelones (Durán et al., 1999). En general son areniscas de matriz arcillosa con proporción variable de óxidos de hierro y de carbonatos y en parte silicificadas. La resistencia de los materiales silicificados y ferrificados ha sido el factor que ha determinado la formación de cerros y escarpas.

El relieve ha sido muy modelado por los agentes de erosión, las vías de drenaje han cavado y redepositado materiales, dando en general una topografía ondulada. En el relieve se destacan lomas alargadas que forman verdaderas cuchillas. Algunas áreas de materiales más resistentes presentan una topografía quebrada con suelos poco desarrollados.

Existen también áreas con sedimentos de litología muy variada, con retransportes más modernos, fundamentalmente durante el Cuaternario. Son lodolitas (limos arcillosos) con gravilla, areniscas de cemento arcilloso, arenisca de grano mal redondeado, areniscas feldespáticas (arcosas) y arcillas; sedimentos heterogéneos sin clasificación, compuestos por partículas de todos los tamaños posibles (desde arcillas hasta cantos y piedras) (figura 25).

Como ya se mencionó, el relieve de la zona es ondulado y está constituido por laderas de disección cortas y fuertes, con pendientes de 6 a 12% que conforman “grupos” de marcada convexidad.

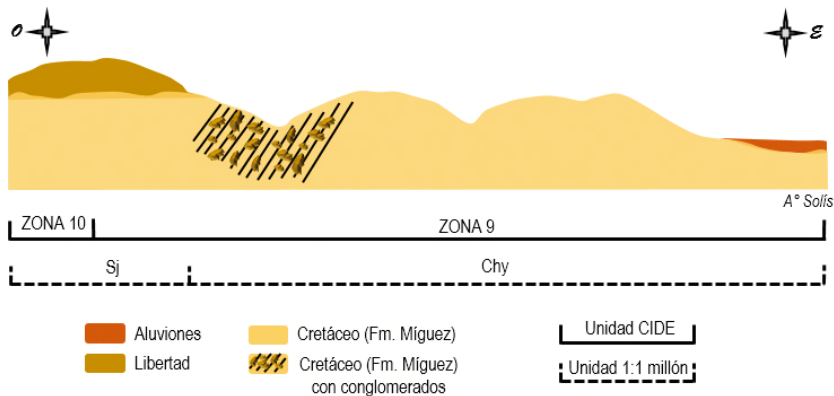


Figura 25.- Corte geológico esquemático de la zona A 2

Fuente: Elaborado en base a Sganga, 1979

La zona A 2 presenta un área importante con una erosión actual ligera a moderada que se corresponde con el Grupo Coneat 9.41 (figura 26). La misma está asociada con áreas de erosión severa (Coneat 9.42), caracterizada por una enorme densidad de cárcavas y frecuente pérdida de los horizontes superiores por erosión encausada.

Los suelos son muy variables, aunque en general mantienen constante su textura superficial gruesa, con la presencia común de gravas y gravillas; se distinguen por un importante contenido de arena (70-80 %) que desciende en profundidad. Predominan Brunosoles Subéutricos Típicos (Lúvicos) y Argisoles Subéutricos Ocrícos Típicos de la clasificación uruguaya, que se corresponden con Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic (Abruptic) Argiudoll de Soil Taxonomy.

Los horizontes superiores (25-50 cm) son de color pardo rojizo a pardo oscuro, textura franca arenosa y arenosa, con gravilla común y con cantos rodados, fertilidad media y baja, y un drenaje moderadamente bien drenado a algo imperfecto, dependiendo de la posición topográfica.

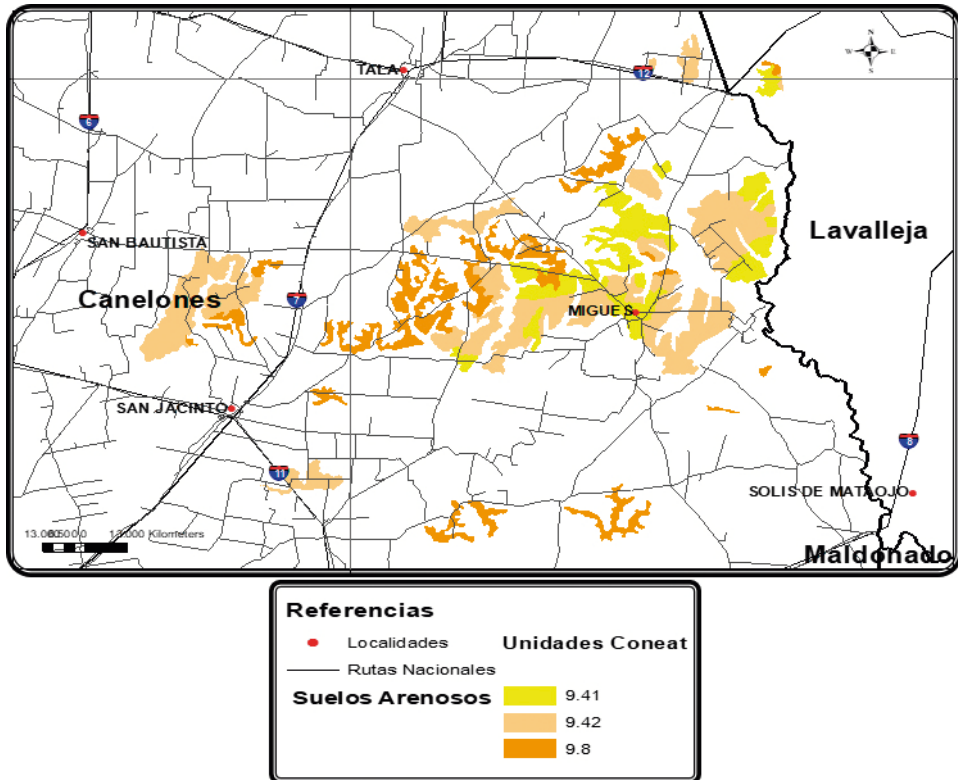


Figura 26.- Ubicación de los suelos desarrollados sobre sedimentos arenosos de Canelones y Montevideo

El contenido de materia orgánica original es bajo a medio (1.5-3%) y el de bases intercambiables (BT) es medio (de 11 a 19 cmol kg⁻¹). Si bien en valores absolutos el calcio es reducido, su contenido representa entre el 80 y 90% de las BT. Son suelos de una fertilidad natural baja a media en promedio.

Sus buenas propiedades físicas, en gran parte determinadas por el alto contenido de arena, presentan un potencial de exploración radicular excelente, que se asocia a un buen drenaje en profundidad cuando no ocupan posiciones bajas.

Como características inferidas y asociadas de los suelos dominantes de esta unidad se destacan una nula rocosidad y una pedregosidad puntual media a alta (conglomerados); reacción ligeramente ácida ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5.5-6.4) que aumenta en profundidad; permeabilidad moderada (48-151 cm día^{-1}), drenaje natural moderado a imperfecto y el riesgo de sequía es medio a bajo. Se destacan como principales factores limitantes la degradación de la estructura, riesgo de erosión, erosión actual y la fertilidad.

En diversos lugares de la zona es posible describir una gran variedad de suelos accesorios en función de la diferenciación litológica, por ejemplo, Vertisoles [Hapluderts] e Inceptisoles Ócricos [Sandy, siliceous, thermic Humic Lithic Dystrudept] formados de sedimentos arcóscicos. Alguno Inceptisoles se han descrito como pseudolíticos al presentar altas concentraciones de cantos, a veces muy grandes (mayores de 20 cm), que dificultan el arraigamiento; los que, a su vez, por la fuerte pendiente, presentan alto escurrimiento superficial; características que determinan un acentuado riesgo de sequía.

En los cuadros 19 y 20 se resumen las propiedades de los suelos representativos del área, y en la figura 27 el perfil tipo de estos.

Cuadro 19 .- Resumen de las propiedades de suelos representativos de la Cuenca Sedimentaria "Montevideo – Canelones" formados sobre Sedimentos arenosos según Terzaghi et al (1981)

Unidad 100.000	Pedón N°	Serie	Clasificación ROU - ST	Zona CIDE	Unidad 1.000.000	%			Arena	Dap Hor A g/cc	PT	%	
						Arcilla	Limo	Macro				Micro	
1 C K	13 H 27	Migues	Brunosol Subeútrico Típico ArF Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Typic Argiudoll	9	Ch	23,3	21,2	55,6	1,29	49,4	18,5	30,9	
1 Lf K	14 H 27	Paso Juancho	Planosol Districo Ocrico Típico Ar h Fine, mixed, active, thermic Typic Albaqualf	9	Ch	10,0	8,3	82,6	1,48	41,2	15,7	25,5	
1 Vf R	21 J 26	Colonia Brause	Brunosol Subeútrico Lúvico Ar h Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Abruptic Argiudoll	10	Tl-Rd	19,9	18,9	61,2	1,41	43,5	12,4	31,1	
1 V f K	27 J 15	-	Inceptisol Ocrico Arenoso Ar Sandy, siliceous, thermic Humic Lithic Dystrudept	10	SJ	11,0	15,2	73,8	1,4	48	33,2	14,8	

Cuadro 20.- Resumen de las propiedades de los suelos representativos de la Cuenca Sedimentaria "Montevideo – Canelones" formados sobre Sedimentos arenosos según Carta de Reconocimiento de suelos de Canelones y Montevideo a escala 1:100.000.

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	pH H ₂ O	cmol.kg ⁻¹						CIC (pH ₇)	BT	K	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
		Ca	Mg	Na	K	Ca:Mg	K:Mg						
2VfK (9.5)	4,8	11,3	4,8	1,7	0,3	18,1	22,4		0,3	2,35	0,06	3,81	
1DCIL (07.1)	4,3	1,2	tr	0,2	0,2	1,6	2,9		0,2	nd	nd	0,22	
1 V f K	4,9	3,7	0,5	0,2	0,2	4,6	7,1		0,2	7,40	0,40	1,48	

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua Disponible mm 10 cm ⁻¹	Agua Pot. Disp. neta mm ***
	Arena	Limo	Arcilla						
2VfK (9.5)	66,5	11,5	22,0	1,36	49	19,3	9,3	10,0	50,1
1DCIL (07.1)	82,1	11,0	6,9	1,45	45	9,6	2,4	7,2	36,2
1 V f K	73,8	15,2	11,0	1,39	48	14,8	4,8	10,0	50,0

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A., 1988

*** Molfino, J.H y Califra, A. 2001



Foto: A., Califra

Figura 27.- Perfil representativo de la Unidad CRSU: Chapicuy, Serie Míguez, Unidad 1:100.000: 1CK

4.3.2. A3. SEDIMENTOS LIMO ARCILLOSOS

Esta zona es la más extendida en la región de Montevideo y Canelones, abarca una superficie aproximada de 200.000 hectáreas, en torno al 80 por ciento de la región en análisis. Los suelos de esta unidad comprenden una extensa franja que bordea la costa del Río de la Plata en el departamento de Montevideo y se extiende hacia el norte próximo a las márgenes del Río San Lucía (figura 28).

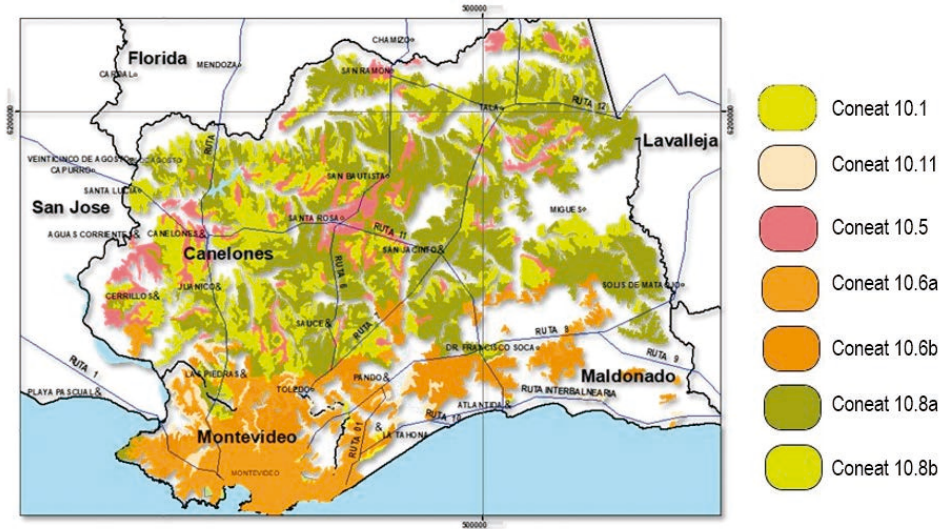


Figura 28.- Ubicación y unidades de suelos formados sobre sedimentos limo-arcillosos en los departamentos de Montevideo y Canelones

Es una zona relacionada a sedimentos de texturas finas y paisajes suavemente ondulados correspondientes al Cuaternario. Ocupa la fosa de hundimiento del basamento cristalino, donde los sedimentos alcanzan las máximas potencias (figura 29).

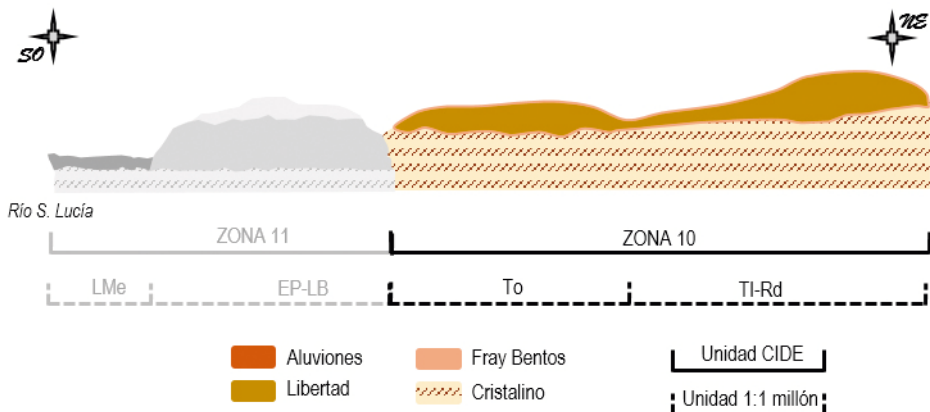


Figura 29.- Corte geológico esquemático de la región de suelos desarrollados sobre sedimentos limo arcillosos de los departamentos de Montevideo y Canelones.

El paisaje es una amplia penillanura casi uniforme, con ligeras desnivelaciones producto de una prolongada erosión y de la coalescencia de cuencas hidrográficas. Es un conjunto de vaguadas e interfluvios de escaso desnivel respecto de los valles, con algunos relieves residuales a lo largo de la cuenca de los ríos. De formas muy suaves, sin orientaciones definidas. Sin embargo, las divisorias de agua de los cauces más importantes forman lomas extendidas y algo redondeadas que caen suavemente hacia las planicies aluviales. Las laderas son de longitud media y a veces larga, en general planas o ligeramente cóncavas cuando se acortan. Las pendientes modales son de 3 a 5%, si bien existen áreas extensas con pendientes de 1 a 3% (MGAP/CIDE, 1976)

Al igual que en las zonas antes descritas de la cuenca de sedimentos, dentro de los suelos de textura finas de esta área, es posible diferenciar subgrupos en base a CONEAT (figura 28).

Grupo CONEAT 10.10

Grupo de muy poca extensión en el sur de los departamentos de Canelones y Montevideo (figura 30), próximo al Río de la Plata. Si bien su horizonte superficial es de textura arenosa, se considera dentro de esta zona ya que su material generador es, al igual que los otros grupos, sedimentos limo-arcillosos del cuaternario.

Consiste en arenas voladas desde los cordones litorales marítimos por los vientos del sur que recubren parcial o totalmente Brunosoles Subéutricos (Éutricos) Típicos y Lúvicos (Argiudoll) y Planosoles Subéutricos (Éutricos) Melánicos (Argialboll).

Las áreas con este tipo de suelos se localizan al este del empalme de las rutas 101 e Interbalnearia, tanto al norte como al sur de esta. En las proximidades del empalme de las rutas 8 y 102, y en las proximidades del balneario Atlántida.

El relieve puede ser desde muy suavemente ondulado a aplanado, dependiendo del grupo que está recubierto por la arena. El espesor de la arena es variable y los primeros centímetros se encuentran edafizados y son de color pardo oscuro.

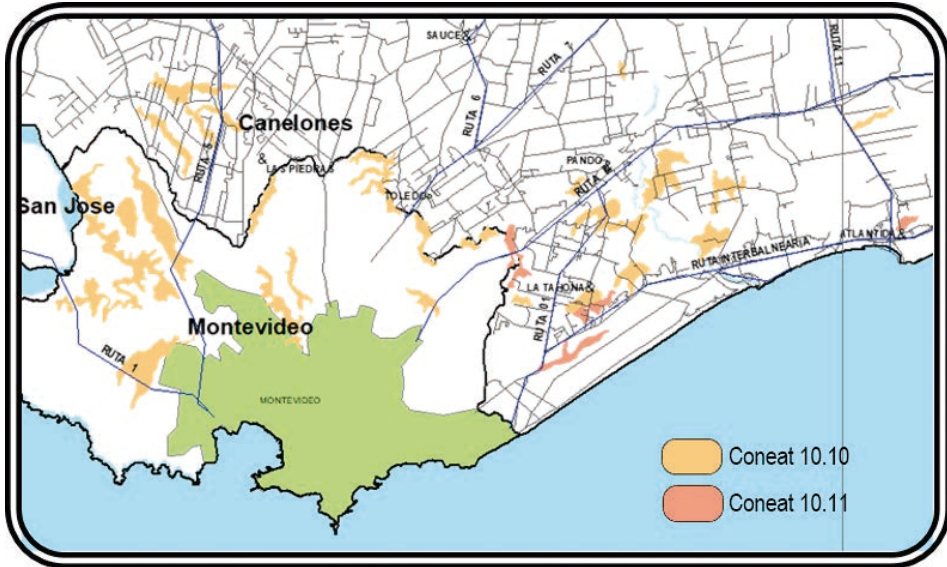


Figura 30.- Suelos sobre sedimentos recubiertos con arena volada

Grupo CONEAT 10.11

Grupo que se localiza en forma discontinua en el sur de los departamentos de Canelones y Montevideo (figura 30) totalizando poco más de 6.000 hectáreas. El material geológico corresponde a sedimentos limo-arcillosos con mucha arena fina y muy fina. El relieve está constituido por laderas largas de pendientes suaves del orden de 0.5 a 1.5%. Los suelos son Planosoles Subéutricos (Éutricos) Melánicos, (Argialboll) de color pardo muy oscuro, textura franco-limosa con arena fina y muy fina, fertilidad alta y drenaje imperfecto.

En el cuadro 21 se presenta un resumen general de las características de los suelos de los grupos Coneat 10.10 y 10.11

Cuadro 21.- Resumen general de las características de los suelos limo arcillosos de Canelones y Montevideo correspondientes a los grupos Coneat 10.10 y 10.11.

Unidad	Paisaje	Materia Madre	Pendiente %	Suelos ROU (dom.)	Fertilidad	Drenaje Nat.	Unidad 1M
10, 10	Suavemente ondulado aplanado	Arenas voladas sobre Sedimentos Limo arcillosos	0.5 a 1	Brunosoles Subeutricos (Eutrico) Típico/ Lúvicos FL-Ar			
				Fine, mixed, active, thermic Pachic Argiudoll	Media - Baja	MBD/ Imp.	Kiyú
				Planosoles Subeutricos (Eutrico) Melánicos FL c/Ar fino			
10, 11	Suavemente ondulado	Sedimentos Limo arcillosos c/arena	0.5 a 1.5	Fine, mixed, active, thermic Typic Hapludalf			
				Planosoles Subeutricos (Eutrico) Melánicos FL c/Ar fina	Alta	Imp.	Kiyú
				Fine, mixed, active, thermic Typic Hapludalf			

Grupo CONEAT 10.5

Se localiza esta subregión en forma desuniforme en la parte central y norte del departamento de Canelones, el material geológico corresponde a sedimentos limos arcillosos pertenecientes a la formación libertad. El relieve es muy suavemente ondulado, con predominio de laderas largas y pendientes de 1-2%. Los suelos corresponden a Brunosoles Éútricos Lúvicos (Típicos) [Fine, mixed, active, thermic Pachic Vertic Argiudoll] y Planosoles Éútricos Melánicos [Fine, mixed, active, thermic Typic Hapludalf], de color pardo muy oscuro, textura franco limoso, fertilidad alta y drenaje imperfecto.

Grupo CONEAT 10.6

Este grupo se localiza principalmente en el departamento de Montevideo (figura 30) y como una faja discontinua paralela a la costa en el sureste de Canelones, totalizando aproximadamente 40.000 hectáreas.

El material geológico corresponde a sedimentos limo-arcillosos del Cuaternario, de color pardo a pardo naranja. El relieve es suavemente ondulado, con predominio de pendientes de 1 a 3%. En el Dpto. de Canelones, hacia el este de Toledo, por la proximidad del basamento cristalino, el relieve es más fuerte con predominio de pendientes de 2 a 4%. Presenta en algunas áreas grados de erosión severa (Grupo CONEAT 10.6b) Los suelos predominantes corresponden a Brunosoles Subéútricos (Éútricos), Típicos (Lúvicos) [Fine, mixed, active, thermic Pachic (Typic) Argiudoll] de color pardo a pardo oscuro, textura franco-limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados.

Grupo CONEAT 10.8

A este grupo corresponden la mayoría de las tierras suavemente onduladas del Dpto. de Canelones. El material geológico corresponde a sedimentos limo-arcillosos de color pardo y normalmente con concreciones de carbonato de calcio. El relieve es suavemente ondulado a ondulado con predominio de pendientes de 1 a 4%, existiendo una región en los alrededores de Tapia con pendientes de 3 a 6%. Debe indicarse que esta región ha sido la primera en incorporarse a la agricultura en el país y que este grupo ocurre en laderas convexas, con sus respectivas concavidades, donde naturalmente el riesgo de erosión es alto. Han sido sometidos a un uso intensivo con cultivos anuales en forma continua y sin ninguna medida de conservación, lo que

ha ocasionado el grado de erosión severa y, en algunas áreas, muy severa que sufren actualmente. Se identifican con la presencia de un padrón de cárcavas de densidad alta y muy alta (Grupo Coneat 10.8a)

Presenta áreas con menor grado de erosión actual pues se localizan en posiciones de bajo riesgo como los interfluvios y laderas de pendientes suaves. Las mismas se corresponden con el Grupo Coneat 10.8b con un grado de erosión actual moderado, con áreas asociadas de erosión ligera.

Los suelos corresponden a Vertisoles Rúpticos Típicos (Lúvicos) y Brunosoles Éutricos (Subéutricos) Típicos (ROU) / Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert y Fine, mixed, active, thermic Pachic Argiudol (ST) respectivamente. De color negro o pardo muy oscuro, textura franca arcillo limosa, fertilidad alta y moderadamente bien drenados.

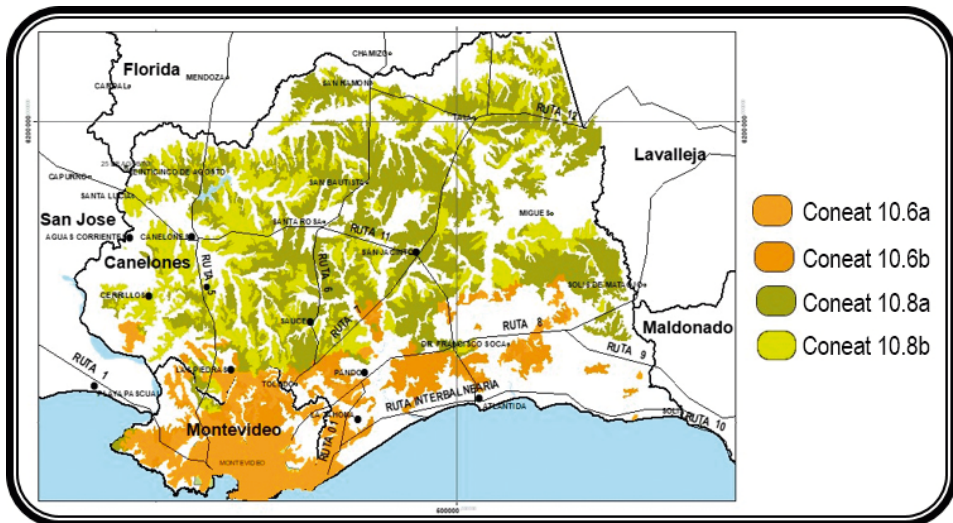


Figura 31.- Distribución de los suelos de los Grupos Coneat 10.6 y 10.8 en los departamentos de Canelones y Montevideo.

En los cuadros 22 y 23 se resumen las características de los suelos limo arcillosos de Canelones y Montevideo.

Cuadro 22.- Resumen general de las características de los suelos limo arcillosos de Canelones y Montevideo correspondientes a los grupos Coneat 10.5, 10.6a y 10.6b.

Unidad	Relieve	Material Madre	Pendiente %	Suelos (dominantes)	Fertilidad	Drenaje Natural	Unidad 1M
10.5	Suavemente ondulado	Sedimentos Limo arcillosos Form Libertad	1 a 2	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Lúvicos (Típicos) FL · Planosoles Eutrícos Melánicos · Fine, mixed, active, thermic Pachic Vertic Aiudoll · Fine, mixed, active, thermic Typic Hapludalf 	Alta	MBD/ Imp.	Libertad
10.6a	Suavemente ondulado	Sedimentos Limo arcillosos Cuaternario	1 a 3	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subéutrícos (Eutríco) Típico/ Lúvicos FL · Fine, mixed, superactive, thermic Pachic giudoll 	Alta	MBD	Kiyú/Toledo
10.6b	Suavemente	Sedimentos Limo arcillosos	1 a 4	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subéutrícos (Eutríco) Típico/ Lúvicos FL · Ídem 	Alta	MBD	Toledo

Cuadro 23.- Resumen general de las características de los suelos limo arcillosos de Canelones y Montevideo correspondientes a los grupos Coneat 10.8a y 10.8b.

Unidad	Relieve	Material Madre	Pendiente %	Suelos dominantes	Fertilidad	Drenaje Natural	Unidad 1M
10.8a	Suavemente ondulado/ondulado	Sedimentos Limo arcillosos normalmente conc. CaCO3	1 a 6	<ul style="list-style-type: none"> · Vertisoles Rúpticos Típico/Lúvicos · Brunosoles Eutrícos/Subeutrícos Típicos F/FAC erosionados (e2-e3) · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert · Fine, mixed, active, thermic Pachic Argudoll 	Alta	MBD	TL-Rd SJ
10.8b	Suavemente ondulado Interfluvios altos	Sedimentos Limo arcillosos normalmente conc. CaCO3	1 a 6	<ul style="list-style-type: none"> · Vertisoles Rúpticos Típico/Lúvicos · Brunosoles Eutrícos/Subeutrícos Típicos F/FAC erosionados (e1) · Ídem 	Alta	MBD	TL-Rd SJ

4.3.2.B. ZÓCALO CRISTALINO (MONTEVIDEO – CANELONES)

En esta área los suelos tienen en común una marcada influencia del zócalo cristalino (rocas precámbricas, >1000 Ma) que se manifiesta en texturas medias a gruesas con presencia de gravas y gravillas, escasa profundidad del solum y en la conformación del relieve. Se presentan afloramientos desde escasos en áreas de rocas más alterables y/o relieve menos energético, hasta abundantes en las zonas donde dominan las rocas más resistentes y la topografía es más fuerte (figura 32). Desde el punto de vista químico, la influencia se manifiesta por la mineralogía, predominancia de suelos ácidos y de fertilidad media y baja. Sin perjuicio, tanto las características físicas como químicas también están influenciadas por la presencia y magnitud de los recubrimientos de sedimentos limo arcillosos del cuaternario, si bien son inexistentes en algunas áreas o puntos del paisaje (Duran et al., 1999).

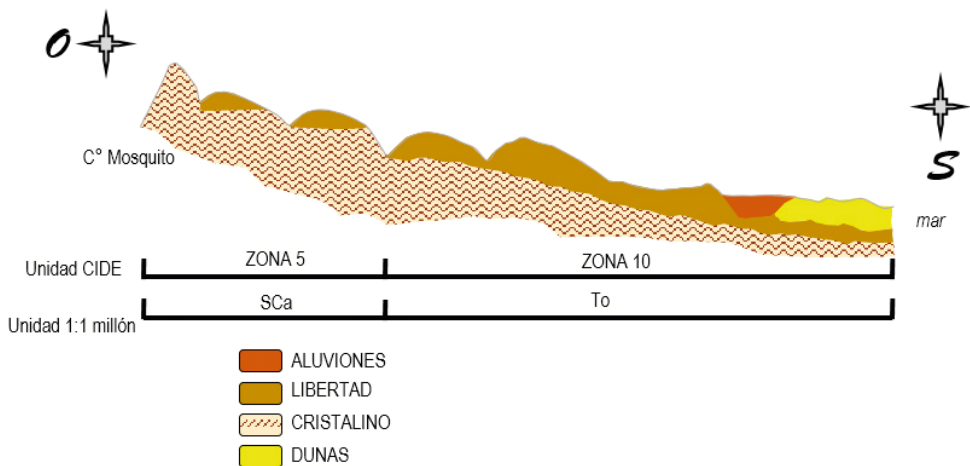


Figura 32.- Corte geológico esquemático de la región del zócalo cristalino recubierto por la Fm. Libertad con diferentes espesores en los departamentos de Montevideo y Canelones.

Fuente: Elaborado en base a Sganga, 1979.

La superficie que abarca la zona se estima en aproximadamente 18.000 hectáreas. Dentro de la misma podemos distinguir a su vez tres subzonas estrechamente vinculadas en el paisaje, y que se corresponden con las zonas 4, 5 y parcialmente la zona 10 de la CIDE (Grupos Coneat 4.2, 5.02b, 10.3 y 10.7). (figura 33).

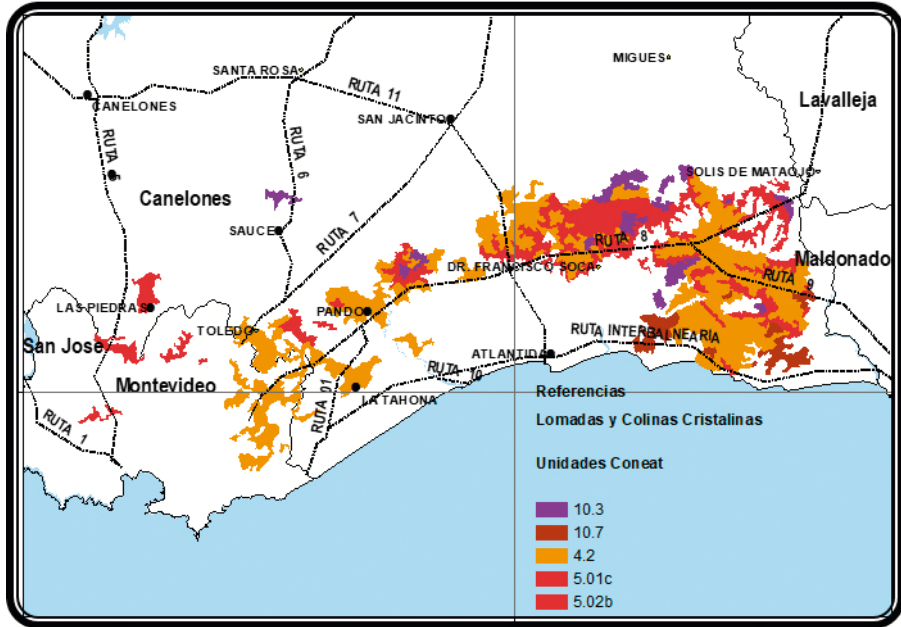


Figura 33.- Distribución de los suelos con marcada influencia del zócalo cristalino en los departamentos de Canelones y Montevideo.

Grupo CONEAT 4.2

Se extiende en una faja paralela a la costa, desde Canelones hacia el este del país. Se caracteriza en general por una topografía ondulada y ondulada fuerte, comprendiendo colinas y lomadas fuertes con escasos afloramientos rocosos. Las pendientes modales oscilan entre 4 y 8% con interfluvios convexos y laderas extendidas con afloramientos rocosos muy escasos. Ocupa un área importante en los alrededores de la ciudad de Soca, representa de la región del zócalo cristalino aproximadamente un 10% (2.000 ha).

Los materiales geológicos son variables ya que corresponden al basamento cristalino muy temperizado (en su mayoría esquistos y gneis) recubierto por sedimentos limo arcilloso de poco espesor y discontinuo. Los materiales alterados han sido en parte retransportados a corta distancia.

Los suelos predominantes ocupan dentro del paisaje las laderas extendidas, se caracterizan por un horizonte superficial de aproximadamente 15 cm, textura franca y color oscuro, El subsuelo es arcilloso, color pardo grisáceo oscuro y no presentan carbonatos. Estos suelos tienen un nivel bajo de materia orgánica, son moderadamente ácidos ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5.0-5.4). Se clasifican como

Argisoles Subéutricos Ócricos Típicos (Abrúpticos) [Fine, mixed, active, thermic Abruptic Argiudoll], son moderadamente profundos y profundos, drenaje moderadamente bien drenado a imperfecto y la fertilidad media a baja. En las partes altas fuertemente convexas se desarrollan suelos de menor profundidad Brunosoles Subeutricos Típicos (Háplicos), francos [Fine-loamy, mixed, active, thermic (Lithic) Argiudol (Hapludol)]. También se desarrollan suelos superficiales clasificados como Litosoles Dístricos Ocricos, arenoso franco [Fine-loamy skeletal, superactive, thermic Lithic Udorthent].

Una característica saliente de esta unidad es la erosión actual, con la presencia de abundantes cárcavas que se extienden a través de las concavidades del relieve.

Grupo CONEAT 5.02b

De la región del zócalo cristalino representa aproximadamente un 67% (12.000 ha). Se caracteriza en general por una topografía ondulada donde predominan las lomas irregulares de formas redondeadas y recorte mameonado. El relieve se caracteriza por colinas y lomas fuertes. Las laderas altas son convexas y las laderas medias y bajas son cortas, de formas planas o plano cóncavas. En la formación del paisaje ha habido intensa erosión de las lomas y laderas que resultan disectadas, los materiales erosionados se depositaron en las zonas bajas formando suelos con líneas de piedras y gravas. Las pendientes predominantes son de 5-9%, aunque pueden variar siendo en algunas próximas a las condiciones serranas (hasta 24%).

Se caracteriza la zona por la presencia de afloramientos rocosos principalmente en las laderas. El material geológico pertenece al basamento cristalino, siendo predominantes los gneis de grano y composición variable, y en menor proporción algunos esquistos anfibólicos predevonianos correspondientes a un pliegue metamórfico.

Los suelos están asociados al tipo de material sobre el cual se han formado y a las condiciones topográficas. En general en las zonas con topografía más fuerte, en las lomas y las laderas altas, predominan los suelos superficiales o poco desarrollados, es decir suelos que presentan un horizonte franco gravilloso de 20-30 cm que pasa al material desintegrado que de todos modos permite la exploración radicular. En algunas zonas aparecen verdaderos Litosoles, es decir suelos muy superficiales sobre roca poco desintegrada; según las áreas su presencia oscila entre un 20 y un 60 por ciento.

Los suelos profundos más representativos presentan un horizonte superficial pardo grisáceo oscuro, de 25-35 cm de espesor, textura franca algo gravillosa; el subsuelo es pardo grisáceo muy oscuro o gris oscuro y moteados

de colores amarillentos, arcilloso, hasta 80 cm o 1 metro; el material madre es un gneis desintegrado y algo alterado, graviloso, pardo amarillento. Son suelos con nivel medio de materia orgánica, acidez moderada ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5.0-5.4) y fertilidad media. En algunas zonas los suelos tienen un horizonte franco arcilloso y el subsuelo es pardo rojizo muy oscuro (ródicos), muy estructurado.

En algunas áreas, sobre materiales más calcáreos (básicos), se desarrollan suelos con un horizonte superficial negro de 20-30 cm y un subsuelo arcillo-limoso, negro o gris muy oscuro clasificados en forma genérica como Melánicos. Presentan fertilidad media a alta.

Se clasifican como Brunosoles Subéutricos (Dístricos) Hápticos asociados con Inceptisoles Ócricos [Fine-loamy, mixed, active, thermic Typic (Lithic) Hapludoll y Fine, mixed, active, thermic Humic Dystrudept], superficiales y muy superficiales, colores pardos, francos y franco gravillosos y fertilidad media a baja.

La proporción de suelos profundos en toda la zona se estima en promedio en 50 por ciento, con un rango entre un 30 y un 70 por ciento.

Grupos CONEAT 10.3 y 10.7

Los suelos del Grupo 10.3 se desarrollan en el sureste del departamento de Canelones asociados a los anteriores grupos, ocupando reducidas áreas en la proximidad de las ciudades de Soca, Empalme Olmos y cercanías de Sauce. Se despliegan donde el basamento cristalino se encuentra cerca de la superficie, expresándose como interfluvios discontinuos, ligeramente convexos, con aplanamientos cuspidales con ojos de agua y, esporádicamente, pequeños afloramientos rocosos.

El material geológico es un delgado sedimento limo arcilloso de 0,50 a 2 metros de espesor en contacto con litologías del zócalo cristalino, del cual hereda arenas gruesas y gravillas. El relieve es ondulado suave con pendientes de 1 a 3%. Los suelos dominantes corresponden a Brunosoles Éutricos Lúvicos color negro o pardo muy oscuro, textura franca a franco arcillosa, fertilidad alta moderadamente bien drenados. Asociados existen Brunosoles Éutricos Típicos, (v) y Vertisoles Rúpticos Lúvicos [Argiudolls y Hapluderts].

Los suelos del Grupo 10.7 se localizan casi exclusivamente en el sureste del departamento de Canelones en el límite con el departamento de Maldonado, ocupando un área muy reducida. Comprende lomadas suaves y fuertes, localizadas entre las colinas cristalinas (G. Coneat 5) y la planicie costera. El material madre es una lodolita constituida por sedimentos limo arcillosos (Fm. Libertad) de mediana potencia y que recubre con espesores variables el

basamento cristalino. El relieve es ondulado suave a ondulado, con interfluvios ligeramente convexos o aplanados y laderas ligeramente convexas con pendientes de alrededor de 2%. Los suelos dominantes son Brunosoles Subéutricos Lúvicos y Argisoles Subéutricos Melánicos Abrúpticos [Fine, mixed, superactive(active), thermic Vertic (Abruptic) Argiudoll], de color pardo oscuro, textura franca a franco limosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bien drenado a imperfecto. En los interfluvios aplanados a veces con ojos de agua se localizan Planosoles Subéutricos Melánicos [Fine, mixed, active, thermic Argiaquic Argialboll], de color pardo oscuro, textura franca y drenaje imperfecto. En forma accesoria, en las laderas más convexas se encuentran Vertisoles [Hapludertes].

Como características inferidas y asociadas de los suelos dominantes de esta unidad se destacan una nula rocosidad y pedregosidad, reacción ligeramente neutra ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 6.5-7.4), fertilidad alta y muy alta (dependiendo del uso), permeabilidad moderada ($48 - 151 \text{ cm día}^{-1}$) y drenaje natural moderado a imperfecto. El riesgo de sequía es medio a alto según profundidad y presentan en general una erosión actual moderada, a veces puntualmente severa, según pendiente y uso anterior.

En el cuadro 24 se presenta un resumen de las propiedades de los suelos formados con marcada influencia del zócalo cristalino.

Cuadro 24.- Resumen de las propiedades de los suelos formados con marcada influencia del zócalo cristalino según Carta de Reconocimiento de suelos de Canelones y Montevideo a escala 1:100.000.

Propiedades químicas

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C org. (%)
3 LfLB (4.2) H2821	6,9	6,8	3,6	0,3	1,3	12	14,1	1,89	0,36	1,73
1LfLB (10.7) CIDE5 H2807	5,6	7,2	2,3	0,6	0,4	10,5	15,1	3,13	0,17	1,61
1LsLs (10.3) CIDE 5 H28-11	4,5	3,8	1,6	0,8	0,4	6,6	10,5	2,37	0,25	0,83
1LfLB, 2LfLB - (10.7) CIDE 5 H28-16	5,5	10,5	4,6	0,7	0,2	16	19,3	2,28	0,04	2,12
3LfLB, 1C(L)B(4.2) CIDE 5 H28-21 SC	6,9	6,8	3,6	0,3	1,3	12	14,1	1,88	0,36	1,73
1Cc(L)B, 3LfLB (4.2) CIDE 5 SC H29-05	4,9	5,0	3,7	0,7	0,8	10,2	13,4	1,44	0,21	1,9
1 Lf L(RF)B	6,9	16,8	2,0	0,4	1,7	23,8	23,8	8,40	0,85	1,73
3VfrBr2 (5.02b)	4,6	2,9	0,8	0,5	0,3	4,5	8,4	3,63	0,38	1,64

Características físicas

Unidad Cartográfica (CRSU) Esc. 1:100.000	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C.**	C.M.P.** mm 10 cm ⁻¹	Agua Disponible
	Arena	Limo	Arcilla					
	3LfLB (4.2) H2821	20,2	54,4					
1LfLB (10.7) CIDE5 H2807	19,8	51	29,2	1,31	51	28,4	15,3	13,0
1LsLs (10.3) CIDE 5 H28-11	28,4	53,2	18,4	1,37	48	24,5	10,6	13,9
1LfLB, 2LfLB - (10.7) CIDE 5 H28-16	18,6	50,7	30,7	1,27	52	30,7	16,3	14,5
3LfLB, 1C(L)B (4.2) CIDE 5 H28-21 SC	20,2	54,4	25,4	1,29	51	28,9	14,1	14,8
1Cc(L)B, 3LfLB (4.2) CIDE 5 SC H29-05	21,7	54,5	23,8	1,28	52	29,6	13,6	16,0
1 Lf L(RF)B	11,4	58,8	29,8	1,30	51	31,6	16,2	15,4
3VfrBr2 (5.02b)	57,2	19,4	23,4	1,39	48	19,6	10,2	9,4

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

4.3.3 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA CUENCA SEDIMENTARIA DEL NORESTE

REGIÓN VITÍCOLA ARENISCAS DEL URUGUAY (RVAU)

De acuerdo con Durán et al. (2005, 2007), la cuenca Sedimentaria del Noreste se ubica en el noreste del territorio, entre la cuesta basáltica y la región de sierras del este, y está constituida por una cuenca sedimentaria de origen Gondwánico. Los sedimentos depositados en ella son muy variados en su litología (areniscas, tillitas, limonitas, lutitas, calizas) y en su edad (desde el devoniano hasta el jurásico, 420 - 200 Ma), lo que se refleja en una fuerte variabilidad de los suelos de la región.

En el triásico superior (200-220 Ma) se depositaron sucesivamente: Bajo clima árido areniscas eólicas (Fm. San Jorge), bajo clima lluvioso rocas limosas y arcillosas (Fm. Tacuarembó) y, bajo el clima árido del jurásico, nuevamente areniscas eólicas (Fm. Rivera).

Los suelos son muy diversos en función de la heterogeneidad de los materiales parentales. Sobre sedimentos arcillosos se desarrollaron suelos oscuros, profundos, pesados y fértiles. Sobre areniscas suelos muy profundos, ácidos y de baja fertilidad. También, sobre limolitas, se encuentran suelos moderadamente profundos a profundos y de texturas medias.

El relieve es de colinas y lomadas, la topografía varía desde suave hasta fuertemente ondulada con pendientes entre 3 y 12%. Las tierras de relieve más energético (colinas) ocurren sobre litologías más gruesas, en tanto las lomadas ocurren con mayor frecuencia sobre litologías limosas y arcillosas.

Más allá de las características generales de la Región Geomorfológica del Noreste, la misma presenta un área con características particulares en la región centro del país en que fue delineada. Como se detalla más adelante, en función de trabajos realizados en los alrededores de Villa del Carmen, departamento de Durazno, es posible establecer que la misma se caracteriza por la presencia de sedimentos devónicos y cretácicos (400-100 Ma), diferenciándose dos litologías: el Grupo Durazno (Formaciones La Paloma, Cordobés y Cerrezuelo) y el Grupo Paysandú (Formaciones Guichón, Asencio y Mercedes) respectivamente.

De los materiales devónicos, es posible establecer que los viñedos básicamente están instalados sobre la Fm. La Paloma (elevada a tal rango por Bossi, 1966), la que, si bien está dominada litológicamente por una secuencia grano creciente, desde pelitas a conglomerados, en

su mayoría son areniscas feldespáticas, muy micáceas (muscovita) de colores rojizos violáceos.

En los viñedos establecidos sobre sedimentos Cretácicos se han reconocido 2 formaciones: La Fm. Mercedes, integrada por areniscas de tamaño muy variable, incluyendo niveles conglomeraditos y abundantes niveles silicificados con calcedonia mamelonar de poco espesor. Los suelos presentan un espesor variable apoyado sobre un nivel de clastos de calcedonia de 30 a 50 cm de espesor. Y la Fm. Asencio, constituida básicamente por areniscas montmorilloníticas que han permitido el desarrollo de Vertisoles Rúpticos.

La figura 34 muestra la ubicación y las unidades cartográficas de suelos (CRSU, 1976) comprendidas en la que se delimitó como Región Vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU). Las características generales de las unidades y la clasificación de los suelos representativos de la región se presentan en el cuadro 25. Los cuadros 26 y 27 resumen las características químicas y físicas de los mismos. La figura 35 ilustra la evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena, y la figura 36 la de calcio. En la figura 37 se presentan imágenes de los perfiles de suelos más representativos.

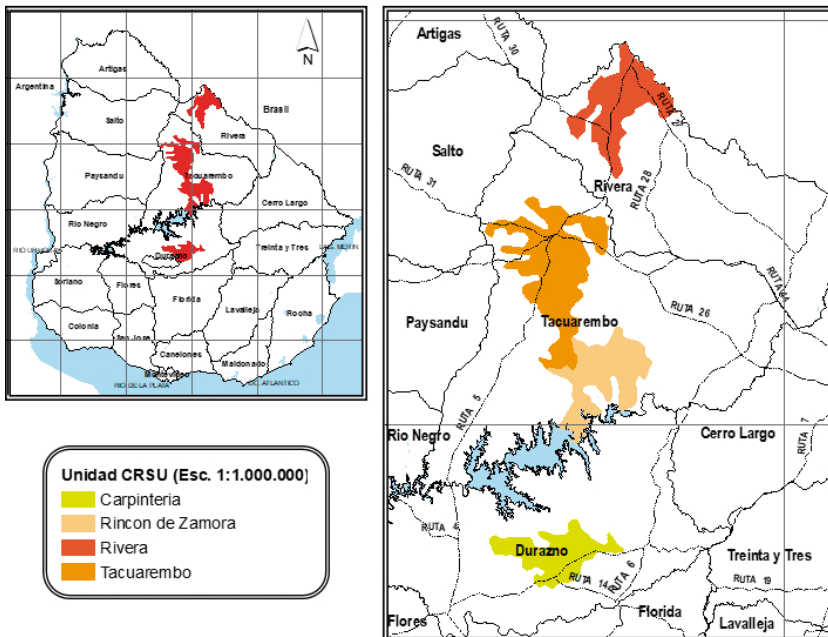


Figura 34.- Ubicación geográfica y unidades cartográficas que comprende la Región Vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU)

Cuadro 25.- Resumen de las características de las unidades cartográficas CRSU de la región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU)

Unidad (CRSU) ¹⁸	Suelos (Dominantes) ¹⁹ Clasificación		Geología
	Relieve	CRSU	
Tacuarembó (Ta)	Colinas sedimentarias	<ul style="list-style-type: none"> · Luvisoles Ocrícos (Melánicos) Abruptícos/ Típicos Ar (parácuicos), húmicos · Acrisoles Ocrícos Abruptícos Ar parácuicos 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine (Coarse)-loamy, siliceous, active, thermic Mollic Hapludalf · Fine-loamy, siliceous, active, thermic Inceptic Hapludult Areniscas de Tacuarembó y sedimentos arenosos cuaternarios
Rivera (Rv)	Colinas sedimentarias	<ul style="list-style-type: none"> · Acrisoles Ocrícos Típicos Ar ródicos 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine (Coarse)-loamy mixed, semiactive, thermic Typic Hapludult Areniscas de Tacuarembó y sus retransportes
Carpintería (Cpt)	Interfluvio de lomadas suaves y fuertes, con escarpas asociadas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutrícos Típicos, ArAc/F · Vertisoles Ruptícos Lúvicos, ArAc(LAc) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine loamy, mixed, superactive, thermic Typic Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert Sedimentos limo-arcillosos y areno-arcillosos (retransporte de form. Cretáceas)
Sarangí de Tejera (SdT)	Lomadas fuertes y colinas sedimentarias con algunas escarpas asociadas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutrícos / Dístricos Lúvicos (Típicos) ArF/F (ródicos) · Vertisoles Ruptícos Lúvicos LAc (asociados) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine loamy, mixed, superactive, thermic Pachic Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert Sedimentos areno-arcillosos y areno-gravillosos (form. Devonianas)

Cuadro 25.- Continuación

Unidad (CRSU) ¹⁸	Relieve	CRSU	Suelos (Dominantes) ¹⁹ Clasificación Soil Taxonomy ²⁰	Geología
Rincón de Zamora (RZ)	Sedimentos arenosos-francos y lodolitas sobre limonitas con arena y areniscas de la Form. San Gregorio -Tres Islas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutricos (Eutricos) Típicos (Háplicos) F/ArF (vérticos), (ródicos) · Brunosoles Subeutricos Districos Lúvicos (Típicos) Ar/ArF/F₁ (vérticos) 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Typic Argiudoll · Fine-loamy, mixed, active, thermic Typic Hapludalf 	

¹⁸ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

¹⁹ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

²⁰ Key to Uruguayan Soils Classification, Durán et al. 2005.

Cuadro 26.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU)

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
		cmol kg ⁻¹								
Tacuarembó (Ta)	5,2	1,8	1,6	0,2	0,1	3,7	6,9	1,13	0,06	0,12
Rivera (Rv)	5,0	0,5	0,3	0,2	-	1,0	2,1	1,67	-	0,46
Carpintería (Cpt)	5,6	10,5	2,8	0,2	0,3	13,8	17,3	3,75	0,11	2,42
Sarandí de Tejera (SdT)	5,8	5,1	1,3	0,3	0,5	7,2	10,4	3,92	0,38	1,86
Rincón de Zamora (RZ)	5,2	1,8	0,7	0,4	0,2	3,1	5,4	7,3	0,33	1,18

Cuadro 27.- Propiedades físicas de suelos representativos (horizonte A) de la región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU)

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua Disponible	Agua Pot. Disp. neta
	Arena	Limo	Arcilla						
Tacuarembó (Ta)	76,0	13,0	11,0	1,45	45,1	11,1	4,2	6,9	168,4
Rivera (Rv)	88,5	2,9	8,6	1,43	46,1	10,3	2,7	7,6	179,6
Carpintería (Cpt)	70,5	12,7	16,8	1,25	52,8	23,1	8,0	15,1	139,0
Sarandí de Tejera (SdT)	72,4	9,4	18,2	1,31	50,7	20,5	8,0	12,5	50,0
Rincón de Zamora (RZ)	66,0	21,0	13,0	1,35	49,0	17,8	6,3	11,5	148

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino, J.H y Califra, A. 2001

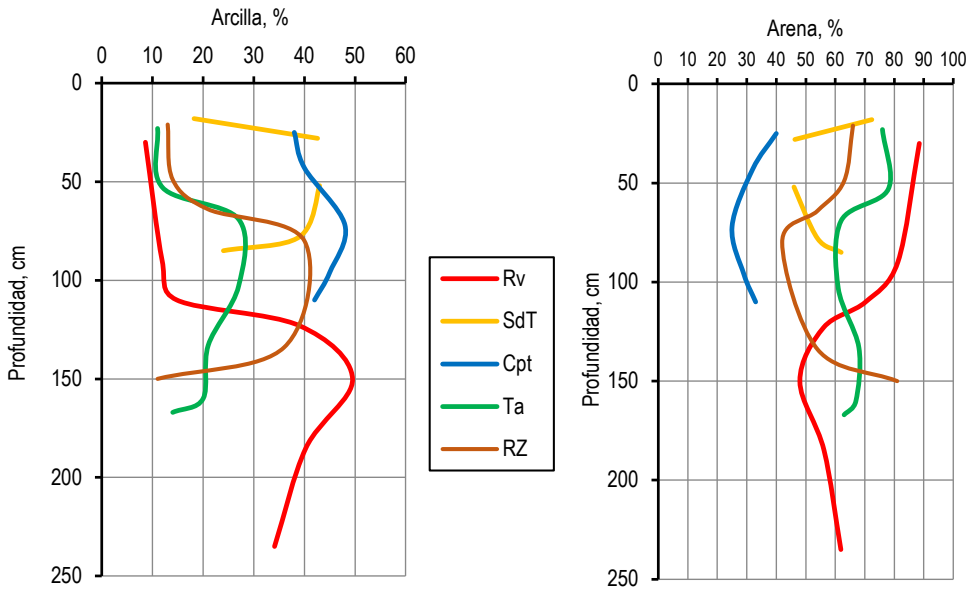


Figura 35.- Evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena en los perfiles representativos región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU).

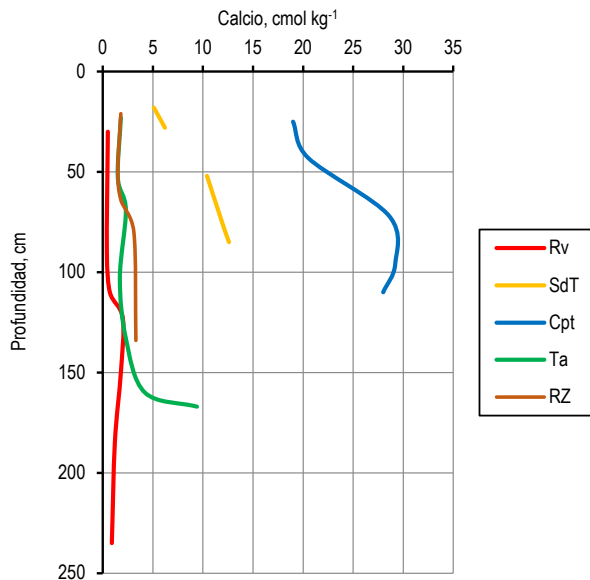


Figura 36.- Evolución en profundidad del contenido de calcio en perfiles representativos de región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU).

Tacuarembó (Ta)



Rivera (Rv)



Fotos: A. Kaplán(†); A. Silva y A. Califra

Tacuarembó (Ta)



Carpinteria (Cpt)

SdT


Figura 37.- Imágenes de perfiles representativos de los suelos de región vitícola Areniscas del Uruguay (RVAU)

Sobre la base de la información presentada, es posible establecer que los suelos dominantes de la RVAU son moderadamente profundos a profundos, con contenidos de arena y arcilla en cierta forma uniformes entre las unidades, valores promedio superiores a 70 % e inferiores a 20 % respectivamente.

El drenaje natural es moderadamente bien drenado a imperfecto y la permeabilidad es moderadamente lenta (12 - 48 cm día⁻¹).

Los suelos dominantes tienen fertilidad natural extremadamente baja a baja (CIC_{pH7} 2-7 $cmol\ kg^{-1}$) y un pH_{H2O} en superficie ligeramente ácido a moderado (5.5/6.4 a 5.0/5.4) si bien en la unidad Rv puede ser fuertemente ácido, con valores de pH inferiores a 5.0. Si existen diferencias respecto a la evolución del pH en el perfil, en las unidades Ta, Rv y RZ el parámetro se mantiene relativamente constante en profundidad, en Cpt y SdT se incrementa en función del aumento del calcio (figura 36).

Para la unidad SdT el riesgo de sequía es medio con una capacidad de almacenamiento promedio de agua (APDN) de 50 mm. Para las unidades Rv, Ta, RZ y Cpt el APDN promedio es de 162 mm y el riesgo de sequía es medio a bajo. Los factores limitantes para todas las unidades son el riesgo de erosión y, excepto para Cpt, la baja fertilidad.

Debemos resaltar que, si bien el contenido porcentual de calcio es mayoritario dentro de las bases de intercambio, es posible diferenciar dos grupos. En los suelos de las unidades Rv, RZ y Ta el nutriente representa en promedio 50 % de las BT, en tanto que en las unidades Cpt y SdT alcanza en

promedio 70 %. Los valores absolutos promedio de calcio en Ta, RZ y Rv se encuentran en torno a 1 cmol kg^{-1} , y en torno a 8 cmol kg^{-1} para Cpt y SdT.

Similar relación presenta los niveles de carbono orgánico, 0.2 y 2.0 % para Ta-Rv y Cpt, RZ y SdT respectivamente.

Como ya fue mencionado, para la RVAU se dispone de información detallada que ratifica la influencia de la geología en la forma del paisaje y, por consiguiente, en el clima del viñedo; así como que la naturaleza de la roca gobierna las características físicas y químicas del suelo. Del mismo modo, se ratifica la relevancia de este estudio de regiones y la del conocimiento detallado a nivel predial de las características edáficas para potenciar la obtención de vinos de calidad.

En el mismo período (2007-2010), el mismo equipo de investigación de la UDELAR citado en la RVRoU por la delimitación de terroir en una zona de los departamentos de Salto y Paysandú, trabajó en la delimitación de terroir vitícolas en Villa del Carmen, departamento de Durazno.

De acuerdo al informe de Echeverría (2011b), se trabajó en cuatro viñedos que, como ya se mencionó, se ubican principalmente sobre areniscas conglomerádicas de la Fm. Mercedes (viñedo 1), sobre areniscas devonianas (Fm. La Paloma) (viñedos 2 y 3), y sobre areniscas conglomerádicas de la Fm. Mercedes y areniscas de la Formación Asencio (viñedo 4) (figura 38).

En el cuadro 28 se presentan las características de los suelos de cada uno de los viñedos.

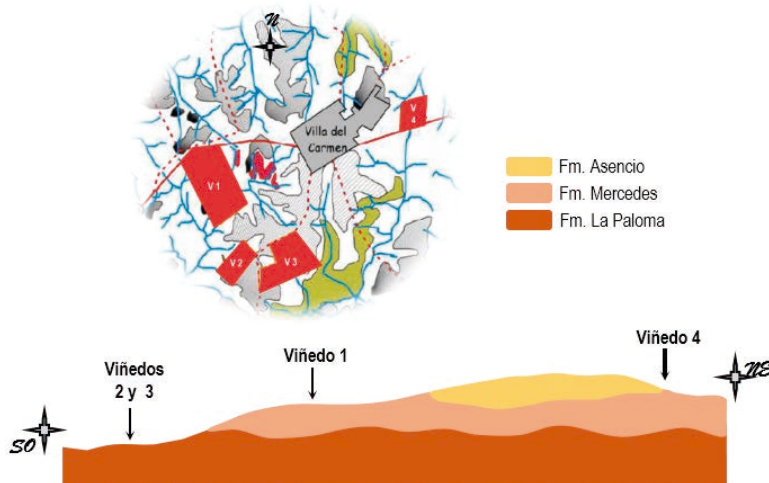


Figura 38.- Perfil geológico de la zona de El Carmen, departamento de Durazno.

Cuadro 28.- Datos analíticos de los suelos (Horizonte A) de la zona de El Carmen, departamento de Durazno (CSIC-UDELAR)

	pH _{H₂O}	Ca	Mg	Na	K	BT	C.O. (%)	Ca:Mg	K:Mg
		cmol kg ⁻¹							
Viñedo 1	5,9	13,9	2,8	0,2	0,4	17,2	1,9	5,0	0,2
Viñedo 2	6,2	15,0	3,7	0,3	0,5	19,4	2,6	4,1	0,1
Viñedo 3	6,9	19,6	4,5	0,6	0,4	25,1	1,1	4,4	0,1
Viñedo 4	6,8	23,1	2,4	0,2	0,4	26,0	1,8	9,6	0,1

Cuadro 28 a .- Composición granulométrica de los suelos de la zona de El Carmen (CSIC-UDELAR)

	Arena	Limo	Arcilla
	(%)		
Viñedo 1	63	11,3	25,7
Viñedo 2	47	21,5	31,5
Viñedo 3	40	21,3	39,3
Viñedo 4	52	15,5	33,0

Cuadro 28 b.- Análisis peciolar de los viñedos estudiados en Durazno zona de El Carmen (CSIC-UDELAR)

	N	P	Ca	Mg	K	Ca:Mg	K:Mg
	% en base seca						
Viñedo 1	0,71	0,08	1,60	0,52	1,35	3,1	2,6
Viñedo 2	1,22	0,13	1,70	0,43	3,90	4,0	9,1
Viñedo 3	0,79	0,09	1,60	0,46	1,45	3,5	3,2
Viñedo 4	0,75	0,06	1,90	0,38	1,50	5,0	3,9

Cuadro 28 c.- Composición de la uva en viñedos de Durazno cosechas 2008,2009 y 2010.

Test: Tukey. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) (CSIC-UDELAR)

	Arena (%)	Azúcar	Acidez Total (g H ₂ SO ₄ l ⁻¹)	pH	A280	A _{pH1} mg l ⁻¹
Viñedo 1	63,0	225 a	4,67 a	3,8 ab	71,9 a	1710 a
Viñedo 2	47,0	199 a	3,98 a	4,0 a	69,2 a	1831 a
Viñedo 3	39,5	193 a	4,64 a	3,7 ab	61,3 a	1664 a
Viñedo 4	51,5	200 a	5,01 a	3,5 b	74,3 a	2119 a

Del estudio se debe destacar que la información aportada más detallada (1:50.000), indica en la zona una textura algo más rica en fracciones finas debido al descenso de la fracción arena, que representa en promedio 50%.

Desde el punto de vista químico también se determinaron particularidades en los predios estudiados respecto a la información general y predominante en la región, menor acidez de los suelos directamente relacionada con el mayor contenido de calcio. Asimismo, los suelos de la zona de estudio presentan mayor fertilidad, con valores de CIC que superaran en promedio los 20 cmol kg⁻¹. Recordamos que para los suelos dominantes de la RVAU se ubica en torno a los 10 cmol kg⁻¹.

Como conclusión general, y en forma similar a sus trabajos en la zona de Salto-Paysandú, los autores señalan que la interpretación de la influencia de los factores ambientales: geología, clima, topografía, suelos y el paisaje en la producción vitícola, permitió delimitar un terroir “Villa del Carmen” en el departamento de Durazno. Y que tanto la respuesta de la planta como la composición de la baya y su expresión en el vino confirmaron esa delimitación.

No se observaron diferencias significativas para las variables analizadas excepto para el pH de las uvas cosechadas, diferenciándose los viñedos 4 y 2, determinándose en éste mayor pH asociado a una menor acidez (cuadro 28 c); si bien la misma no difiere significativamente de la de los otros viñedos. Comportamiento relacionado a un contenido elevado de K en hoja (pecíolo), que se refleja en la alta relación K:Mg (cuadro 28b). Recordamos que una relación K:Mg próxima a 10 o superior, podría ser indicador de posibles deficiencias de Mg (Fregoni, 1980)

Merece ser destacado, al igual que en el estudio de Salto (Echeverría, 2011), el mayor contenido de azúcar en las bayas producidas sobre los suelos con mayor contenido de arena (V1). En el mismo sentido, en promedio, se observa un mayor contenido de polifenoles totales (A280) y antocianos totales (mg l^{-1} ApH₁) en aquellos viñedos donde los suelos tienen promedialmente un contenido mayor de arena (V1 y V4).

4.4 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA CRISTALINA CENTRO SUR

REGIÓN VITÍCOLA PIEDRA ALTA (RVPA)

Durán et al. (2005, 2007) definen como Región Geomorfológica Cristalina Centro Sur (RCCS) a la que se desarrolla sobre las rocas cristalinas del zócalo pre cambriano antiguo (1000-2000 Ma), presenta un paisaje de colinas y lomadas, suavizado por la acción de largos períodos erosivos, ya que el terreno parece haberse mantenido estable desde épocas cretáceas.

Posteriormente, en el cuaternario, el paisaje recibió recubrimiento de lodolitas que a su vez fueron eliminadas de las zonas de disección simultáneamente al entalle de la superficie. Como resultado, los recubrimientos lodolíticos se han mantenido fundamentalmente en los interfluvios mayores, en los que los suelos son profundos, de texturas finas y sin afloramientos rocosos. En cambio, en las áreas de disección los recubrimientos delgados o inexistentes originan suelos superficiales y el relieve es más enérgico. Los afloramientos rocosos abundan a lo largo de las vías de drenaje.

La altitud de la región es inferior a 200 msnm.

En función de los viñedos existentes, en la figura 39 se establece la ubicación y unidades cartográficas que comprende la **Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)**.

Las características generales de las unidades cartográficas y la clasificación de los suelos representativos de la RVPA se presentan en el cuadro 29. Los cuadros 30 y 31 resumen las características químicas y físicas de los mismos. Las figuras 40 y 41 representan la evolución en profundidad de la composición granulométrica y pH respectivamente. La figura 42 ejemplifica los perfiles de suelos más representativos.

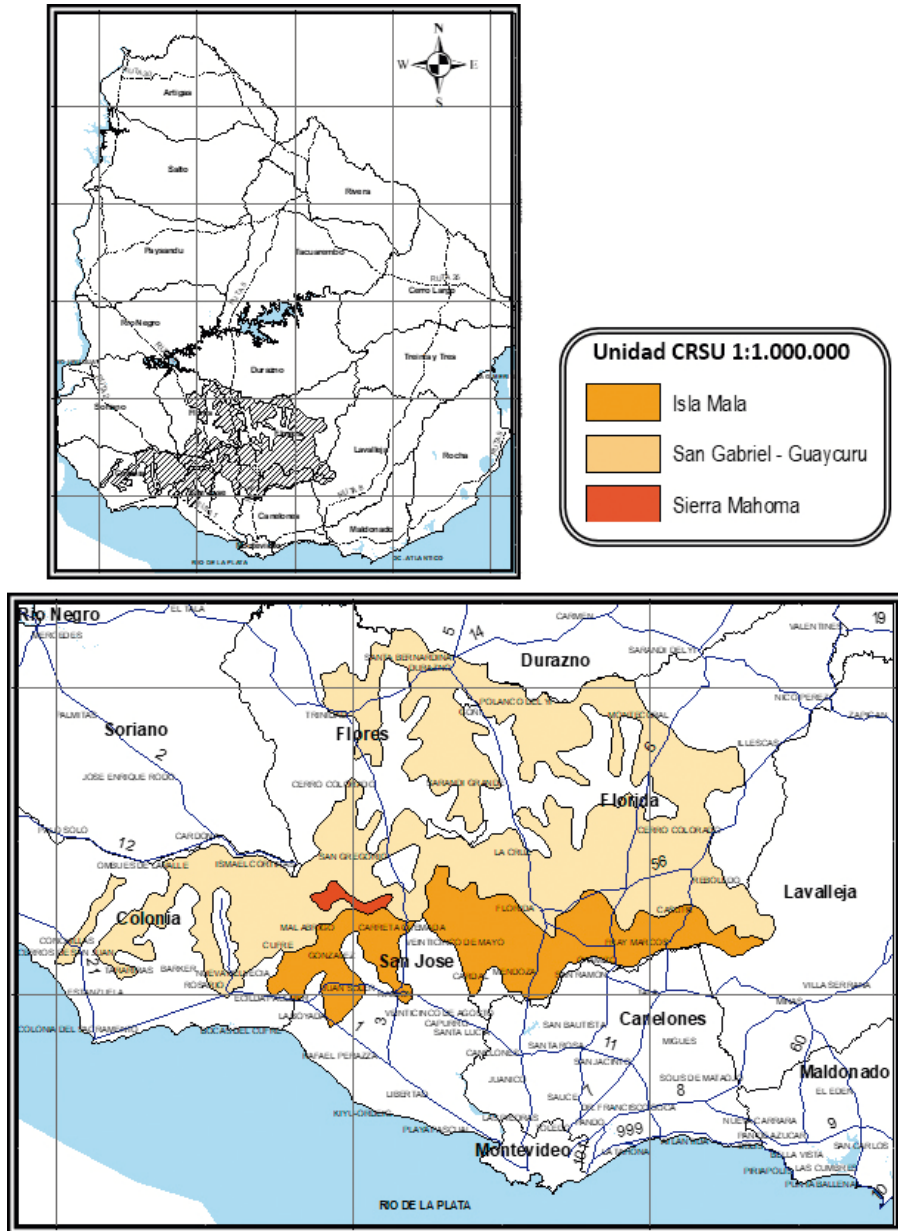


Figura 39.- Ubicación geográfica y unidades cartográficas que comprende la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)

Cuadro 29.- Resumen de las características de las unidades cartográficas CRSU de la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)

Unidad (CRSU) ²¹	Relieve	CRSU	Suelos (Dominantes) ²² Clasificación Soil Taxonomy ²³	Geología
Isla mala (IM)	Lomadas fuertes aplanadas, asociadas a colinas cristalinas algo rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Eutríticos Típicos (Lúvicos) F, vérticos · Vertisoles Rupticos Lúvicos. F/LAc. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, smectitic, thermic Pachic Vertic Argiudoll · Fine, smectitic, thermic Typic Hapludert 	Sedimentos limo-arcillosos sobre basamentos cristalinos, alterados, retransportados,
Sierra de Mahoma (SMh)	Sierras rocosas y muy rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Inceptisol Úmbrico · Brunosol Subeútricos/ Districos Háplicos 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine-loamy skeletal, superactive, thermic Lithic Udorthent · Fine-loamy, mixed, active, thermic Typic (Lithic) Hapludoll 	Granitos alterados y retransportados
San Gabriel Guaycurú (SG-G)	Colinas cristalinas algo rocosas con lomadas fuertes	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeútricos (Eutríticos) Háplicos F(FGv)/ ArF(Gv) sup., mp, p, pedregosos, ródicos 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine-loamy, mixed, active, thermic Typic (Lithic) Hapludoll 	Basamento cristalino alterado, retransportados, parcialmente recubiertos por sedimentos limo-arcillosos

²¹ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

²² Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

²³ Key to Uruguayan Soils Classification. Durán, et al. 2005.

Cuadro 30.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizonte A) de la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
San Gabriel –Guaycurú (SG-G)	5,9	12,8	3,4	0,4	0,5	17,1	20	3,76	0,15	2,79
Isla Mala (IM)	6,1	16,4	4,7	0,6	0,2	21,9	27,1	3,49	0,04	3,36
Sierra Mahoma (SMh)	4,5	1,9	0,7	0,2	0,2	3,0	11,9	2,71	0,29	1,7

Fuente: DSF/MGAP. 1976

Cuadro 31.- Propiedades físicas de los suelos representativos (horizonte A) de la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA)

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ^{-3*}	Porosidad Total(%)	C.C.**	C.M.P.** mm 10 cm ⁻¹	Agua Disponible	Agua Pot. Disponible neta mm ***
	Arena	Limo	Arcilla						
San Gabriel –Guaycurú (SG-G)	33,5	40,1	26,4	1,21	54	32,2	14,2	18,0	92,4
Isla Mala (IM)	22,0	44,0	34,0	1,16	56	37,7	17,9	19,8	102,1
Sierra Mahoma (SMh)	62,3	20,8	16,9	1,31	51	21,3	8,1	13,2	43,9

Fuente: DSF/MGAP. 1976

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino, J.H y Califra, A. 2001

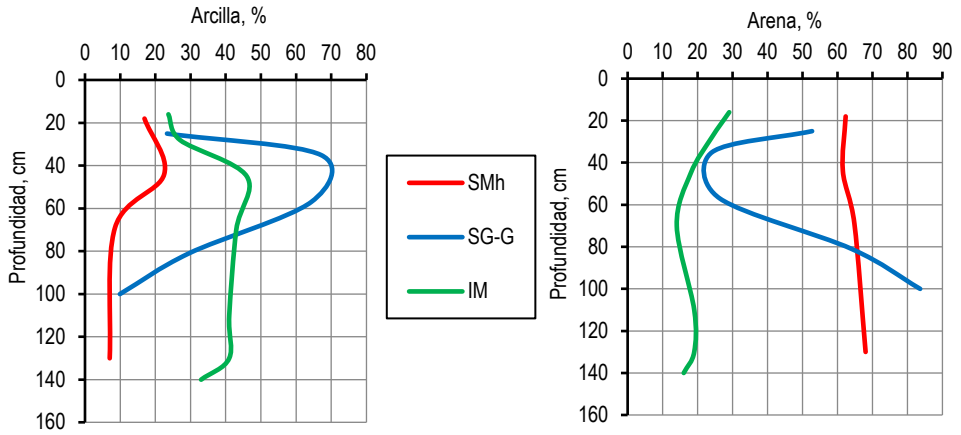


Figura 40.- Evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena en perfiles representativos de la Región Vitícola Piedra Alta,(RVPA)

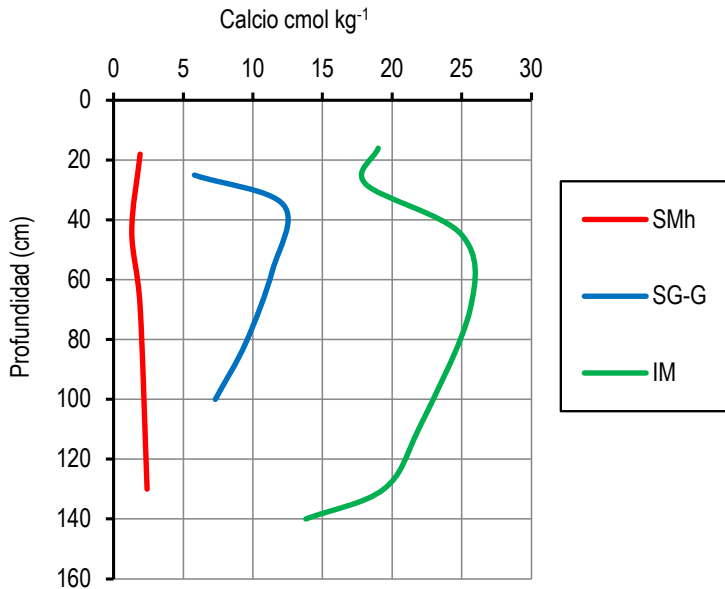


Figura 41.- Evolución en profundidad del contenido de calcio de perfiles representativos de la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA).

San Gabriel-Guaycurú (SG_G)

Florida



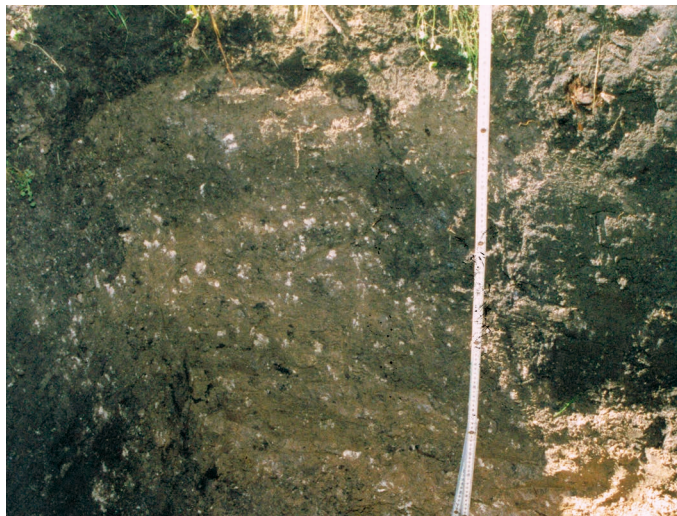
Colonia



Fotos: A. Durán, A. Califra, A. Silva

Isla Mala (IM)

Florida



Fotos: A. Califra, A. Silva

Sierra Mahoma**San José**

Figura 42.- Perfiles representativos de la Región Vitícola
Región Vitícola (RVPA)

Los suelos dominantes en la Región Vitícola Piedra Alta (RVPA) son muy variables, desde moderadamente profundos a superficiales. Los contenidos promedio de arena y arcilla de los suelos representativos de la región son de 39 y 26 % respectivamente. Es de destacar la unidad SMh con valores claramente superiores de arena (62%) para los perfiles analizados, con presencia de gravas y gravillas en porcentaje variable.

El drenaje natural en las unidades SMh y SG-G es bueno y la permeabilidad es moderada (48–151 cm día⁻¹). En la unidad IM el drenaje natural es moderado a algo imperfecto y la permeabilidad lenta (3-12 cm día⁻¹).

Los suelos dominantes de SMh y SG-G tienen fertilidad natural media en el horizonte superficial (CIC_{pH7} 12-20 cmol kg⁻¹), mientras que es alta para IM (CIC_{pH7} 25 cmol kg⁻¹).

En cuanto al pH_{H_2O} en superficie, es ligeramente ácido (5.5/6.4) para SG-G e IM, y fuertemente ácido (<5.0) para SMh. Como se deduce de la figura 41 de evolución del contenido de calcio, en SG-G e IM el pH aumenta con la profundidad y en SMh se mantiene relativamente constante.

El calcio es el catión mayoritario dentro de las bases de intercambio, variando de 65 a 75%. No obstante, podemos diferenciar un grupo integrado por los suelos de las unidades SG-G e IM que presentan contenidos promedio absoluto superiores a los de SMh, 16 y 2 cmol kg⁻¹ respectivamente.

El nivel de carbono orgánico no muestra diferencias extremas entre unidades, varía entre 2 y 3 %. El riesgo de sequía si varía, siendo alto en SMh, medio a alto en SG-G y medio en IM, lo que concuerda con la capacidad de almacenamiento de agua (APDN): 43.9, 92.4 y 102.1 mm respectivamente.

Los factores limitantes generales son el riesgo de erosión, la pedregosidad y superficialidad, especialmente en SG-G y SMh.

4.5 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA DE SIERRAS CRISTALINAS

REGIÓN VITÍCOLA SIERRAS DEL URUGUAY (RVSU)

De acuerdo con Durán et al. (2005, 2007), la Región Geomorfológica de Sierras Cristalinas es la que presenta el relieve más enérgico del país, desde fuertemente ondulado a quebrado, con pendientes que varían desde 5-10 hasta 20-30 %. La altitud varía entre los 100 y 500 msnm constituyendo la región más alta del territorio uruguayo; por lo tanto, donde se localizan los viñedos más elevados del país,

El sustrato corresponde al zócalo cambro-proterozoico (500-2000 Ma), constituido por rocas ígneas y metamórficas de los Terrenos Nico Pérez y Cuchilla Dionisio. En el este de la región, lo que delimitamos como **Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)** (figura 43), predominan las ectinitas por sobre las rocas graníticas, tanto metamórficas como intrusivas.

La unidad está constituida por un complejo de plegamientos emergidos y otros alzamientos de los cuales el más antiguo es el macizo de Carapé. En su parte superior se pueden identificar interfluvios suavizados bastante extensos, presumiblemente relacionado al desarrollo de superficies de aplanamiento de edad oligocénicas hasta Pleistocénica (35-2 Ma). Los suelos son bastante profundos, excepto en los interfluvios más antiguos, en los que el suelo ha sido mayormente eliminado por erosión dejando expuesta la superficie muy rocosa. En las zonas de disección, que ocupan la mayor parte del terreno, los suelos son moderadamente profundos y superficiales, y los afloramientos rocosos varían desde comunes hasta muy abundantes. Todos los suelos son ácidos y de fertilidad media a baja.

Los suelos dominantes de estos grupos son superficiales o muy superficiales y moderadamente profundos, con rocosidad y pedregosidad variables según la energía del relieve y la naturaleza de la roca subyacente.

Las características generales de las unidades cartográficas y la clasificación de los suelos representativos de la RVSU se presentan en el cuadro 32. Los cuadros 33 y 34 resumen las características químicas y físicas de los mismos, información que se complementa en el cuadro 35 con los resultados de relevamientos edafológicos realizados sobre las unidades cartográficas (CRSU): Sierra de Polanco (SP) y Sierra de Aigua (SAG) en el departamento de Maldonado.

Las figuras 44 y 45 representan la evolución en profundidad de la composición granulométrica y de calcio en los perfiles de suelos representativos de la región. En la figura 46 se presentan imágenes de perfiles de estos.

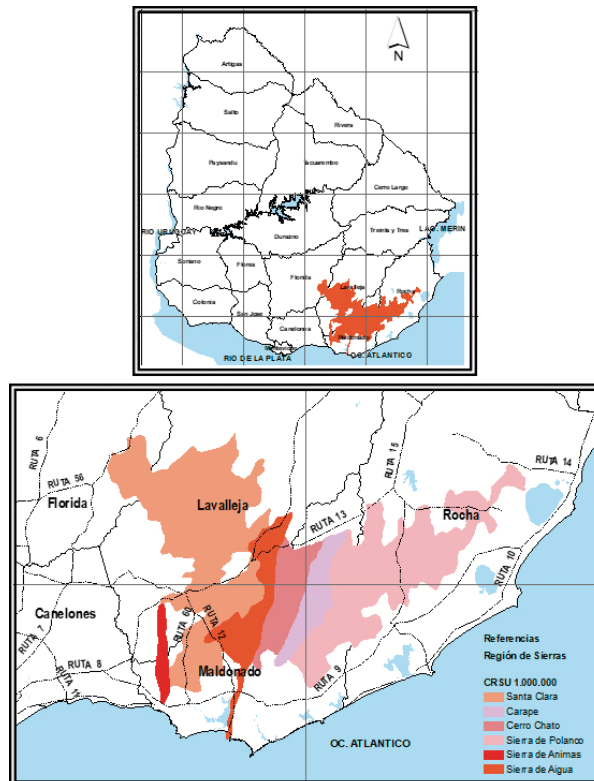


Figura 43.- Ubicación geográfica y unidades de la Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

Cuadro 32.- Resumen de las características de las unidades cartográficas CRSU y clasificación de los suelos dominantes de la región vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

Unidad (CRSU) ²⁴	Relieve	Suelos (Dominantes) ²⁵ Clasificación		Geología
		CRSU	Soil Taxonomy ²⁶	
Sierra de Aigua (SAg)	Sierras rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Litosoles Subeutricos Melánicos ArFGv s, pedregosos · Brunosoles Subeutricos Típicos FGv, mp (Asociado) 	<ul style="list-style-type: none"> · Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Lithic Hapludoll · Fine, mixed, active, thermic Typic Argiudoll 	Ectinitas, Granitos, Migmatitas
Sierra de Animas (SA)	Sierras muy rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Inceptisoles Umbricos F, mp, pedregosos · Litosoles Districos Umbricos, Ar. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Humic Dystrudept · Sandy, siliceous, thermic Humic Lithic Dystrudept 	Basamento Cristalino (gneises, granitos, migmatitas, filitas, riolitas)
Sierra de Polanco (SP)	Sierras no rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosoles Subeutricos Típicos F. s/ mp · Brunosoles Subeutricos Hápticos ArF/F(ArFGv), superficiales 	<ul style="list-style-type: none"> · Fine, mixed, active, thermic Typic Argiudoll · Fine-loamy, mixed, superactive, thermic Entic Hapludoll 	Basamento Cristalino (Ectinitas, granitos predevonianos, migmatitas).
Santa Clara (SCI)	Sierras rocosas	<ul style="list-style-type: none"> · Brunosol Subeutrico Háptico ArFGv/ FGv superficiales (pedregosos) 	<ul style="list-style-type: none"> · Coarse-loamy, mixed, superactive, shallow, thermic Entic Hapludoll 	Migmatitas, granitos y lavas de la Fm. Puerto Gómez

Cuadro 32.- Continuación

Unidad (CRSU) ²⁴	Relieve	Suelos (Dominantes) ²⁵ Clasificación		Geología
		CRSU	Soil Taxonomy ²⁶	
Cerro Chato (CCh)	Sierras aplanadas sierras no rocosas y sierras rocosas	· Brunosol Subeutrico Típicos F. prof. (mod prof. (pseudolíticos))	· Fine, mixed, active, thermic Typic Argiudoll	Sedimentos francos de escaso espesor (o inexistentes) y retransporte de basamento cristalino alterado.
		· Brunosol Subeutrico Háptico ArFGv/FGv superficiales	· Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Lithic Hapludoll	
Carapé (Ca)	Sierras rocosas y sierras aplanadas rocosas	· Litosoles Dístricos /Ocrícos Gv/ArGv superficiales	· Sandy, siliceous, thermic Humic Lithic Dystrudept	Migmatitas y granitos predevonianos y riolitas de la Fm. Arequita
		· Inceptisoles Umbrícos Ar/Gv superficiales	· Fine, mixed, active, thermic Humic Dystrudept	
		· Brunosol Subeutrico Háptico ArFGv/FGv superficiales, Brunosol Subeutrico Háptico ArFGv/FGv superficiales	· Coarse-loamy, mixed, superactive, thermic Lithic Hapludoll	

²⁴ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

²⁵ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

²⁶ Key to Uruguayan Soils Classification. Durán, et al. 2005

Cuadro 33.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizontes A) de la de la Región vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH _e)	Ca:Mg	K:Mg	C.O. (%)
Sierra de Aigua (SAg)	5,0	5,0	2,0	0,1	0,6	7,7	14,8	2,50	0,30	2,79
Sierra de la Animas (SA)	4,7	2,0	2,5	0,4	0,5	5,4	18,6	0,80	0,20	1,49
Sierra de Polanco (SP)	5,3	6,6	2,5	0,2	0,5	9,8	18,5	2,64	0,20	2,89
Santa Clara (SCI)	5,2	5,8	4,1	0,1	0,6	10,6	19,6	1,4	0,02	3,8
Cerro Chato (CCh)	5,4	5,5	2,6	0,2	0,3	8,6	12,3	2,1	0,1	1,1
Carapé (Ca)	5,0	1,0	0,2	0,1	0,1	1,4	7,3	5,0	0,5	3,8

Cuadro 34.- Propiedades físicas de suelos representativos (horizonte A) de la región vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³ *	Porosidad Total (%)	C.C.**	C.M.P.** mm	Agua Disponible mm 10 cm ⁻¹	Agua Pot. Disp. neta mm ***
	Arena	Limo	Arcilla						
Sierra de Aigua (SAg)	56,5	28,0	15,5	1,20	55	27,0	28,0	18,2	50,1
Sierra de Animas (SA)	27,2	33,3	39,5	1,35	49	29,2	18,18	11,0	45,5
Sierra de Polanco (SP)	51,6	24,1	24,3	1,20	55	27,0	8,85	18,2	73,0
Santa Clara (SCI)	54,4	22,4	23,2	1,12	58	32,8	12,2	20,6	63,6
Cerro Chato (CCh)	46,5	29,4	24,1	1,37	48	22,2	11,4	10,8	78,6
Carapé (Ca)	33,7	25,5	40,8	1,14	57	38,5	19,6	18,9	41,5

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino y Califra, 2001.

Cuadro 35.- Datos analíticos de relevamientos edafológicos realizados sobre las unidades cartográficas (CRSU): Sierra de Polanco (SP) y Sierra de Aigua (SAg) en el departamento de Maldonado. Silva A., 2015 (datos sin publicar)

Sitio	Horizonte	pH (H ₂ O)	Ca	Mg	K	Na	BT	CIC (pH ₇)	Acidez Interc.	C.O. (%)	Ca:Mg	K:Mg
SAg	A	5,1	4,73	2,10	0,66	0,46	8,0	8,1	0,15	1,57	2,3	0,31
	AC	5,2	3,37	2,39	0,48	0,41	6,7	6,9	0,25	1,21	1,4	0,20
	C	5,2	4,66	4,10	0,46	0,56	9,8	10,1	0,28	1,16	1,1	0,11

Sitio	Horiz.	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P μg g ⁻¹	M.O. (%)	Bases Intercambiables (cmol kg ⁻¹)					Ca:Mg	K:Mg
						Ca	Mg	K	Na	B. Totales		
SAg	A	0 - 45	5.4	3.0	1,56	1.4	0.8	0.4	0.1	2.7	1,75	0,5

Sitio	Horiz	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P μg g ⁻¹	M.O. (%)	Bases Intercambiables (cmol kg ⁻¹)					Ca:Mg	K:Mg
						Ca	Mg	K	Na	B. Totales		
SP	A	0 - 34	5,1	3,0	1,21	0,9	0,8	0,4	0,2	3,2	1,12	0,5
	AC	34-58	5,1	3,0	0,81	0,5	0,5	0,3	0,1	1,8	1,00	0,6

Sitio	Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	P μg g ⁻¹	M.O. (%)	Bases Intercambiables (cmol kg ⁻¹)					Ca:Mg	K:Mg
					Ca	Mg	K	Na	B. Totales		
SP	0-19	5,4	1,0	1,27	4,2	1,4	0,2	0,2	6,0	3,00	0,14
	19-41	5,2	3,0	1,10	2,7	1,4	0,3	0,2	4,6	1,92	0,21

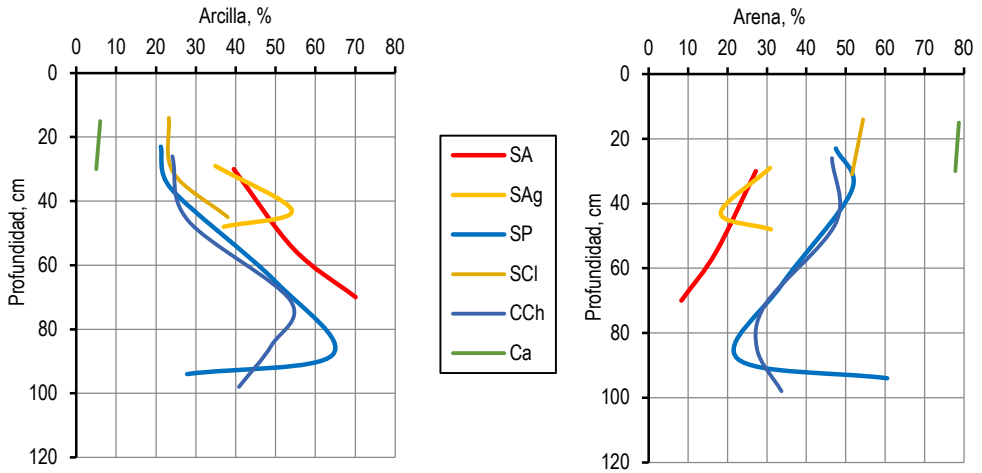


Figura 44.- Evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena en el perfil de suelos representativos de la Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

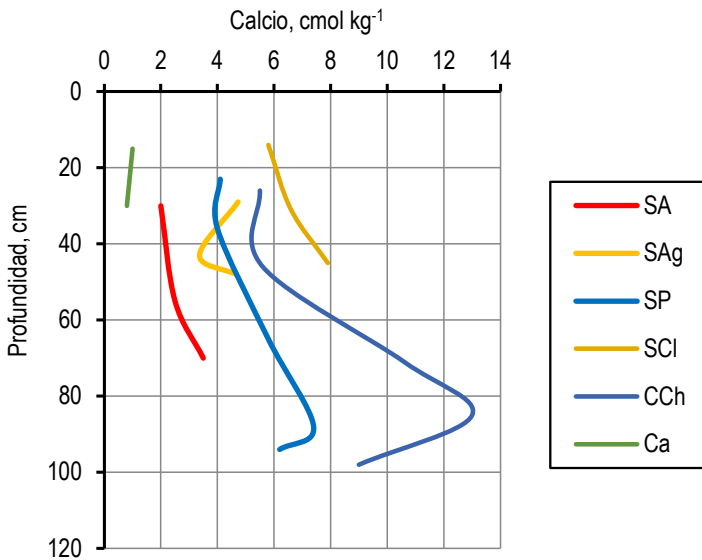
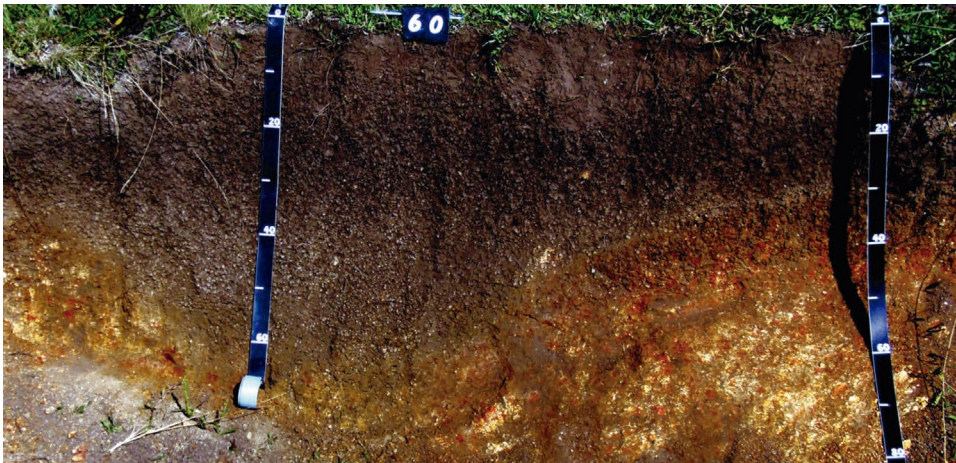


Figura 45.- Evolución en profundidad del contenido de calcio en perfiles representativos de la Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

Sierra de Polanco (SP)



Fotos: R. Docampo, A. Silva

**Sierras de
Aigua (SAg)**



Fotos: A. Silva, R. Docampo

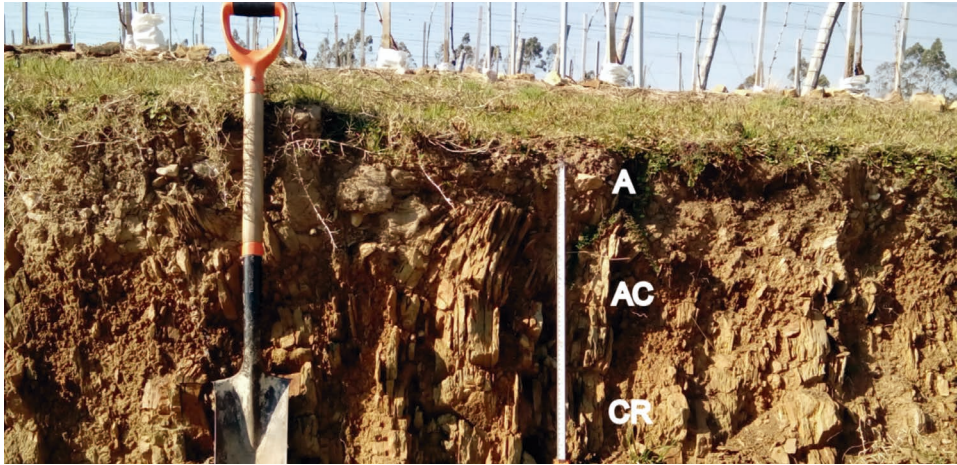


Figura 46.- Perfiles representativos de la Región Vitícola Sierras del Uruguay (RVSU)

De acuerdo con la información presentada, los suelos dominantes de la región vitícola Sierras del Uruguay son en promedio moderadamente superficiales a superficiales (< 50 cm), no obstante, dado el marcado grado de alteración de las rocas formadoras de estos, la exploración radical no queda circunscrita únicamente al solum.

La textura de acuerdo con los contenidos de arena y arcilla se define para la mayoría de los suelos como franca a franco arenosa, con valores promedio de arena de 45 % y 25-30 % de arcilla. Es frecuente la presencia de gravas y gravillas, localmente abundantes.

En relación con el drenaje natural es moderadamente bien drenado, la permeabilidad es moderadamente lenta (12 - 48 cm día⁻¹). Los suelos dominantes tienen fertilidad natural baja a media (CIC_{pH7} 8-19 cmol kg⁻¹) en el horizonte superficial. Desde el punto de vista químico los dos grupos de suelos presentan un pH_{H_2O} en superficie ligeramente ácido a moderado (5.5/6.4 a 5.0/5.4), si bien en estudios puntuales en el departamento de Maldonado se han determinado pHs fuertemente ácidos (5.0 e inferiores). El pH se mantiene relativamente constante o aumenta en profundidad.

El calcio es el catión mayoritario dentro de las bases de intercambio, alcanza en promedio un 60 % de las mismas. Los valores absolutos promedio oscilan entre 2 y 6 cmol kg⁻¹.

El nivel de carbono orgánico es variable, con valores entre 1.4-3.9 %.

El riesgo de sequía es medio a alto, con una capacidad de almacenamiento promedio de agua baja (APDN 50 mm).

Los factores limitantes generales son la rocosidad, que puntualmente varía entre 10 y 40%, la pedregosidad, la superficialidad y un alto grado de pendiente que puede superar el 25 %.

4.6 – REGIÓN GEOMORFOLÓGICA COLINAS Y LOMADAS DEL ESTE

REGIÓN VITÍCOLA ATLÁNTICA (RVA)

Durán et al. (2005, 2007) definen como Región Geomorfológica Colinas y Lomadas del Este a la que se extiende al este y al sur de la zona de sierras, en los departamentos de Rocha y Maldonado. Es una banda de ancho irregular constituida por terrenos situados por debajo del nivel serrano y por encima del de planicies (figura 47).

En la Región se distinguen dos niveles:

El de Colinas, de mayor altitud (40-120 msnm) y de pendientes más fuertes. Presenta recubrimientos sedimentarios delgados y muy discontinuos de lodolitas, de textura limo arcillosa y de edad cuaternaria superior (1.5-0.1 Ma).

Y el de Lomadas, a nivel altimétrico inferior (25-60 msnm), con pendientes muy suaves y con recubrimientos continuos y más potentes.

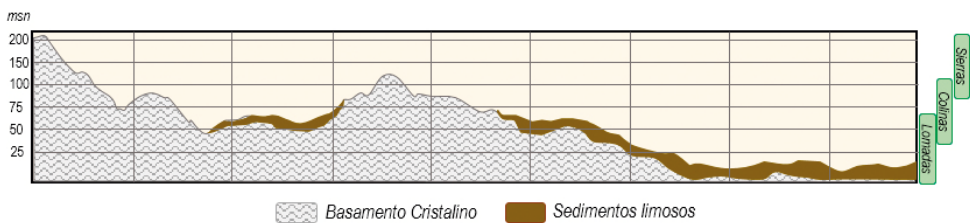


Figura 47.- Corte representativo del relieve de la zona de colinas y lomadas.

En ambos niveles, el sustrato que a veces aflora está constituido por las rocas del zócalo cristalino (>1000 Ma).

Los materiales generadores de los suelos de la región están constituidos por sedimentos limo-arcillosos cuaternarios de débil a escaso espesor sobre basamento cristalino alterado.

Los suelos en general son moderadamente profundos o superficiales y de fertilidad media, a veces baja en las áreas de colinas, y moderadamente profundos o profundos y de fertilidad media a alta en la región de lomadas. En esta, localmente ocurren suelos pesados y fértiles, asociados a materiales ricos en esmectitas.

En función de la ubicación de los viñedos dentro de la RGCLE, se delimitó la Región Vitícola Atlántica (RVA), cuya ubicación y unidades cartográficas que comprende se muestran en la figura 48.

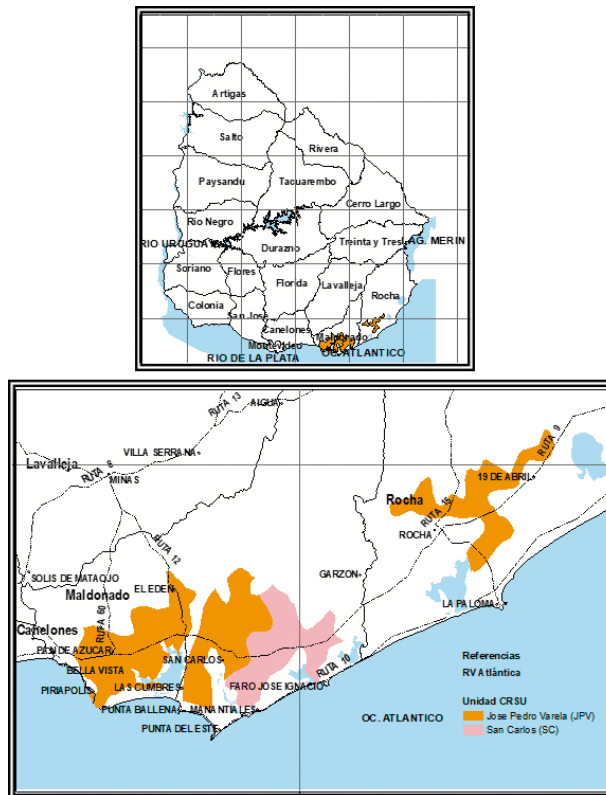


Figura 48.- Ubicación geográfica y unidades cartográficas que comprende la Región Vitícola Atlántica (RVA)

Corresponde aclarar que en la RVA existen puntualmente áreas de características topográficas similares a las descritas para la Región Vitícola de Sierras. Como se aprecia en la figura 49 elaborada en función de Coneat (1:50.000), al sur de los departamentos de Maldonado y Rocha se ubican áreas vitícolas de altitud y pendientes similares a la de Sierras. Si bien los suelos también son de características similares, por razones de escala, pero fundamentalmente por la mayor influencia del clima oceánico sobre las mismas, se entendió más adecuado incluirlas dentro de la RVA.

En el mismo sentido, Spoturno et al (2012) clasifican esta región de Colinas y Lomadas del Este como “Terrenos Ondulados y Fuertemente Ondulados con Cerros Asociados”. Señala como el más importante y extendido de estos “terrenos”, al que se ubica al suroeste del departamento de Maldonado, con un paisaje que comprende un conjunto de grandes y pequeños cerros cuya cota de base está entre 20 y 40 metros y la cota superior se encuentra en 390 metros en el Cerro Pan de Azúcar, y entre 100 y 250 metros mínimo en los Cerros del Toro, del Burro, San Antonio, Las Palmas, Sanguinetti, Del Indio, Del Tambo y de las Espinas.

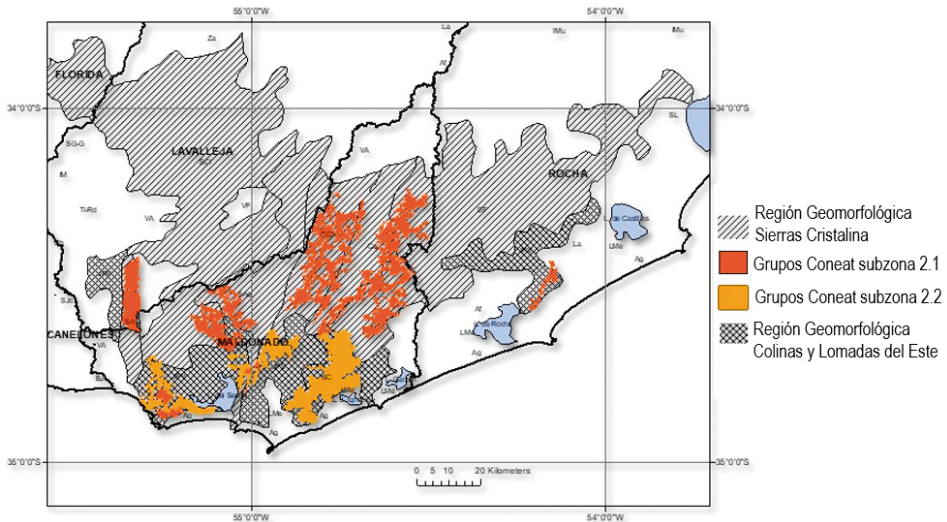


Figura 49.- Ubicación de las regiones vitícolas de: Sierras correspondiente a los grupos Coneat de la subzona 2.1 (Sierras - RVS) y Atlántica correspondiente a los grupos Coneat de la subzona 2.2 (Colinas y lomadas - RVA)

Las características generales de las unidades cartográficas y la clasificación de los suelos representativos de la RVA se presentan en el cuadro 36. Los cuadros 37 y 38 resumen las características químicas y físicas de los mismos.

La figura 50 representa la evolución en profundidad de las fracciones arcilla y arena en los suelos representativos de la región, y la figura 51 la evolución del contenido de calcio. La figura 52 presenta imágenes de los perfiles más representativos.

Cuadro 36.- Resumen de las características de las unidades cartográficas CRSU y clasificación de suelos de la región vitícola Atlántica (RVA)

Unidad (CRSU) ²⁷	Relieve	Suelos (Dominantes) ²⁸ Clasificación		Geología
		CRSU	Soil Taxonomy ²⁹	
JPV	Colinas cristalinas	· Brunosoles Subeutricos Lúvicos F	· Fine, mixed, semiactive, thermic Typic Argiudoll	Sedimentos limo-arcillosos cuaternarios, escaso espesor, sobre basamento Cristalino
		· Argisoles Subeutricos Melánicos Abrupticos F, mp	· Fine, mixed, active, thermic Abruptic Argiudoll	
SC	Colinas cristalinas Lomas fuertes	· Argisoles Subeutricos Típicos F	· Fine, mixed, active, thermic Abruptic Argiudoll	Sedimentos limo-arcillosos cuaternarios, escaso espesor, sobre basamento Cristalino alterado

²⁷ Carta Reconocimiento de Suelos del Uruguay. 1976.

²⁸ Ocupan más del 50 por ciento de la unidad

²⁹ Key to Uruguayan Soils Classification.

Cuadro 37.- Datos analíticos de los suelos representativos (horizonte A) de la región vitícola Atlántica (RVA)

Unidad Cartográfica (CRSU)	pH H ₂ O	Ca	Mg	Na	K	BT	CIC (pH ₇)	Ca:Mg	K:Mg	C.O (%)
		cmol kg ⁻¹								
José Pedro Varela (JPV)	5,4	12,0	2,7	0,4	0,6	15,7	23,1	4,4	0,15	2,41
San Carlos (SC)	5,4	9,8	4,5	0,4	0,4	15,1	18,1	2,2	0,09	1,16

Cuadro 38.- Propiedades físico-hídricas de suelos representativos (horizonte A) de la región vitícola Atlántica (RVA)

Unidad Cartográfica (CRSU)	Textura (%)			Dap gr cm ⁻³	Porosidad Total (%)	C.C. **	C.M.P. **	Agua Disponible	Agua Pot. Disp. neta
	Arena	Limo	Arcilla						mm ***
José Pedro Varela (JPV)	39,5	28,1	32,4	1,26	53	30,3	15,5	14,8	78,6
San Carlos (SC)	27,9	44,2	27,9	1,36	49	26,0	14,0	12,0	78,0

* Fernández, C, J, 1979

** Silva, A., Ponce de León, J., García, F. y Durán, A, 1988

*** Molfino y Califra, 2001.

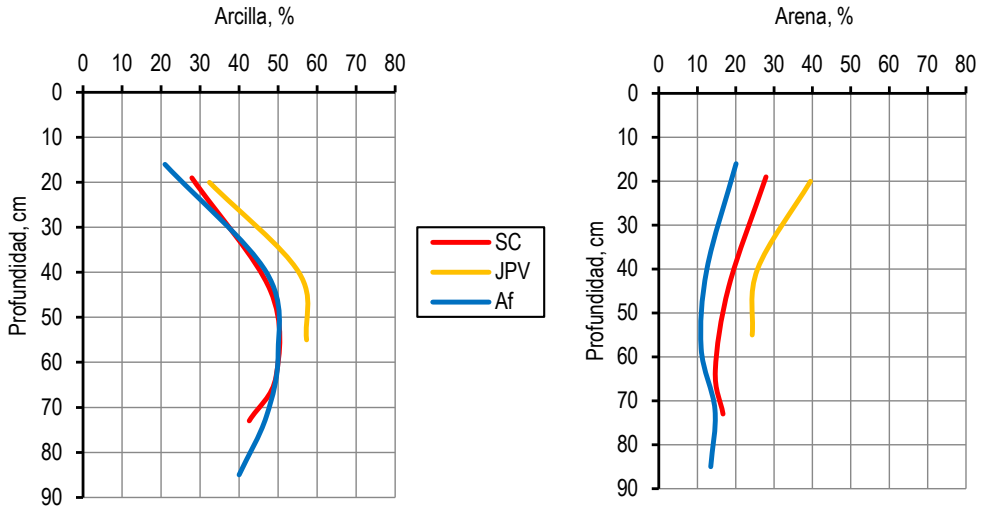


Figura 50.- Evolución en profundidad del contenido de arcilla y arena en los suelos representativos de la región vitícola Atlántica (RVA)

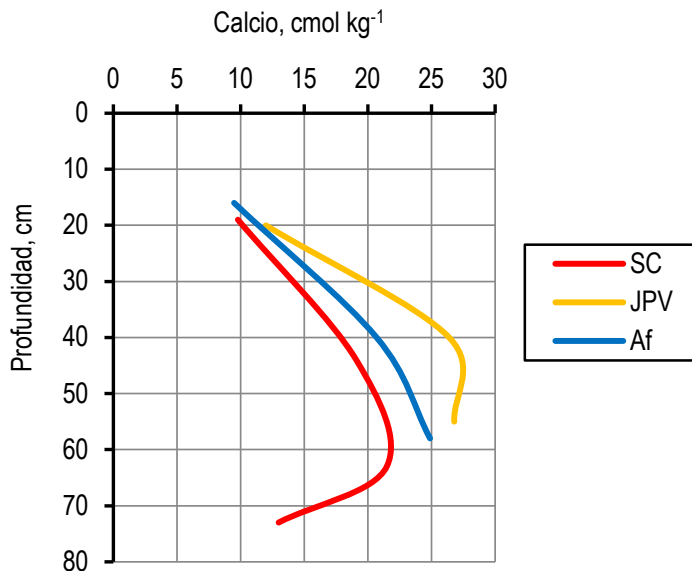


Figura 51.- Evolución en profundidad del contenido de calcio en los suelos representativos de la región vitícola Atlántica (RVA)



Fotos: Bodega Cerro del Toro

Figura 52.- Perfiles representativos de los suelos de la región vitícola Atlántica (RVA)

Los suelos dominantes de la RVA son moderadamente profundos a profundos, de textura franco-limosa a franca, con contenidos de arena y arcilla de 29 y 27 % respectivamente, es decir, importante presencia de limo (40-45%).

Los suelos asociados son moderadamente profundos a superficiales, de textura arenoso-franco, ródicos. Son mayormente Brunosoles de mediana fertilidad y en general son los que se presentan sobre las áreas mencionadas de características topográficas y edáficas similares a las de la Región Vitícola de Sierra.

El drenaje natural de los suelos dominantes es moderadamente bien drenado a imperfecto y la permeabilidad es moderadamente lenta a lenta (12-48 y 3–12 cm día⁻¹ respectivamente)

Presentan fertilidad natural media (CIC_{pH7} 10-20 cmol kg⁻¹) en el horizonte superficial.

El pH_{H_2O} en superficie es ligeramente ácido a moderado (5.5/6.4 a 5.0/5.4) y se incrementa en profundidad por el aumento del contenido de calcio (figura 50)

El contenido porcentual de calcio en relación a las bases de intercambio representa en promedio 60-70 %, en valores absolutos se ubica en 10-12 cmol kg⁻¹.

El nivel de carbono orgánico se ubica en torno a 1.2 % para los suelos de la unidad SC, y 2.4 % para los de la unidad JPV.

El riesgo de sequía es alto a medio, con una capacidad de almacenamiento promedio de agua (APDN) entre 70-80 mm,

Los factores limitantes generales son el riesgo de erosión, degradación de la estructura y, puntualmente, la erosión actual.

5. COMPENDIO

A lo largo del trabajo se ratifica lo establecido desde el inicio, la gran variabilidad entre las regiones vitícolas del Uruguay, y la relevancia de un estudio detallado del predio al momento de instalar un viñedo para una correcta elección de cultivares de vid y portainjertos. Contemplar esas variables potenciará la obtención de una clara y franca expresión de las cualidades enológicas de la combinación variedad-portainjerto seleccionada para un determinado ambiente, y permitirá establecer el manejo más adecuado del viñedo.

Delineadas las áreas del país en que se encuentran viñedos (regiones vitícolas), y analizadas las características de cada una desde el punto de vista de su geología, su relieve y los suelos, es posible resumir en forma general algunos parámetros de estos últimos que son relevantes para la performance vitícola.

5.1 PROPIEDADES QUÍMICAS

5.1A. POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

Desde el punto de vista de la acidez del horizonte superficial de los suelos dominantes, como se aprecia en la figura 53, es posible definir dos grupos:

1. Grupo de regiones con valores promedio del $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ fuertemente ácidos a moderadamente ácidos (< 5 y 5.0-5.4). Comprende las regiones de: Rodados del Uruguay; de Sierras; Atlántica y Areniscas del Uruguay.
2. Grupo de regiones con $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ligeramente ácido (5,5-6.4) que comprende a las Regiones Ríoplatense (RVR), Riberas del Uruguay (RVRU) y Cuesta Basáltica (RVCB). Cabe destacar que dentro de estas últimas existen unidades de suelos que en superficie tienen valores de acidez neutra (6.5-7.4 $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$), e incluso el pH aumenta marcadamente en profundidad.

En el primer grupo, suelos ácidos, el crecimiento vegetal puede verse limitado por una combinación de efectos tóxicos (aluminio, Al^{3+} ; manganeso, Mn^{2+} , e hidrógeno, H^+) y por deficiencias nutritivas (fósforo, P;

calcio, Ca; magnesio, Mg y/o molibdeno, Mo); si bien en los suelos fuertemente ácidos el crecimiento vegetal está fundamentalmente afectado por la toxicidad del Al y el Mn (Rabuffetti, 2017). Resulta fundamental considerar esta característica para la selección más adecuada de la combinación variedad-portainjerto que resulte en una expresión amplia de la vocación enológica de los suelos de la región.

La acidez característica de los horizontes superficiales en los suelos de las diferentes regiones vitícolas uruguayas, guarda relación directa con el contenido de calcio de estos (figura 54). Asimismo, también se puede apreciar una concordancia de las regiones de suelos de composición granulométrica gruesa (arenosa, gravilosa) con la mayor acidez de los suelos. Se destacan las regiones vitícolas Areniscas del Uruguay (RVAU), Sierras del Uruguay (RVSU) y Rodados del Uruguay (RVRoU) con los valores más bajos de pH.

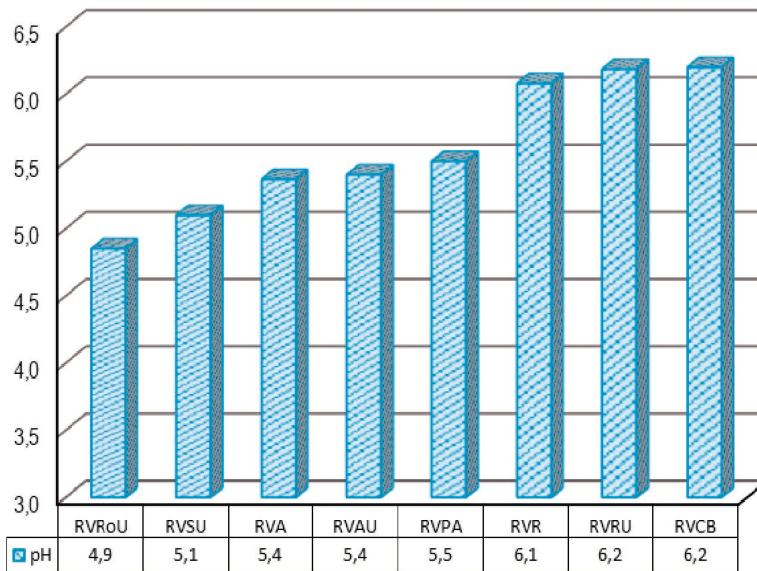


Figura 53.- Valores promedio de $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ de las Regiones Vitícolas del Uruguay

En las regiones vitícolas Rioplatense (RVR) y Riberas del Uruguay (RVRU), los suelos con baja acidez o mediana a alta alcalinidad, particularmente los desarrollados sobre la formación Fray Bentos o muy influenciados por esta, tienen muy alta saturación en bases. Bajo condiciones adecuadas de drenaje, son suelos muy productivos, si bien pueden requerir ajustes nutricionales específicos en función del pH, variedad y portainjerto seleccionados. Como fue analizado en el capítulo 2, al ser la vid un cultivo con alta y relevante demanda de potasio (K), pueden producirse deficiencias de este elemento por menor absorción debido a la muy alta concentración de calcio (Ca). A la vez, puede manifestarse clorosis debido a deficiencia de hierro (Fe) o eventualmente de manganeso (Mn).

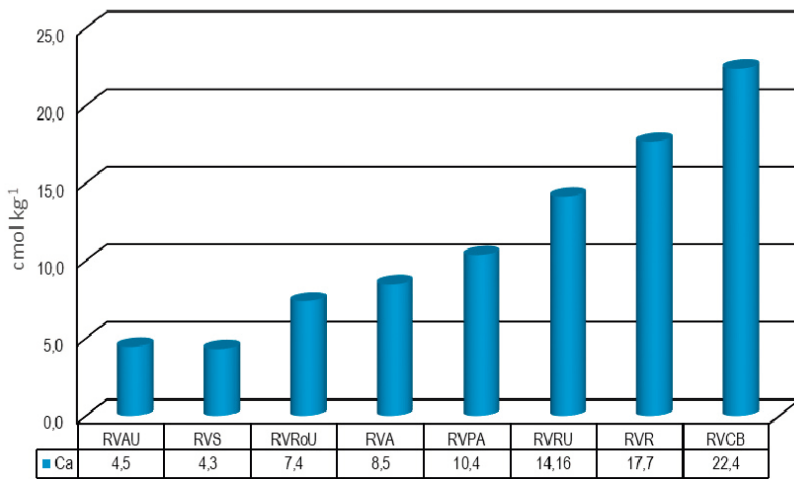


Figura 54.- Contenido promedio de calcio de las Regiones Vitícolas del Uruguay

5.1B. FERTILIDAD

Para evaluar la fertilidad se consideran la capacidad de intercambio catiónico (CIC_{pH7} , $cmol\ kg^{-1}$) y el contenido de carbono orgánico (CO, %) de los suelos representativos de las diferentes regiones.

Del análisis de la figura 55 es posible definir:

Un grupo de alta fertilidad natural que comprende las regiones vitícolas Cuesta Basáltica y Rioplatense, con CIC promedio igual o mayor a $25\ cmol\ kg^{-1}$ y contenido de CO superior a 2%.

Un grupo de fertilidad media ($10\text{-}20\text{ cmol kg}^{-1}$ de CIC y CO en torno al 2%), que comprende a las regiones vitícolas Atlántica, Sierras del Uruguay, Riberas del Uruguay y Piedra Alta.

Y un grupo de regiones vitícolas de baja fertilidad natural integrado por Rodados del Uruguay y Areniscas del Uruguay, con CIC promedio de 10 o menor y contenidos de CO generalmente menor a 2 %.

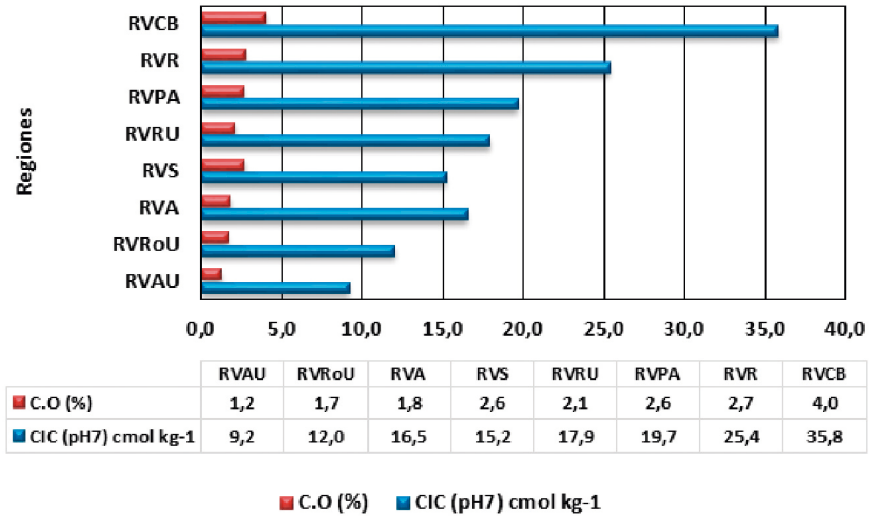


Figura 55.- Valores de capacidad de intercambio catiónico y contenido de carbono orgánico del horizonte superficial según región vitícola.

5.1C. CALCIO Y MAGNESIO

En todas las regiones vitícolas el calcio es el catión dominante de la CIC, variando en promedio entre algo más que 4 cmol kg^{-1} para las regiones con suelos de alta acidez (RVAU y RVSU), hasta más 22 cmol kg^{-1} en las regiones con suelos de mayor contenido de arcilla y materia orgánica (RVRU, RVR y RVCB) (figura 56).

En la RVAU y la RVSU, el bajo contenido absoluto de calcio indica posible deficiencia en el suministro del nutriente para la vid, sin embargo, el predominio en ambas regiones de arcillas de tipo 1:1 (de débil retención), permiten inferir una adecuada disponibilidad del nutriente. En las regiones vitícolas Riberas del Uruguay, Rioplatense y Cuesta Basáltica, en que predominan las arcillas de tipo 2:1 (con alta densidad de carga por unidad de superficie y fuerte retención), la alta saturación en Ca asegura una importante liberación a la solución del suelo, por lo que también se puede inferir un adecuado suministro para la vid.

Al igual que el calcio, el magnesio (Mg), entre otros factores, varía en función del material madre de los suelos. Asimismo, el pH y el porcentaje de saturación en Mg del complejo de intercambio afectan su disponibilidad. Pero a diferencia de aquel, es menos fuertemente retenido por los coloides del suelo por lo que es más proclive a perderse por lavado, en particular en suelos arenosos. Por lo tanto, los niveles de Mg son más reducidos en suelos de las regiones: RVAU, RVRU, RVS y RVPA con valor promedio de 2 cmol kg⁻¹. En la RVCB y la RVR el valor promedio es de 5 cmol kg⁻¹.

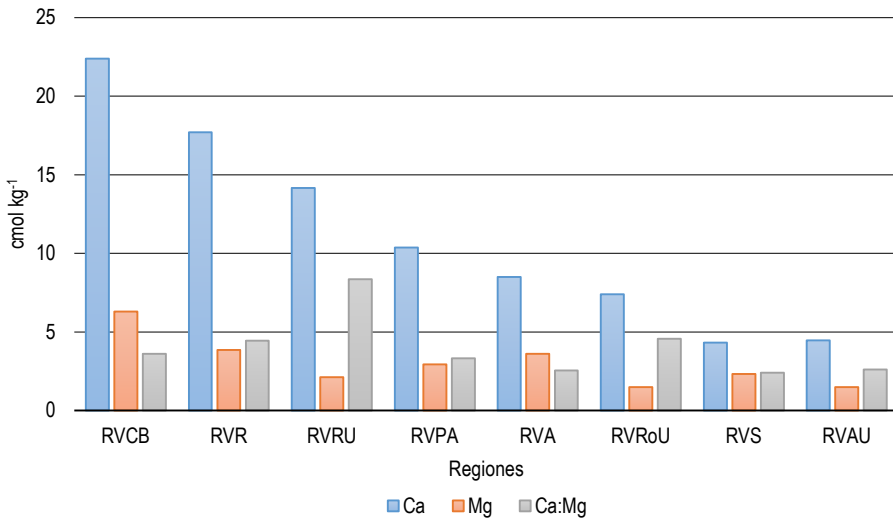


Figura 56.- Contenido de calcio, magnesio y su relación en suelos representativos de las regiones vitícolas del Uruguay

Además de los niveles de Mg en el suelo, su suministro está afectado por su relación con el calcio. Deficiencias de Mg pueden manifestarse cuando los suelos tienen relaciones Ca:Mg elevadas (5-10:1 o mayores), condición que se puede presentar particularmente en la RVRU, y también en la RVR y la RVRoU. Aplicaciones de altas dosis de caliza en suelos con bajo contenido en Mg intercambiable también pueden producir condiciones de deficiencias del nutriente, por lo que la aplicación de dolomita (que también suministra Mg) es más conveniente. La probabilidad de deficiencia de Mg es mayor en suelos ácidos, muy lixiviados, de baja CIC, o que han sido encalados con altas dosis de calcita (Rabuffetti, 2017); siendo entonces las regiones vitícolas que presentan mayor potencial de deficiencias de Mg la RVAU y la RVRoU.

5.1D. POTASIO Y MAGNESIO

En general el contenido de K intercambiable es mayor cuanto mayor es la CIC del suelo, pero la cantidad de Ca y Mg presentes en la solución afectan su absorción, ambos nutrientes compiten con el K por la entrada en la planta. Es factible entonces que, en suelos con alto contenido de Ca y Mg, a igualdad de K intercambiable, se requiera agregar cantidades mayores de K para asegurar un suministro adecuado del mismo al cultivo. En suelos con arcillas 1:1 hay mayor proporción de K en solución que en aquellos con arcillas 2:1, como el caso de algunos suelos de las regiones vitícolas Areniscas del Uruguay y Rodados del Uruguay. Ello podría explicar que con menores niveles de K intercambiable no se observen respuestas importantes al suministro del nutriente, al menos en los primeros años. Sin bien el rápido descenso del K en la solución y el bajo poder de suministro desde la fase sólida, pueden determinar la necesidad de fertilización potásica a los pocos años de implantarse la vid.

Los suelos con predominio de arcillas 2:1 y texturas medias a pesada, como los de las regiones vitícolas Cuesta Basáltica y Rioplatense, retienen el K con mayor energía, por lo tanto, en el corto plazo, son necesarios mayores niveles de K intercambiable para que el liberado a la solución cubra los requerimientos de los cultivos. La fertilización debería entonces ser con menor frecuencia, pero en dosis más altas que en suelos de textura gruesa, con predominio de arcillas 1:1, que requieren fertilización más frecuente con dosis menores. En resumen, los niveles críticos de K intercambiable a considerar para decidir las necesidades en fertilización potásica serán mayores en suelos de textura media a pesada que en arenosos (Rabuffetti, 2007). Un mayor volumen de exploración radicular puede compensar el bajo contenido de K en solución, resultando en un alto aprovechamiento del K del suelo.

En este sentido, si se realiza el agrupamiento de los suelos representativos de las regiones vitícolas del Uruguay en base a la relación potasio:capacidad de intercambio catiónico (K:CIC, %), el análisis de valores promedio permite identificar regiones en que se pueden presentar deficiencias de potasio (Figura 57.)

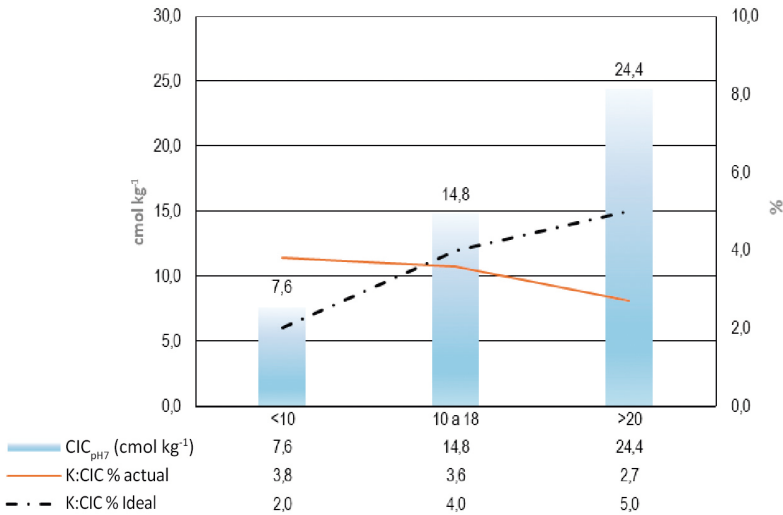


Figura 57.- Contenido de potasio (%) en relación con la CIC de los suelos representativos de las regiones vitícolas del Uruguay

Dicha situación se identifica en las regiones de suelos de mayor CIC (>20 cmol kg^{-1}), casi la totalidad de las regiones Rioplatense, Cuesta Basáltica, y parcialmente en Riberas del Uruguay y Piedra Alta. En las regiones vitícolas Atlántica, de Sierras, Areniscas y Rodados del Uruguay, el contenido de potasio (K:CIC) no indica potencial deficiencia del mismo.

Los períodos de sequía afectan la difusión de los iones K^+ hacia las raíces, lo que explicaría porque en suelos con contenidos de K intercambiable con niveles de suficiencia puede haber respuesta a la fertilización potásica en períodos de escasa humedad.

Cuando la solución del suelo se diluye, por ejemplo, luego de una lluvia, las relaciones K:Ca y K:Mg de la misma aumentan, o sea que se incrementa la proporción de K en solución, el disponible para la planta. Lo contrario sucede cuando el contenido de humedad disminuye (sequía), por lo tanto, en las regiones vitícolas con suelos de mayor riesgo de sequía y producción en secano, hay mayor riesgo potencial de deficiencias de potasio y con mayor frecuencia; caso de la RVSU, la RVA y la RVPA (figura 58)

Altas concentraciones de K afectan la absorción de Mg, situación que frecuentemente se da en suelos de texturas gruesas (arenosos, gravillosos) con bajos niveles de Mg intercambiable que reciben frecuentemente altas dosis de fertilización potásica.

De acuerdo con los trabajos de Ferrando et. al. (2003), la figura 58 permite establecer potenciales deficiencias de K en planta para la RVCB, la RVA y RVPA ($K:Mg < 0.15$), y potenciales deficiencias de Mg en la RVRU y la RVRoU ($K:Mg > 0.25$).

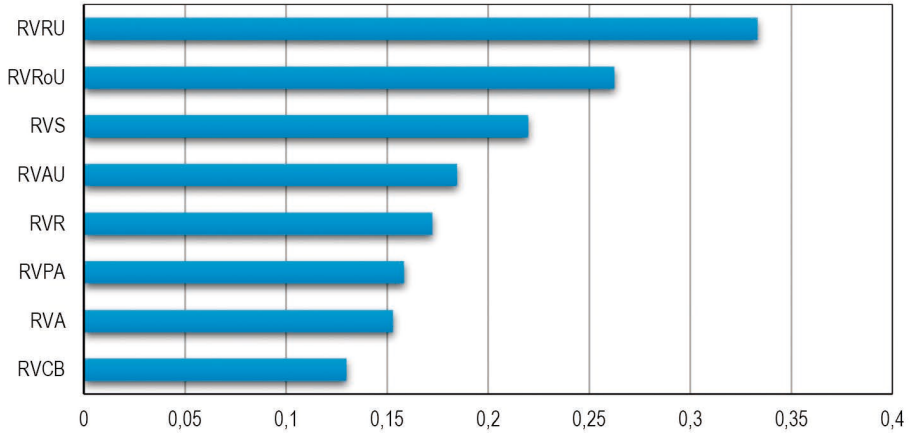


Figura 58.- Valores promedio de la relación K:Mg en el horizonte superficial del suelo según región Vitícola

5.2 PROPIEDADES FÍSICAS

5.2A. TEXTURA

En función de la granulometría (figura 59) es posible identificar un grupo de regiones con un medio a alto contenido de arena, desde 40 al 80%, la RVPA, la RVR, la RVRoU y la RVAU. Los valores de la fracción arena se corresponden con valores de arcilla medios a bajos.

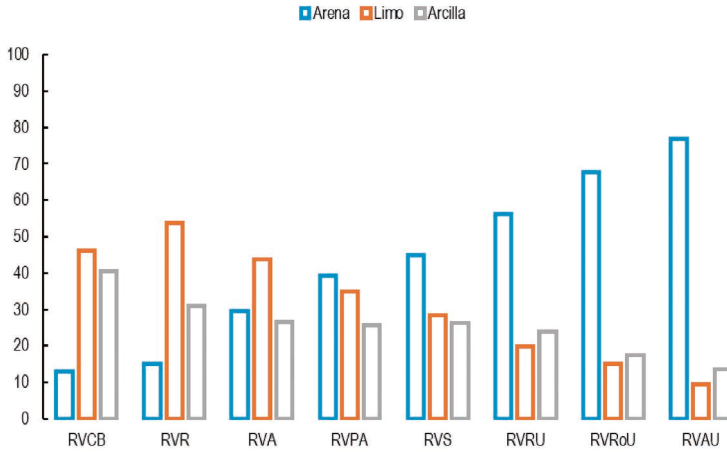


Figura 59.- Composición granulométrica (%) de suelos representativos de las regiones vitícolas del Uruguay

Si bien existen en algunas regiones altos contenidos de arcilla (RVCB y RVR), la porosidad total del horizonte superficial de los suelos representativos (figura 60) es adecuada para la exploración radicular de la vid (55-60 %). La porosidad total inferior a 50% se da en los suelos arenosos, pero el porcentaje y calibre de la macroporos asegura no solo un adecuado intercambio gaseoso sino además un buen drenaje interno.

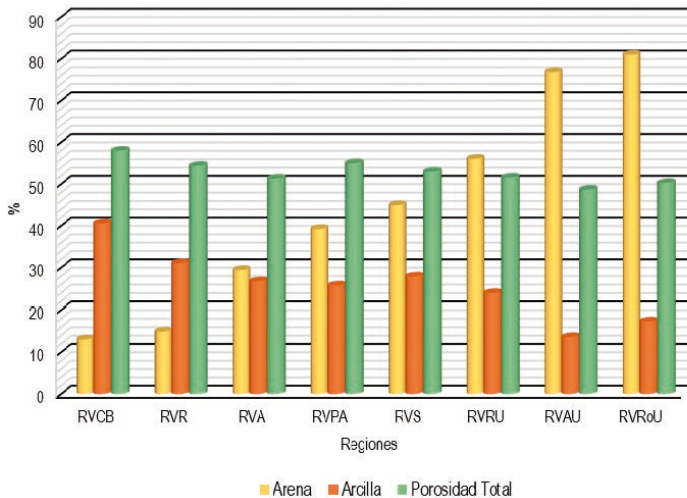


Figura 60.- Porcentaje comparativo de arena, arcilla y porosidad total del horizonte superficial de las diferentes regiones vitícola.

5.2B. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DE LOS SUELOS

De acuerdo con la información resumida en la figura 61, considerando la capacidad de almacenamiento de agua en el perfil de suelo (en forma disponible y neta (APDN)), es posible diferenciar regiones con valores promedio extremos, con diferencias de 70-80 mm y más. Esta característica es de las más relevantes para definir el manejo del agua en el cultivo, como fue analizado en el capítulo 2, un déficit hídrico durante el ciclo puede afectar la acumulación de azúcares, antocianos, polifenoles y contenido de K en uvas y vinos.

De acuerdo con Bessis y Adrian citados por Merino (2014), se puede estimar que para una cosecha que varíe entre 7.000 y 10.000 kg ha⁻¹ el viñedo requiere de 1.500 a 2.000 m³ de agua, que se equivalen con una capacidad del suelo de almacenar agua disponible para las plantas igual 150 a 200 mm m².

Podemos identificar entonces regiones con baja capacidad de almacenamiento (APDN de 50 a 90 mm), como las que se ubican en el este del país (RVSU) y RVA – situación de Colinas), y en la RVPA los viñedos en suelos desarrollados directamente sobre el zócalo cristalino, o con débiles recubrimientos de sedimentos finos. En la mayoría de los casos se asocia un relieve de gran energía, que, junto a una marcada superficialidad, determinan un alto potencial de estrés hídrico que puede determinar que en la mayoría de los años no se obtenga una completa maduración de las uvas. No obstante, en esas regiones, y considerando la conveniencia de períodos de estrés moderado para la obtención de un adecuado balance de carbono (Carbonneau, 2001) el suministro complementario de agua puede asegurar, aún en períodos de deficiencias hídricas marcadas, una maduración completa.

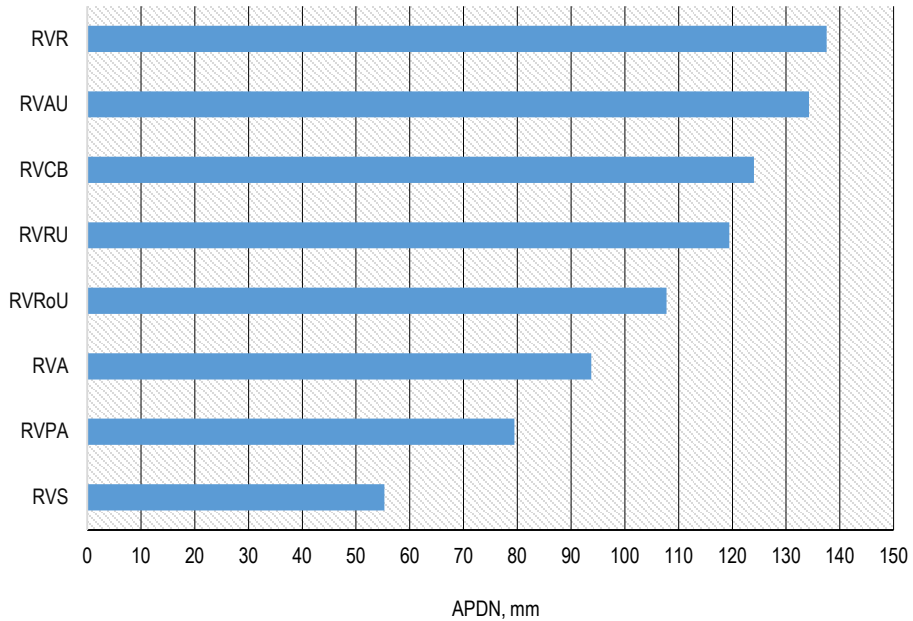


Figura 61.- Capacidad de retención agua potencialmente disponible neta (APDN, mm) según región vitícola del Uruguay

Se identifican también regiones con media a alta capacidad de retención de agua (APDN de 120 a 140 mm), las regiones vitícolas: Rioplatense (RVR), Areniscas del Uruguay (RVAU), Cuesta Basáltica (RVCB) y Riberas del Uruguay (RVRU). Si bien en el análisis primario se podría concluir que no se requeriría riego complementario, considerando por un lado los períodos muy frecuentes de déficit de agua, a veces muy intensos; en el período de envero-cosecha; y por otro lado la diferenciación textural (horizontes Bt) en la mayoría de los suelos que confina el mayor volumen de raíces al horizonte superficial, la posibilidad de riego complementario es una herramienta importante para la estabilidad productiva.

5.3 SÍNTESIS DE SUELOS REPRESENTATIVOS

En el cuadro 39 se presenta una síntesis de los suelos representativos de cada una de las regiones vitícolas establecidas.

Cuadro 39.- Resumen de las principales características de la regiones vitícolas del Uruguay.

Regiones Vitícolas	Material Parental	Secuencia Horizonte	Clasificación Soil Taxonomy
Rodados del Uruguay RVRoU	Sedimentos cuaternarios Sedimentos arenosos y arcillo-arenosos conglomerados	A-Bt-Ck	Mollisols
Cuesta Basáltica RVCB	Sedimentos limo-arcillosos sobre basalto	A-Bt-Ck	Mollisols
Riberas del Uruguay RVRU	Sedimentos arcillo-arenoso, areno-arcillosos, Sedimentos cretáceos, Sedimentos francos sobre Fray Bentos	A-Bt-Ck	Mollisols Vertisols Alfisols
Piedra Alta RVPA	Sedimentos limo-arcillosos sobre Basamento alterado Granitos alterados Basamento alterado	A-C A-Bt-C	Mollisols Entisol
Rioplatense RVR	Sedimentos limo-arcillosos sobre formación Dolores y Sedimentos areno- gravillosos sobre la formación Raigón. Removilizaciones de la formación Libertad y Fray Bentos	A-Bt-Ck	Mollisols Vertisols
Sierras RVS	Basamento cristalino alterado Ectinitas, granitos, migmatitas	A-C A-AC-C A-Bt-C	Inceptisols Mollisols

Cuadro 39.- Continuación

Regiones Vitícolas	Material Parental	Secuencia Horizonte	Clasificación Soil Taxonomy
Atlántica RVA	Sedimentos limo-arcillosos de débil espesor sobre Basamento Cristalino	A-Bt-C A-Bt-Ck	Mollisols
Areniscas RVAU	Areniscas de Tacuarembó y sedimentos arenosos cuaternarios		Alfisols
	Sedimentos limo-arcillosos y areno-arcillosos (retransporte de form. Cretáceas)	A-Bt-C	Mollisols Vertisols
	Sedimentos areno-arcillosos y areno-gravillosos (form. Devonianas)		

ANEXO 1

Demostración del acceso a toda la información de un vino mediante un código QR

La trazabilidad del vino es uno de los objetivos principales que INAVI se propuso como un bien general para todo el sector y como forma de agregar valor a la producción vitivinícola.

Aquí les presentamos el acceso a un video demostrativo del programa de trazabilidad del vino, y su objetivo final óptimo: brindar al consumidor en forma rápida y sencilla toda la información sobre el origen del vino que está consumiendo.



El avance tecnológico permite hoy día que el acceso a toda esa información por parte del consumidor sea en tiempo real y muy sencillo mediante un código QR en la botella. Para confirmar esto, si dispone de un lector de códigos en su dispositivo electrónico, aplique sobre la imagen y accederá al video demostrativo:



BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, Cayssials R. y Molfino J.H. 1990. *Estimación del almacenaje de agua en las tierras de Uruguay (Primera Aproximación, junio 1989).* In: Il Seminario Nacional de Campo Natural. 15-16/XI/1990. Tacuarembó. Uruguay. Ed. Hemisferio Sur.

Bessis, R; Adrian, M. 2000. *Alimentation hydrique de la vigne: un facteur de l' expression du terroir.* Progrès Agricole et Viticole, 117:345-350.

Boselli, M.; Volpe, B. 1993. *Effect of rootstocks on K-content, pH and organic acids concentration of Chardonnay grapevine.* Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology. San Michele a/A - Torino 11-15 May 1992: 389-391

Branas, J. 1974. *Viticulture générale.* Dehan, Montpellier. 990 p.

Corazzina, E.; Failla, O.; Scienza, A. et al. 1993. *Influence of rootstock and mineral nutrition on must acidity in grapevines.* Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology, Istituto Agrario San Michele all'Adige, Università di Torino, Italy, 11-15 May, 217-220.

Carbonneau, A., Deloire, A., Torregrosa, L., Jaillard, B., Pellegrino, A., Métay, A., Ojeda, H., Lebon, E., Abbal, Ph. 2015. *Traité de la Vigne – Physiologie, Terroir, Culture.* 2e édition. © Dunod, 2007, 2015. 5, rue Laromiguière, 75005 Paris ISBN 978-2-10-072669-1

Carbonneau, A. 2001. *Influence des facteurs climatiques sur la constitution des raisins.* Journal International Sciences de la Vigne et du vin, 35-45.

Carbonneau, A. 2001. *Gestion de l'eau dans le vignoble: Theorie et pratique.* 12° Journées GESCO, 3-21.

Carbonneau, A., *Le Potentiel hydrique foliaire: Sens des différentes modalités de mesure*. XIII Jornadas GESCO, 32-35. 2003.

Carey, V. 2003. *Fourth International Symposium for Viticultural Zoning*. Disponible en: www.wynboer.co.za/recentarticles/0603sym.php3

Carey, V.; Archer E. & Saayman, D. 2002. *Natural terroir units: What are they? How can they help the wine farmer?* Disponible en: www.wineland.co.za/natural-terroir-units-what-are-they-how-can-they-help-the-wine-farmer/

Conradie, K. 2002. *Soil type may influence wine style: Cabernet Sauvignon from Durbanville and Robertson, South Africa*. Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=ZA2003000103>

Champagnol, F. 1984. *Elements de Physiologie de la vigne et de Viticulture Générale*. Imp. Déhan. Montpellier Francia. 351 pág.

Coniberti, A., Ferrari, V., Fariña, L., Carrau, F., Dellacassa, E., Boido, E., Disegna, E. 2012. *Role of Canopy Management in Controlling High pH in Tannat Grapes and Wines*. Am. J. Enol. Vitic. 63:4.

Constantini, E.A., et. al. 1996. *Soil and climate functional characters for grape ripening and wine quality of "Vino Nobile di Montepulciano"*. Acta Horticulturae, 427: 45-55.

Corazzina, E.; Failla, O.; Scienza, A. et al. 1993. *Influence of rootstock and mineral nutrition on must acidity in grapevines*. Proceedings of the IV International Symposium on Grapevine Physiology, Istituto Agrario San Michele all'Adige, Università di Torino, Italy, 11-15 May, 217-220.

Costacurta, A. et Rosselli, G. 1980. *Critères climatiques et édaphiques pour l'établissement des vignobles*. In XVIIe Congrès international de la vigne et du vin. Tijuana, Baja California. México. 6-14/IX/1980. Bulletin de l'O.I.V n° 587.

Deis, P. 1977. *Criterios para caracterizaciones de regiones vitivinícolas.* In Simposio Latinoamericano de la Uva y el vino. Cuaderno técnico. LATU. Montevideo, Junio. 120-133 p.

Deloire, A., et.al. 2003. *La vigne et l'eau.* XIII Jornadas GESCO, 22 – 27.

Deloire, A., Ferrer M., Carbonneau A. 2003. *Respuestas de la viña al terroir: Elementos para un método de estudio.* Revista Agrociencia, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay. Vol. VII No 1 105-113.

De Lucca, R. 1985. *Etude des sols et des systemes racinaires dans le vignoble uruguayen (1).* Le Progrés Agricole et Viticole, 102 :248-258.

De Lucca, R., et.al. 1995. *Estudio del sistema radicular de la vid cv. Merlot, sobre dos tipos de suelos del depto. De Canelones – Uruguay, implicancias agrónomicas.* XXI Congreso Mundial de la Viña y el Vino. I: 428:444,.

De Lucca, R., et.al., 1995. *Comportamiento vegetativo, productivo y cualitativo de la uva cv. Merlot, sobre dos tipos de suelos del depto. De Canelones – Uruguay.* XXI Congreso Mundial de la Viña y el Vino. I: 506-520,.

De Lucca, R., et.al. 2001. *Evaluación de la madurez polifenólica de la uva cv. Merlot y el efecto del factor tipo del suelo en distintos viñedos del departamento de Canelones – Uruguay.* VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología. Montevideo.

Docampo Romero R. y Silva Rodríguez A. 2013. *Suelos y su manejo.* En: Grompone, M.A. y Villamil, J. (Coords.). *Aceites de oliva: de la planta al consumidor. Volumen 1.* Montevideo: Hemisferio Sur e INIA. p. 91-122

Durán, A., *Los suelos del Uruguay.* Uruguay, Hemisferio Sur, 1991. 398 pp.

Durán, A., Califra, A. y Molfino, J.H. 2002. *Mapa de suelos del Uruguay y memoria explicativa, con leyenda basada en la clasificación de suelos de EE.UU., Taxonomía de Suelos.* Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/-edafología>, Fac. Agron., Montevideo.

Durán A., Califra, A., Molfino, J.H. and Lynn, W. 2005. *Keys to Soil Taxonomy for Uruguay. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.*

Durán, A. y García Préchac, F. 2007. *Suelos del Uruguay. Origen, clasificación, manejo y conservación. Volumen I.* Hemisferio Sur, 334 pp.

Echeverría G.; Salvarrey, J.; Montaña, A.; Avondet, R.; Ferrer, M.; Merino, N.; González-Neves G.; Favre, G.; Fourment, M.; Bossi, J.; Borca, A.; Silva, A.; Alliaume, F.; Pedocchi, R.; Hernández, J.; Gallego, F.; Pezzani, F.; Nadruz, F.; Pellegrino, C. 2011. *Delimitación de terroirs vitícolas en el entorno de la ciudad de Salto, Uruguay.* CSIC-UDELAR Programa: Sector Productivo. Facultad de Agronomía- UDELAR. 4 de abril, Montevideo.

Echeverría G.; Salvarrey, J.; Montaña, A.; Avondet, R.; Ferrer, M.; Merino, N.; González-Neves G.; Favre, G.; Fourment, M.; Bossi, J.; Borca, A.; Silva, A.; Alliaume, F.; Pedocchi, R.; Hernández, J.; Gallego, F.; Pezzani, F.; Nadruz, F.; Pellegrino, C. 2011b. *Delimitación de terroirs vitícolas en Villa del Carmen, Durazno, Uruguay.* CSIC-UDELAR Programa: Sector Productivo. Facultad de Agronomía- UDELAR. 4 de abril, Montevideo.

Enrich, N. *Regionalización del cultivo de la vid.* Jornadas Técnicas. Facultad de Agronomía (Trabajos presentados). 65 pags. 1991.

Etchandy, M. 2014. *Historia de la vitivinicultura en el país.*

Disponible en: http://vino-pasion.logspotcom/2010/11/historia-de-la-vitivinicultura-en_20.html

Falcetti, M. et al. 1992. *Role des facteurs du milieu sur la maturation de la vigne (vitis vinifera cv. Chardonnay) et influence sur la composition des raisins.* IN Comptes Rendus du IV Symposium International de Physiologie de la vigne. Université di Torino. pp. 221-225.

Ferrando, P. 2014. *La innovación en el sector vitivinícola como estrategia de diferenciación.* Disponible en: <http://www.sevi.net/es/3429/12/6251/La-innovaci%C3%B3n-en-el-sector-vitivin%C3%ADcola-como-estrategia-de-diferenciaci%C3%B3n-marketing-vino.htm>

Ferrer, M.; Camussi, G.; Echeverría, G.; Pedocchi, R., Pellegrino, C.; Silva, A.; Beretta, A. y Vitale, A. 2004. *Terroir (Terruño) como herramienta de valorización de la calidad y tipicidad de los vinos uruguayos.* Comisión Social Consultiva. Universidad de la República. Mesa Sector Vitivinícola.

Ferrer, M.; BERETTA, A.; Camussi, G., Echeverría, G., Pedocchi, R., Pellegrino, C. 2005. *El Terroir (Terruño) como herramienta de valorización de la calidad y tipicidad de los vinos uruguayos,* Evento: Nacional, Comisión Social Consultiva Universidad de la República, Montevideo, 2005 Anales/Proceedings: Comisión Social Consultiva Universidad de la República Medio de divulgación: CD-Rom

Ferrer, M.; Pedocchi, R.; González Neves, G, Silva, A.; Michelazzo, M.; Carbonneau, A. 2007. *Delimitación y descripción de regiones vitícolas del Uruguay en base a índices bioclimáticos.* In. Actas (CD) XI Congreso Latino Americano de Viticultura y Enología. Mendoza, Argentina.

Ferrer, M.; Pedocchi, R.; González Neves, G.; Silva, A.; Michelazzo, M.; Carbonneau, A. 2008. *Regiones Vitivinícolas del Uruguay. Delimitación y descripción en base a índices bioclimáticos.* Revista Enología, v.: 4,

Flanzy, M.; Aubert, S. 1969. *Evaluation of phenolic compounds in white wines.* A comparative study of some wines from *Vitis vinifera* and from interspecific direct-producer hybrids. Ann. Technol. Agric. 18:27-44.

Fregoni, M. 1980. *Effets du sol et de l'eau sur la qualité de la vendange.* In Symp. int sur la qualité de la vendange. Cape Town, febb.

Fregoni, M. et.al., 1992. *Ricerca pluridisciplinare per la zonazione viticola della Val tidone (Piacenza, Italia).* Vignevini, 11: 53 – 80.

Glories, Y. (1984). *La couleur des vins rouges. 2e. Partie: Mesure, origine et interprétations.* Conn. Vigne Vin 18 (4): 253-271.

Hidalgo, L. *Regionalización de la vid en el Uruguay.* INAVI-GTZ .1996

Hunter, J.J. y Myburgh, P.A. 2001. *Echphysiological basis for water management of vineyards in South Africa, with particular reference to environmental limitations.* 12° Journnes GESCO, 23-43.

Hernández, J. 1983. *Capacidad de suministro de potasio en suelos del Uruguay.* Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, UDELAR, Montevideo, Uruguay. 219p.

Instituto Nacional de Vitivinicultura. 1989. *Resultado del Censo Vitícola del Uruguay.* Departamento Vitícola. Montevideo.

Ionescu et al. 1978. *Particularités de l'appareil radicaire de la vigne déterminées par la spécificité écologique de sol.* In Symp. int. Ecologie de la vigne, Constanza.

Kaplán, A. y Ponce de León, J. 1981. *Caracterización de un Vertisol de la Unidad "La Carolina". I. Propiedades físicas.* Tesis Ing. Agr. Montevideo. Facultad de Agronomía.

Kaplán, A., et. al. 1997. *Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo.* Cátedra de Edafología, Universidad de la República, Uruguay, 69 p.

Kiss, E Y Szókel, L.1992. *Correlation between mineral nutrition of grapevine and wine quality.* IN Comptes Rendus du IV Symposium International de Physiologie de la vigne. Università di Torino. pp. 201-205.

Lez, J. M. 2014. *Presidencia – República Oriental del Uruguay. Noticias 8/10/2014.*

Disponible en: <http://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/en-2015-uruguay-sera-el-primer-pais-en-georreferenciar-totalidad-de-su-vinia>

Mattews, M et al. 1992. *Potassium fertilization and rootstock as factor of fruit composition.* IN Comptes Rendus du IV Symposium International de Physiologie de la vigne. Università di Torino. pp. 201-205.

MAP 1982. *Carta de reconocimiento de suelos de la República Oriental del Uruguay a escala 1:100.000, departamentos de Canelones y Montevideo.* Dirección de Suelos. MAP. 19 pp.

MGA. DSF (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1976. *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo I. Clasificaron de suelos.* Montevideo. 83p.

MGA-CIDE, 1967. *Los suelos del Uruguay, su uso y manejo.* Oficina de Programación y Políticas Agropecuaria del MGA – CIDE/Sector Agropecuario. Montevideo. 85 p.

MGA. DSF (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo III. Clasificación de suelos. Descripción de las unidades de suelos.* Montevideo. 452 p.

MGA. DSF (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). sf. *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo III. Apéndice. Parte I. Descripciones, datos físicos y químicos de los suelos dominantes.* Montevideo. 141 p.

MGA. DSF (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). sf. *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Tomo III. Apéndice. Parte II. Descripciones, datos físicos y químicos de los suelos dominantes.* Montevideo. 273 p.

Molfino, J.H.; Califra, A. 2001. *Agua disponible de las tierras del Uruguay, Segunda aproximación. División Suelos y Aguas. Dirección General de Recursos Naturales Renovables Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.*

Morlat, R. 2001. *Sur la notion de terroir et son usage en viticulture.* Revue de Enologues. N° 101: 29-24,.

Morlat, R. ; Barbeau, G. ; Asselin, C. ; Besnard, E. 2001. *Terroir Viticole: de la recherche à la valorisation par le vigneron.* Journal International Sciences de la Vigne et du vin 35, 21-33.

Oance, C. 1978. *Facteurs déterminants de l'écologie des sols qui influencent la croissance et la production dans le vignoble de Dragasani.* In Symp. int. Ecologie de la vigne. Constanza.

Ojeda, H. ; Deloire, A. ; Carbonneau, A. ; Ageorges, A. ; Romieu, C. 1999. *Berry development of grapevines : Relations between the growth of berries and their DNA content indicate cell multiplica-*

tion and enlargement. Vitis 38, 145-150.

Ojeda H. 2007. *Riego cualitativo de precisión en vid. Síntesis de la relación presentada en el Enoforum 2007*, 13-15 de marzo, Piacenza, Italia. Disponible en: www.infowine.com – Revista internet de viticultura y enología, 2007, N. 5/1

Payan, J. y Salancon, E., *Définition de la contrainte hydrique: Incidences sur les Caractéristiques de la vendange*. Progrès Agricole et Viticole. 119: 296-300, 2002.

Preciozzi, F., Spoturno, J., Heinzen, W. & Rossi, P. 1985. *Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000*. DINAMIGE, Ministerio de Industria y Energía. Montevideo, Uruguay.

Rabuffetti Armando. 2017. *La fertilidad del suelo y su manejo. Primera edición*. Editorial Hemisferio Sur. ISBN 978-9974-674-41-7

Reynier, A. 198. *Manuel de viticulture. 4^{ème} édition*. Techniques et documentation Lavoisier. Et. J.B. Bailliére 406 p.

Ribeteau-Gayon, P. et Peynaud, E. 1971. *Intervention de différents organes de la vigne dans la synthèse et l'accumulation des composés phénoliques*.

Ribéreau-Gayon, P.; Stonestreet, E. 1965. *Le dosage des anthocyanes dans le vins rouge*. Bull. Soc. Chim., 9: 2649.

Ribéreau-Gayon, P.; Stonestreet, E. 1966. *Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure*. Chimie Anal., 48: 188-196.

Riou, C. y Payan, J.C., *Outils de gestion de l'eau en vignoble méditerranéens, application du bilan hydrique au diagnostic du stress hydrique de la vigne*. . 12^º Journées GESCO, 125-133, 2001.

Ruiz, S.R., Sadzawka, R.A. 2005. *Nutrición y fertilización potásica en frutales y vides*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Chile. 80 p.

Salsac L. 1977. *Le potassium et la vigne. Localisation, absorption, transport et rôle physiologique de l'ion K chez les végétaux*. Progrés agricole et viticole. 21:611-612.

Seguin, G. 1971. *Influence des facteurs naturels sur les caractères des vins*. In *Traité d'Ampélogie, Science et Technique de la Vigne*. Tome I, Dunod, Paris, 671-725.

Seguin, G. 1975. *Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les grands crus du Médoc*. Phénomènes de régulation. *Connaissance de la Vigne et du Vin* 9 (1), 23-34.

Seguin, G. 1983. *Influence des terroirs viticoles sur la constitution et la qualité des vendanges*. Bull. O.I.V., 56 (623), 3-18.

Seguin, G. 1986. *Les accents du Terroir. Science et Vie*. La Vigne et le Vin, numéro hors-série, 156, 34-48.

Sganga, J.; Clerici C. y Parrilla, M. 1985. *Erosión actual, Departamentos de Canelones y Montevideo*. MAP/DS.

Silva, A. 1993. *El suelo en la selección de los portainjertos de la vid*. Revista de FUCREA N°. 162 p.

Silva, A., Ponce de León, J., García, F., Durán, A., 1988. *Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos del Uruguay*. Boletín de Investigación N° 10. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

Silva, A.; Durán A.; Califra, A.; Alliaume, F. 2000. *Aptitud Vitícola de los Suelos del Sur de Uruguay*. XXI Congreso Mundial de la Viña y del Vino. 19 - 23 de Junio. Oficina Internacional de la uva y del vino (OIV). París. pp. 125 - 131; (exposición oral).

Silva, A.; Califra, A.; Alliaume, F. y Durán, A. 2003. *Influencia de las propiedades del suelo en la acidez y composición mineral de los mostos de Vitis Vinifera cv. Tannat, Merlot y Cabernet Sauvignon.* In. XIII Jornada GESCO. Montevideo. Uruguay.

Silva, A.; Califra, A.; Pedocchi, R.; Ferrer, M. y González, G.. 2003. *Zonificación del cultivo de la vid en Uruguay. I. Caracterización Edafo-Climática, Región Litoral Sur y Sur.* In. XIII Jornada GESCO. Montevideo. Uruguay.

Singleton V.; Rossi, J. (1965). *Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents.* Am. J. Enol. Vitic. 16: 144-158.

Smart, R. y Robinson, M. 1991. *Sunlight into Wine.* Australia, Winetitles, 87 p.

Swain, T.; Hillis, W. (1959). *The phenolic constituents of Prunus domestica. I. The quantitative analysis of phenolic constituents.* J. Sci. Food Agric. 10: 63-68.

Terzaghi, A. y Sganga, J., 1998. *Características físicas de los principales suelos agrícolas de Canelones – Montevideo, su interpretación agronómica.* Dirección General de Recursos Naturales Renovables, División de Suelos y Aguas, MGAP, Uruguay, 101 pp.

Tonietto, J., 2001. *Valorizacao da Regionalizacao Vitivinicola na Producao de Vinhos de Qualidade.* VIII Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología, 11 p.

Tournier, R. 1991. *L'action des terroirs est peu á peu démystifiée.* Viti, juin. 30-32.

Tregoeat, O., et.al. 2002. *Etude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques.* Journal International Sciences de la Vigne et du vin, 36:133-142.

Van Leeuwen, C.y Cherry, P., *Quelle Méthode pour caractériser et étudier le terroir viticole: Analyse de sol, cartographie pédologique ou étude éco-physiologique?* Journal International Sciences de la Vigne et du vin, 13-20, 2001.

Vercesi, A. 1996. *Fertilizzazione e fertilizzanti del vigneto.* Vignevine n° 9

Veres, A. Polakovic, A. y Valachovic. 1978. *Influence des acteurs climatiques sur les récoltes de raisins dans différents conditions écologiques en Tchécoslovaquie.* In Symp. int. Ecologie de la vigne, Constanza.

Vine to Wine Circle. 2014. *Zonificación del terroir.* Disponible en: <http://www.vinetowinecircle.com>

Winkler, A. 1965. *Viticultura. México.* Compañía Editorial Continental, 762 p.



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

INIA Dirección Nacional
www.inia.uy
Andes 1365 P. 12, 11100 - Montevideo
Tel.: +598 2902 0550 / Fax: +598 2902 3633