



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Posgrado en Ciencias de la Tierra
Instituto de Geología

Estudio morfopedológico y de aptitud vitivinícola
de los terrenos del Valle de Guadalupe, Baja
California

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN CIENCIAS
(GEOLOGÍA AMBIENTAL)

PRESENTA:

LORELY GALVÁN BERNAL

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. CHRISTINA SIEBE GRABACH

México D.F.

Enero del 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con toda mi admiración y amor dedico esta obra a mi madre y a mi padre:

María de los Ángeles Bernal y
Sergio Armando Galván

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al CONACyT.

Agradezco infinitamente a la Dra. Christina Siebe.

De manera muy especial expreso mi agradecimiento al Dr. Lorenzo Vázquez y al Dr. Dante Morán.

Agradezco también a los sinodales, Dra. Silke Cram, Dr. Jorge Gama y Dr. Sergey Sedov.

Estoy muy agradecida también con Kumi, Lucero y el Sr. Roberto, con la Lic. Celia López Miguel y con el Dr. Oscar Escolero.

Agradezco a la Asociación Nacional de Vitivinicultores, especialmente al Lic. Rafael Almada; a la vinícola L.A. Cetto, especialmente al Lic. Luis Cetto, al Ing. Camilo Magoni, al Ing. Joaquín Leyva y al Ing. Flores; a la vinícola Casa Pedro Domecq, en especial a sus técnicos de laboratorio; y a la vinícola Santo Tomás.

Un gran agradecimiento a mi familia, mi padre Sergio A. Galván de los Santos, mi madre María de los Ángeles Bernal Aranda, mis hermanas Midory, Magaly, Dennise, Melissa y María de los Ángeles; y mis sobrinos Sergio, Mariana y Regina, porque sus experiencias de vida han sido de gran enseñanza para mi.

Contenido

Resumen	i
Abstract	ii
1 Introducción	iii
2 Marco teórico	2
2.1 Concepto de terroir	2
2.2 Enfoque morfopedológico	6
2.3 Requerimientos ambientales de la vid	9
2.3.1 Requerimientos de suelo	9
2.3.2 Otras necesidades de la vid	12
3 Materiales y métodos	16
3.1 Recopilación de la información existente y fotointerpretación	16
3.2 Trabajo de campo	16
3.3 Trabajo de laboratorio	19
3.4 Evaluación de los resultados de los análisis	21
4 Resultados	23
4.1 El clima del Valle de Guadalupe	23
4.2 Marco geológico	26
4.2.1 Principales rocas madre del sector	28

4.3 El agua en el Valle de Guadalupe	33
4.3.1 Localización geográfica del acuífero Guadalupe y su explotación	33
4.3.2. Calidad del agua subterránea del Valle de Guadalupe	34
4.4 . Geoformas y suelos del Valle Guadalupe	39
4.4.1 Síntesis general de las geoformas del Valle Guadalupe	39
4.4.2 Catena 1 Valle de Calafia 1	41
4.4.3 Catena 2 El Milagro/El Encinal	50
4.4.4 Catena 3 Valle de Calafia 2	57
4.4.5 Catena 4 Las Bellotas	62
4.4.6 Catena 5 El Porvenir	70
4.4.7 Catena 6 Guadalupe	79
4.4.8 Descripción de la subunidad de glacis erosivo (GE)	86
4.4.9 Catena 8 San Antonio de las Minas 2	90
5 Discusión de resultados	98
5.1 Evaluación del paisaje y patrón general de distribución de suelos	98
5.2 Aptitud para el cultivo de la vid para la producción de vinos	
6 Conclusiones y recomendaciones	112
6.1 Determinantes de la calidad del vino en la región	112
6.2 Recomendaciones	113
7 Referencias bibliográficas	115
Anexos	119
Anexo 1. Mapa morfopedológico del Valle de Guadalupe	120
Anexo 2. Características fisicoquímicas y químicas A y B	121
Anexo 3. Características físicas	126

Anexo 4. Concentraciones por metro cuadrado y características edafocológicas	130
Anexo 5. Resumen procesos pedogenéticos y geomorfológicos	132
Anexo 6. Leyenda mapa morfopedológico	138
Anexo 7. Análisis químicos de agua de riego	139
Anexo 8. Perfiles agrupados según el material parental	140
Anexo 9. Tablas de ponderaciones	141
Anexo 10. Descripción de perfiles	CD adjunto

Índice de figuras

Figura 1. El " <i>terroir</i> ": un sistema complejo: una cadena de factores que lleva a un producto resultante.	2
Figura 2. Constitución conceptual de la pedosfera.	7
Figura 3. El Valle de Guadalupe. Límites y localización del área de estudio y ubicación de las toposecuencias (catenas) de suelo estudiadas.	17
Figura 4. Temperaturas medias mensuales y precipitación media mensual para la serie de tiempo de 1971-2000 según datos de la estación Agua Caliente.	23
Figura 5. Precipitación anual acumulada y temperaturas anuales máximas y mínimas promedio del periodo de 1969 a 2003. Estación Agua Caliente	24
Figura 6. Mapa geológico del Valle de Guadalupe, Baja California.	27
Figura 7. Corte geológico de la península de Baja California.	28
Figura 8. Rocas volcánicas pre-batolíticas no diferenciadas (pbv).	28
Figura 9. Contacto entre mármol pre-batolítico (pbs) y granodiorita (gd) en el cañón las Bellotas.	29
Figura 10. Vista de las rocas pre-batolíticas metasedimentarias (pbs) frente al cañón las Bellotas.	30
Figura 11. Tonalita (t), localidad El Mogor.	31
Figura 12. Tonalita (t), localidad Rancho F-5.	31
Figura 13. Depósito de flujo de detritos (al) que rellena a un paleocanal.	32
Figura 14. Isolíneas de valores de CE.	35

Figura 15. Correlación ion cloruro y CE de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe.	36
Figura 16. Correlación ion cloruro y ion sulfato de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe.	37
Figura 17. Representación de las concentraciones (en porciento) de aniones y cationes de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe en un diagrama de Piper para su clasificación.	38
Figura 18. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 1 Valle de Calafia 1. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.	42
Figura 19. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porciento de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo.	44
Figura 20. Porciento de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.	45
Figura 21. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 2 El Milagro/El Encinal. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.	51
Figura 22. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porciento de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo.	54
Figura 23. Porciento de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.	55
Figura 24. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 3 Valle de Calafia 2. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.	58
Figura 25. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porciento de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo.	60

Figura 26. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 61

Figura 27. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 4 Las Bellotas. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. 62

Figura 28. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo. 65

Figura 29. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 66

Figura 30. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 5 El Porvenir. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. 71

Figura 31. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo. 73

Figura 32. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 74

Figura 33. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 6 Guadalupe. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. 80

Figura 34. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo. 83

Figura 35. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 84

Figura 36. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico San Antonio de las Minas 1. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. 87

Figura 37. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 89

Figura 38. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 8 San Antonio de las Minas 2. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. 90

Figura 39. Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %), distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo, porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo. 92

Figura 40. Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo; conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo. 93

Figura 41. Diagrama esquemático del Valle de Guadalupe que muestra los tipos de suelos que se desarrollan en geofomas construidas sobre granito o a partir de material de origen granítico. 99

Figura 42. Diagrama esquemático del Valle de Guadalupe que muestra los tipos de suelos que se desarrollan en geofomas construidas a partir de roca metasedimentaria o de material de origen de esta roca. 100

Figura 43. Relaciones de Ca, Mg, K y Na con los sitios de muestreo. 105

Figura 44. Primera ponderación de los suelos. 107

Figura 45. Segunda ponderación de los suelos. 109

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de las catenas estudiadas y de los perfiles que las conforman, así como de su ubicación.	17
Tabla 2. Lista de las observaciones y mediciones hechas en campo.	18
Tabla 3. Coordenadas geográficas de los vértices de la poligonal que conforma el acuífero Guadalupe, en Baja California, México.	33
Tabla 4. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 1 Valle de Calafia 1.	43
Tabla 5. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 2 El Milagro/El Encinal.	52
Tabla 6. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 3 Valle de Calafia 2.	59
Tabla 7. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 4 Las Bellotas.	63
Tabla 8. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 5 El Porvenir.	71
Tabla 9. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 6 Guadalupe.	81
Tabla 10. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas del sitio San Antonio de las Minas 1.	88
Tabla 11. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 8 San Antonio de las Minas 2.	91
Tabla 12. Área en km ² y porcentajes de cada subunidad respecto al total del área de estudio (se excluye la unidad de montaña).	98
Tabla 13. Distribución del tipo suelos según la primera ponderación.	110
Tabla 14. Distribución del tipo suelos según la segunda ponderación	111

Resumen

El Valle de Guadalupe en el estado de Baja California es una de las zonas más importantes de México especializadas en el cultivo de la vid para la producción de vino. Este estudio tiene como objetivos recopilar datos sobre el clima, las características del agua subterránea y la geología del sitio, realizar un levantamiento morfopedológico de la zona y evaluar la aptitud vitivinícola de las diferentes unidades del paisaje.

Se realizó una investigación sobre datos preexistentes del clima, geología y aguas subterráneas de la zona. La selección de sitios de muestreo se basó en la morfología del valle, se utilizaron fotografías aéreas y mapas topográficos para delimitar unidades y subunidades de paisaje. Los sitios de muestreo se seleccionaron de tal forma que conformaran toposecuencias de las subunidades de paisaje. Se excavaron calicatas y se describieron perfiles, se realizaron observaciones y mediciones en campo y se tomaron muestras para su posterior análisis físico y químico en el laboratorio.

El principal resultado de este estudio es un mapa morfopedológico a escala 1:78,000, que delimita unidades y subunidades de paisaje y los tipos de suelo en cada una de ellas. Las subunidades morfológicas identificadas son: glacis acumulativo alto, bajo y erosivo (GAa, GAb y GE), abanico (A), canales coluvio-aluviales (O), planicie (P), ladera erosiva (LE), pie de ladera (PL) y la subunidad no diferenciada a la escala de fotografías aéreas de estas dos últimas (L). Los suelos más evolucionados que se encontraron fueron *Luvisols* que son escasos. La gran mayoría son *Cambisols*, *Regosols* y *Fluvisols*; hay algunos suelos con horizontes cálcicos o acumulación importante de materia orgánica clasificados como *Kastanozems* y *Phaeozems respectivamente*, y existen sitios donde la acumulación de sales es tan importante que los suelos se clasificaron como *Solonetz* y *Solonchaks*.

Las principales limitantes de la zona para la viticultura son la acumulación importante y en aumento de sales en el suelo condicionada por la calidad del agua de riego, así como la capacidad de retención de agua de los suelos, que en general es baja.

Abstract

The Guadalupe Valley in the State of Baja California is one of the most important areas in Mexico devoted to the growth of grapevines for wine production. The principal aim of this study consists of a geopedological survey. In addition, data on the local climate, characteristics of subsurface waters, bedrock, (geology), and geomorphology were considered in order to better evaluate their role in the pedogenetic processes and to assess the suitability of the different soils and landscape units for viticulture.

After evaluation of pre-existing data on climate, geology, and subsurface waters, sampling locations were carefully chosen with the aid of aerial photographs and topographic maps. In doing so, landform units were delimited under special consideration of geomorphological features. Soil profiles were dug and described along catenas (toposequences), and samples were taken from each described soil horizon for subsequent laboratory analysis.

The main product of this study consists is a geopedologic map (scale 1: 78,000) in which different soil and landscape units are delimited. These units include: pediment back-slope, pediment foot-slope and eroded glacia (GAa, GAb, and GE), alluvial fan (A), colluvial-alluvial swale (O), alluvial flood plane (P), erosional back-slope (LE), foot-slope (PL), and hill-land (L), an undifferentiated sub-unit not identified on the scale of the aerial photographs. The most developed soils encountered are *Luvissols*, which are scarce. Most soils classify as *Cambisols*, *Regosols* and *Fluvisols*; also some soils with calcic horizons or with an important accumulation of organic matter classified as *Kastanozems* and *Phaeozems*, exist. At some places the accumulation of salts in the soils is sufficiently high to classify them as *Solonetz* and *Solonchaks*.

The main limiting factor for viticulture in the area is the increasing accumulation of salts in the soils, which derives from the use of salty irrigation waters stemming from the over-exploitation of aquifers. The small available water holding capacity of the soils is also a limiting factor.

1 Introducción

La producción vitivinícola en México es creciente, tanto en calidad como en cantidad, lo que significa mayor demanda de especialistas en el rubro. Durante los últimos veinte años, pequeñas y medianas vinícolas han demostrado que pueden producir vinos de calidad, con una tendencia a desarrollar un estilo propio del área.

Para producir un vino de calidad, se requiere un estudio a fondo de las diversas variables que contribuyen para el acierto de un viñedo, como el clima y las propiedades del terreno. En este contexto, resulta de interés estudiar la explotación específica del suelo, con el fin de producir un vino característico de él. Es decir, seleccionar la cepa que mejor se adapte a cada terreno, y que sea capaz de extraer esas tipicidades, las cuales a su vez se vean reflejadas en el vino. La tipicidad es una cualidad particular de un producto alimenticio, específico en teoría de un lugar de producción y no reproducible en otros lugares. Ella caracteriza una memoria de gusto colectiva, elaborada durante mucho tiempo y compartida por varias generaciones de degustadores para un producto resultante de una cierta localización geográfica (Vaudour, 2003).

En otros países la identificación de suelos y su división en parcelas data de hace mucho tiempo. Múltiples estudios han demostrado que el conocimiento del terreno es clave para un eficiente cultivo de la vid, y por lo tanto, para la producción de mostos capaces de competir en el mercado mundial. En México no se ha dado suficiente importancia al aspecto edafológico de los viñedos; de hacerlo, se podría producir con mayor calidad, dando prioridad tal vez a métodos ecológicos, y minimizando el uso de agroquímicos.

Los objetivos de este estudio son:

- conocer el clima, las características del agua subterránea y la geología del sitio, con base en datos preexistentes y de su verificación en campo.

- conocer los suelos vitivinícolas del Valle de Guadalupe en Baja California, clasificarlos y espacializarlos en un mapa morfopedológico; y,
- basado en datos reportados en la literatura y en los criterios del medio natural arriba mencionados, evaluar la aptitud de estos suelos para la vitivinicultura.

2 Marco Teórico

2.1 Concepto de *terroir*

En Francia, el concepto de "*terroir*", es la base de las "Appellations d'Origine Contrôlée (AOC)" (equivalente a las Denominaciones de Origen en España y a la *Denominazioni d'Origine Controllate* de Italia). La palabra es un galicismo de origen latino, y es un término que tiene diversas definiciones (Vaudour, 2003). Para fines de este trabajo, la palabra *terroir* será abordada desde el punto de vista agronómico, particularmente vitícola.

El concepto está formado por una parte de factores naturales y por otra de factores humanos. La definición de "*terroir*", corresponde a la valorización particular, por parte de un grupo de viticultores, de las aptitudes vitícolas naturales de un terreno, capaces de expresar las potencialidades naturales a través del producto. El "*terroir*" es entonces un sistema complejo, constituido por una cadena de factores naturales del medio, del clima, de la cepa, del manejo del viñedo, el estilo de vinificación, etc. Todos estos factores se expresan a través del producto final (Fig. 1) (Morlat, 2001). El término "*terroir*" no tiene traducciones directas ni precisas, al parecer en ningún idioma. En la Ecología del Paisaje hay ciertos análogos, como

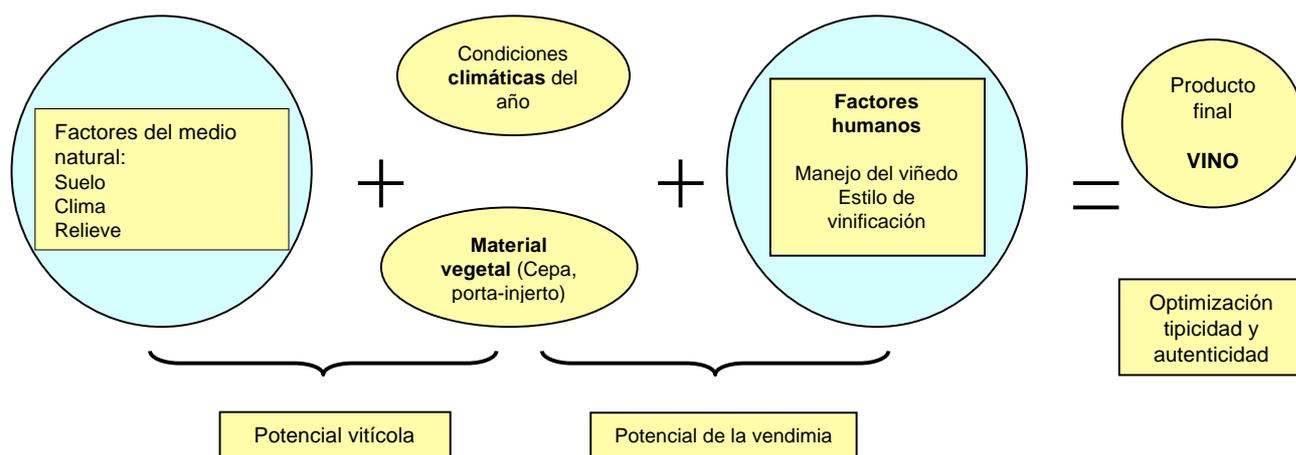


Figura 1. El "*terroir*": un sistema complejo: una cadena de factores que lleva a un producto resultante (modificado de Morlat, 2001).

los conceptos de "Standort" (Troll, 1950, Troll, 1968) o "land unit" (unidad de terreno) (Zonneveld, 1995); en las Ciencias Forestales se habla de "calidad de sitio", y en estudios integrales de paisaje también se usan términos como "unidad de paisaje" o "unidad eco-geográfica".

En países donde el cultivo de la vid se ha realizado durante cientos de años, los viñedos actuales son el reflejo de una adecuación de una cepa a un clima regional y un terreno. Existen distintos enfoques sobre esta adecuación para limitar "unidades de terreno" y métodos de zonificación, desarrollados a partir del uso de uno o varios enfoques y considerando diferentes variables, en distintas regiones en Francia. A continuación se enlistan algunos:

El enfoque histórico. Desde el punto de vista de este enfoque, la delimitación definitiva de una unidad de terreno en el sentido del "*terroir*", es el resultado de las observaciones empíricas por parte de varias generaciones de viticultores (que permiten crear un lazo entre el producto y el terreno) y de diversos criterios de caracterización del medio natural, no directamente relacionados con el vino (Morlat, 2001). Los conocimientos empíricos se formalizan con la creación en Francia de la INAO (*Institut National des Appellations d'Origine*).

El enfoque de tipo estadístico surge con el progreso reciente de la informática. Toma en cuenta variables como la pendiente, la exposición, la altitud, la insolación, la litología. La identificación de unidades de terreno se hace mediante un Análisis de Componentes Principales (Morlat, 2001).

El enfoque climático consiste en clasificar al viñedo dentro de una zona de influencia climática geográfica; la clasificación depende sobretodo del hemisferio, la latitud y la altitud. Se establecen índices climáticos o bioclimáticos (Morlat, 2001).

Métodos sistemáticos para la caracterización de "*terroirs*".

A partir de los años 80, aparece una nueva generación de métodos. Éstos toman en cuenta la cadena **terreno/viña/vino** de forma conjunta. De manera muy general, relacionan las condiciones del aporte de agua a la planta con la calidad de la vendimia. Según, Duteau y

Van Leeuwen subrayan la importancia de los fenómenos de regulación hídrica ligados a criterios como la profundidad de las raíces, el aporte de agua en la franja capilar, y la cantidad de arcilla de los suelos (Morlat, 2001).

A). Método de la Cámara de Agricultura de **Aude**.

Las variables que toma en cuenta se pueden resumir en dos grupos: variables bioclimáticas a pequeña escala (define unidades bioclimáticas 1/50,000 de acuerdo al comportamiento fenológico de la vid) y las características de suelos a una escala más grande, 1/25,000 (fertilidad del suelo, composición mineralógica, iones presentes en la solución del suelo). Estas variables sólo pueden ser abordadas mediante un estudio de suelos que tome en cuenta la edad y naturaleza mineralógica del material parental (MP), la posición de la unidad de terreno en el paisaje, la profundidad fisiológica (profundidad a la cual pueden desarrollarse las raíces), la textura, el pH y el drenaje natural del suelo. Este método define una unidad de terreno en un bioclima dado, como la zona que reagrupa varios tipos de suelo (provenientes de material parental diferente), pero que presentan uno o varios atributos comunes mayores sobre el plano de las características agronómicas. El elemento esencial de agrupamiento es la capacidad de retención de agua del suelo. Ésta depende de la profundidad del suelo, de su pedregosidad y su textura, así como de su posición en el paisaje (Morlat, 2001).

Para evidenciar el efecto "*terroir*" sobre las características sensoriales de los vinos, se utiliza como variable la concordancia entre la duración del ciclo vegetativo (desborre-vendimia) de la cepa y el ciclo potencial ofrecido por el bioclima (las exigencias térmicas de la variedad deben satisfacerse para evitar dificultades en la maduración). La conjunción armoniosa entre la capacidad de retención de agua del suelo, la eficiencia del uso de agua por la cepa y la cantidad y distribución de la precipitación (demanda climática), parecieran permitir la obtención de un nivel óptimo de calidad de un vino. Sin embargo, se han observado diferencias de tipicidad sensoriales en vinos del mismo bioclima, la misma clase de capacidad de retención de agua y la misma cepa. Se cree que estas diferencias podrían estar relacionadas a particularidades fisicoquímicas del suelo, que a su vez dependen de la composición mineralógica del mismo (Morlat, 2001).

B). Metodología del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas de *Angers*

Para darle un enfoque científico, definieron el concepto de **Unidad de *terroir* Base (UTB)**: es una entidad lo suficientemente homogénea sobre el plano del funcionamiento del sistema terreno/viña/vino y que presenta una superficie suficiente para valorizarla sobre el plano agronómico y comercial. De manera general, se identifican y caracterizan las UTB utilizando como variables la geología, la agropedología y el relieve; luego hay una caracterización agrovitícola de las UTB, por medio del análisis de horizontes de suelo (textura, pedregosidad, drenaje, naturaleza y origen del material parental) de sitios clave, de su análisis fisicoquímico (granulometría y composición química del suelo) y del estudio de ciertos parámetros de funcionamiento (densidad aparente, estructura, resistencia mecánica a la penetración, profundidad de raíces, capacidad de campo) así como la evaluación del relieve, que podría influenciar el clima local de la UTB. Se lleva a cabo una caracterización analítica tanto de la vendimia como del vino, y una investigación sobre la tipicidad sensorial de los vinos, en relación con el efecto "*terroir*". Finalmente se realiza un estudio para desprestigiar algunas variables y jerarquizar otras, un estudio sobre la adaptación de cepas a la UTB, y la elaboración de un mapa de la zona estudiada a escala de parcelas (Morlat, 2001).

White (2001) lo resume en dos enfoques, el geográfico y el técnico. El enfoque geográfico se refiere al tradicional, que delimita el terreno tomando en cuenta la geología, los suelos, la topografía, el mesoclima, la variedad de uva y si la superficie tiene una historia en la producción de uva para vino. El enfoque técnico busca identificar propiedades específicas del suelo y del medio ambiente que determinan la caracterización del vino.

En el libro *Les terroirs viticoles*, Vaudour (2003) da definiciones científicas de *terroir*. Estas definiciones se pueden resumir en dos enfoques: la diferenciación geográfica del producto y de su materia prima y la diferenciación de las potencialidades naturales del medio vitícola.

Ninguno de los enfoques ha logrado asentar las bases científicas de la relación entre las características de un vino y los factores del *terroir*, las variables son demasiadas para poder tener control de todas ellas. A pesar de esto, no puede negarse la evidencia empírica de la relación del sabor y gusto de un vino con su lugar de origen (White, 2009); muchos enólogos y *amateurs* lo han dejado documentado.

Para fines de este estudio, y dado que se consideran predominantemente criterios del medio natural, se le llamará **unidad de terreno (UT)** a las porciones de la superficie terrestre que se delimitaron y caracterizaron. Estas unidades de terreno conforman una primera aproximación a la definición de los "*terroirs*" característicos de la zona de estudio.

2.2 Enfoque morfopedológico

El suelo es un recurso natural frágil, es un continuo que recubre la superficie terrestre, con propiedades muy variables, lo que le confiere aptitudes muy diferentes. El suelo o pedosfera es un sistema biológicamente activo, donde interactúan de forma más o menos equilibrada atmósfera, biosfera y litosfera. El suelo se desarrolla por acción de los factores clima, litología, relieve, actividad orgánica y tiempo. Lo anterior se conoce en edafología como factores formadores del suelo y serán las diferencias localizadas de estos factores lo que dará la variabilidad espacial de los suelos (Jenny, 1941).

La geomorfología es el estudio científico del modelado superficial terrestre, de su evolución y de los procesos que lo hacen posible. El patrón de distribución de los suelos está correlacionado de forma intrínseca con el relieve; tanto las geoformas del paisaje como el suelo ocurren en la interfase entre litosfera y atmósfera y ambos se originan por acción de los mismos factores formadores (Zinck, 1989). Los suelos varían con el relieve y evolucionan en el tiempo, hecho que a su vez tiene consecuencias en el modelado de la geoforma. La morfopedología es una disciplina que se desarrolla en la década de 1930 (Schaetzl y Anderson, 2005) y estudia la distribución de los suelos en el relieve.

Uno de los objetivos principales de la morfopedología es obtener un mapa de suelos y geoformas de la zona estudiada y para su realización es necesario llevar a cabo dos tareas principales: la caracterización de los suelos y la delimitación de los suelos (Zinck, 1989). Para lograr estas tareas es necesario obtener muestras de suelos para caracterizarlos y clasificarlos, por lo tanto es necesario definir puntos de muestreo. La contribución de la geomorfología en el mapeo de suelos se basa en el conocimiento y delimitación de las geoformas para la ubicación de los puntos de muestreo y para la obtención de muestras de suelos representativas (Schaetzl y Anderson, 2005).

Existen distintos enfoques para la selección de los sitios de muestreo. El muestreo puede ser sistemático, que consiste en trazar una cuadrícula de tal forma que el levantamiento de suelos se lleve a cabo entre distancias iguales; es un sistema costoso pero muy útil para mapear a escalas grandes ($> 1:25,000$) y marcar límites bastante precisos. El otro enfoque es el de un muestreo dirigido, utilizado para mapear a escalas medianas ($1:25,000 - 1:75,000$). Este último se basa principalmente en el trabajo de interpretación de fotografías aéreas (fotointerpretación), donde se delimitan superficies más o menos homogéneas con base predominantemente en atributos del relieve, como la pendiente y la exposición, dentro de las cuales, se decide, ya en campo, el sitio de muestreo en un lugar representativo de la unidad de terreno (Sumner, 2000; Zinck, 1989).

La pedosfera conceptualmente está constituida por unidades elementales o básicas, llamadas "pedón", que son polígonos que abarcan 1 m^2 en superficie, y que se extienden verticalmente hasta el límite entre la pedosfera y la litosfera (la profundidad varía entre pocos decímetros hasta una o dos decenas de decímetros) (Fig. 2). Una cara del pedón es la unidad de estudio que se describe en el campo, conocida como perfil de suelo. En un pedón se asume que todas las caras son iguales. La descripción de un perfil de suelo radica en diferenciar y caracterizar las capas que lo conforman, cuya presencia y características constatan el grado de desarrollo del suelo en cuestión. Estas capas son llamadas horizontes. Siguiendo una estructura jerárquica, los pedones se pueden agrupar en polipedones si tienen las mismas

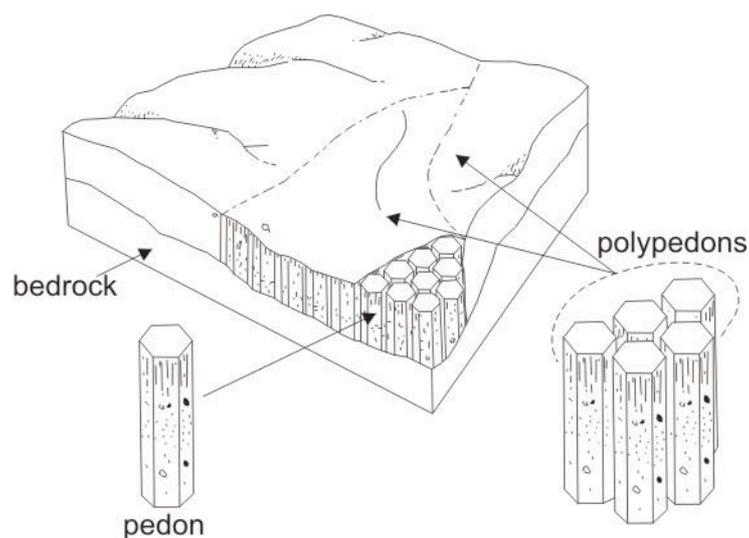


Figura 2. Constitución conceptual de la pedosfera (Gerrard, 1992).

características; una secuencia de pedones a su vez puede repetirse en la misma unidad de relieve, por ejemplo en todas las laderas medias de un conjunto de lomeríos formados sobre rocas graníticas.

El estudio de los pedones (perfiles) de forma aislada no explicaría la evolución y diferencia de los suelos en el paisaje; por esta razón se examinan segmentos verticales del relieve que son extrapolables a otras áreas más grandes (Schaetzl y Anderson, 2005), es por eso que para fines de este estudio el concepto de catena es fundamental. Muchas de las variaciones de los suelos en el paisaje son función del relieve. Lo anterior se puede ejemplificar muy bien considerando los suelos de una ladera: una ladera puede estar sujeta a distintos procesos activos, como al drenaje subsuperficial, a la erosión (de varios tipos), a la traslocación de materiales en superficie o bajo la superficie. La inclinación de una ladera, los procesos activos en ella, el material parental y el tiempo condicionan la redistribución de materia y energía en el sistema morfoedológico (Schaetzl y Anderson, 2005; Zinck, 1989). Una catena es por lo tanto un modelo simplificado de un transecto de suelos desde la cima de una ladera hasta su base o pie de ladera, que muestra el cambio secuencial de la morfología de suelos. Este modelo es útil para predecir las propiedades de los suelos en otras laderas con características similares dentro de la región de estudio (Sumner, 2000; Schaetzl y Anderson, 2005).

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, la delimitación de unidades de terreno se basa en la fotointerpretación, sobre todo cuando se realizan levantamientos a escalas semi-detalladas. El principio de la fotointerpretación consiste en el estudio de la variación espacial que se observa en los rasgos de una imagen, como lo son la textura y el color, así como los cambios en las pendientes, mismos que se observan en pares estereoscópicos de imágenes a través de un estereoscopio. A partir de estos rasgos se infiere la variación espacial del suelo en la realidad. El objetivo principal es trazar límites para definir unidades y subunidades (según el grado de división de los polígonos) geomórficas (Legros, 2006). A escalas de mapeo medianas, se asume que el patrón de distribución de los suelos está predominantemente relacionado con los procesos geomórficos (Sumner, 2000).

Los polígonos que resultan de la fotointerpretación se llaman unidades geomórficas (por ejemplo una ladera, un abanico aluvial, una terraza, etc.); están delimitadas en función de los cambios en pendiente, por la forma y longitud de las laderas, la orientación, la altura relativa, la posición en la ladera (según modelos de montaña-ladera). Las unidades geomórficas

conforman la base para extrapolar las observaciones puntuales, o las realizadas en transectos (catenas), a territorios más amplios. Así, el modelo de una catena, que es una simplificación en dos dimensiones, se puede extender para obtener una visión espacial, tridimensional de la variación del suelo en una unidad de terreno o geoforma. El relieve indica tanto la dirección de los flujos de escorrentías como de los sedimentos. Al modelo simplificado en el espacio de los suelos en una zona determinada, donde se combina el estudio de las catenas en la superficie, se le llama unidad de paisaje (UP); una unidad geomórfica suele corresponder a una UP. Zonneveld (1995) describe la UP como una superficie homogénea, o cuya heterogeneidad responde a un patrón característico, en términos ecológicos a la escala de observación.

El enfoque morfopedológico puede por lo tanto ser una herramienta importante para el proceso inicial de definición de "*terroirs*", ya que trata sobre la espacialización de los tipos de suelos tomando en cuenta factores del medio natural, como lo son el tipo de suelo, el clima y el relieve; sin embargo, como lo muestra la Fig. 1, es tan sólo una parte de las variables consideradas para completar su delimitación y caracterización.

2.3 Requerimientos ambientales de la vid

2.3.1 Requerimientos de suelo

¿Qué tan importante es el factor suelo en el *terroir*? La mejor hipótesis para explicar la relación entre las características gustativas de un vino y el suelo es que, para obtener una producción de calidad, las uvas deben experimentar cierto estrés, hídrico por un lado pero también podría ser nutricional, esto se refleja en el ritmo al cual las raíces de la vid extraen el agua del suelo. Sin embargo, no existe una situación ideal de "estrés" de ningún tipo, ni hídrico ni nutricional: la manipulación del suelo, para estresar a la uva, podría ser contraproducente para la expresión natural de *terroir* de ese sitio. Lo cierto es que este "equilibrio" de variables a estresar son una decisión del viticultor/enólogo, según su conocimiento del sitio, y más importante, según su conocimiento de los vinos de ese sitio (White, 2009).

Habiendo dicho lo anterior, queda una pregunta más: ¿existen condiciones y características ideales de un suelo para el cultivo de uva para producción de vino? White (2009) identifica las siguientes propiedades clave de un suelo para este tipo de cultivo:

La profundidad del suelo. Las plantas de vid en suelos no irrigados tienden a desarrollar raíces a profundidad y de manera extensiva mientras no haya un impedimento físico para ello, de forma tal que la vid pueda abastecerse de agua y nutrimentos durante su ciclo de vida. Cuando los suelos son arenosos o desarrollados a partir de material fluvial no hay ningún problema, la desventaja se presenta cuando los suelos son naturalmente fértiles y en sitios en los que llueve mucho, entonces la planta presenta un desequilibrio entre el desarrollo vegetativo y la calidad de la baya.

Cuando los viñedos son irrigados, la profundidad del suelo disminuye su influencia sobre el efecto del *terroir*. En estos casos, sin importar el tipo de suelo, esta práctica disminuye la profundidad a la que las raíces se desarrollan, por lo tanto, la profundidad efectiva del suelo disminuye también.

La estructura y textura del suelo y el agua. Estos dos factores determinan la cantidad de agua retenida por el suelo pero también con qué tanta fuerza es retenida esta agua; además, la porosidad del suelo también depende de éstos. Un suelo humedecido a la capacidad de campo (CC) debe tener entre el 10 y el 15 % de capacidad de aireación (CA) y una capacidad de agua disponible (dCC) entre el 20 y 25 %. Pero además de esto, para la vid es muy importante que el suelo pueda drenarse rápidamente.

Para los viñedos con sistemas de irrigación las características de la retención de agua del suelo cambian un poco. Según experiencia de viticultores y enólogos australianos, el agua entre 10 y 60 KPa es agua fácilmente disponible para la vid (RAW, del inglés *readily available water*), a tensiones entre 60 y 400 KPa se le llama agua disponible con déficit (DAW, del inglés *deficit available water*), que es agua menos fácilmente extraíble para el pie de viña. E introducen un término más, el límite de estrés, que sucede a 400 KPa. El límite de estrés representa un abastecimiento no suficiente de agua para el óptimo funcionamiento de la planta. Este límite varía con el tipo de suelo, para suelos arenosos es de 100 KPa, para suelos francos a franco arcillosos es de 200 KPa y para suelos arcillosos es de 400 KPa.

Es del conocimiento de los viticultores, que a la vid no debe aplicársele ningún tipo de estrés durante sus primeros años de vida, no antes de los 3 años. Los límites arriba mencionados varían también con la cepa plantada y el tipo de vino que se desea producir, además que deben medirse a la profundidad de interés.

La agregación del suelo y la estabilidad de los agregados son también muy importantes. Lo ideal para suelos vitícolas es una estructura subangular en bloques en superficie, con agregados pequeños, para lo cual es necesario un contenido correcto de materia orgánica. A profundidad, se desean suelos desarrollados, con agregados porosos, grandes y estables, con fisuras bien definidas entre los agregados. Por lo tanto se vuelve importante la presencia de óxidos de hierro y del ion Ca^{2+} , sobre todo en suelos con altos contenido de Na^+ , ya que este ion desestabiliza la estructura de un suelo.

La resistencia al corte del suelo. Esta característica del suelo determina la facilidad con la que las raíces de la planta pueden penetrar a profundidad, pero también el peso que puede soportar sin sufrir daños en su estructura, especialmente cuando el suelo está húmedo. El intervalo para el mejor compromiso entre estas dos es una resistencia al corte del suelo de 1 a 2 MPa a CC. La resistencia al corte del suelo está directamente relacionada con la densidad aparente del suelo, la medición de esta última por lo tanto, da un buen diagnóstico de su resistencia a la compactación. Lo anterior es una situación ideal, sin embargo, también es importante considerar al mismo tiempo las condiciones del suelo cuando éste se encuentra seco, podría tener una resistencia al corte correcta pero un exceso de ion Na^+ que provoque una desestabilización de su estructura y por lo tanto compactación.

Los nutrientes y la química del suelo. Los nutrimentos para la uva más importantes a monitorear son el N disponible y el K. El N es necesario para el crecimiento saludable de la planta, para una correcta floración y entonces una buena formación de racimos, pero también es importante durante la vinificación, especialmente la fermentación alcohólica, ya que es el alimento de las levaduras. En los sitios donde la materia orgánica es relativamente alta y la relación C/N es menor de 25, el N disponible podría presentarse en exceso, provocando un crecimiento vegetativo la mayoría de las veces no deseado. Muchas veces, un exceso en el vigor disminuye la calidad de la uva, al favorecer el crecimiento vegetativo la concentración de azúcares y de polifenoles en la uva se compromete.

El K es de los elementos más móviles en la planta, participa en la fotosíntesis, en la acumulación de azúcares, favorece la respiración, y facilita la buena repartición de las reservas en la planta (Reynier, 2005). Un exceso de K puede provocar una carencia en Mg, una carencia en K puede estar relacionada a una carga excesiva (entiéndase por carga al peso total de racimos de un pie de vid) (Reynier, 2005).

El efecto del pH es de gran importancia en todos los suelos, regula la disponibilidad de muchos nutrientes. Para la vid, la disponibilidad en Fe es esencial para evitar problemas de clorosis y el pH juega un gran papel. En suelos calcáreos, a pH superior de 7, se forma bicarbonato (HCO_3^-), éste tiene un efecto buffer en el suelo, manteniendo el pH de la solución entre 7.5 y 8.5. El Fe soluble, a ese intervalo de pH, se reduce considerablemente (Reynier, 2005).

Otro aspecto importante, pero que es no nutricional para la vid, es la cantidad de sales en un suelo. El límite de la conductividad eléctrica del suelo en el extracto de saturación ($\text{CE}_{\text{pF1.8}}$) para las raíces de la vid plantadas a pie franco es de 1.8 dS/m. Hoy en día la mayoría de los pies de vid están injertados, muchas veces con portainjertos tolerantes a la salinidad. Sin embargo, si el viñedo es irrigado, es necesario mantener una concentración baja en sales, porque sin duda se acumularán en el suelo con el tiempo.

Finalmente, **la biota del suelo** también juega un papel importante. En todo suelo sano habita una gran diversidad de organismos, conocida como el edafón. Es crucial para los ciclos de nutrientes pero también, gracias a las sustancias que excretan y que sirven como cementantes, tienen una función importante en la formación y la estabilidad de los agregados del suelo. Para la existencia de una biota sana en el suelo es necesario un aporte adecuado de materia orgánica, así como un balance adecuado entre la humedad del suelo y su aireación. Sustancias como sales, pesticidas, elementos potencialmente tóxicos en concentraciones elevadas (por ejemplo Cu), inhiben la actividad de la mayoría de los organismos edáficos.

2.3.2 Otras necesidades de la vid

Temperatura, agua y suelo. El clima es determinante tanto en la formación de los suelos como del *terroir* en las zonas vitivinícolas. La precipitación y la temperatura son las variables del clima más importantes para los procesos de formación de los suelos. Las características de la precipitación a considerar son no sólo la precipitación total, sino también su distribución a lo largo del año (e.g. si hay una estacionalidad marcada) y su intensidad. Esta última determina los procesos erosivos. La precipitación tiene un efecto tanto en la tasa de intemperismo del material parental y la descomposición de la materia orgánica, como en el transporte de material (White, 2003). La temperatura, por otro lado, que varía con la altitud y exposición, y la absorción y reflexión de la radiación solar en la atmósfera, controla el estado del agua (en la atmósfera), afecta el intemperismo mineral y controla el tipo y velocidad de las reacciones de los procesos biológicos de crecimiento y descomposición que se llevarán a cabo durante la formación y/o evolución de los suelos.

Temperatura, agua y vid. El clima es un factor determinante en el crecimiento de la vid y en su respuesta vitícola, es también importante para la selección del material vegetal. La especialización del *terroir* requiere de datos macro y mesoclimáticos, ya que esto interviene también en la definición del potencial vitivinícola de un sitio (Vaudour, 2003). La selección de la cepa mejor adaptada a un sitio determinado, con características mesoclimáticas específicas, será determinante en la calidad del producto final.

Vitis vinifera sativa es una planta que se la encuentra prácticamente en el mundo entero. Esto significa que la planta puede sobrevivir en muchos ambientes, sin que necesariamente sus bayas alcancen la maduración. Los límites de la superficie cultivada para la vid se establecen aproximadamente entre los 52° de latitud norte y los 45° de latitud sur. A pesar de lo adaptable que resulta ser esta planta, la calidad de la uva (o del vino) depende de muchos factores.

En el caso de la vid, el factor temperatura tiene gran importancia, tanto para la parte expuesta como para la parte subterránea de la planta. Los factores ambientales propicios para una viticultura de calidad son aquéllos que favorecen el óptimo desarrollo de cada fase del ciclo de la planta, la más importante es la de maduración de la uva. Durante ésta, se busca una aptitud elevada para la biosíntesis de azúcares, ésta depende sobre todo de la temperatura. Su actividad fotosintética es proporcional a la radiación solar y, en general, la fotosíntesis alcanza un máximo alrededor de los 25°C. Después de este límite, si la temperatura aumenta, la

fotosíntesis continúa siendo la misma. Por otro lado, se busca también un óptimo almacenamiento en azúcares; una buena reserva en almidón se traduce en una planta más resistente para el siguiente ciclo. La vid resistirá mejor los fríos si sus órganos tienen suficientes reservas (Vaudour, 2003). Esta planta soporta, de manera general, temperaturas mínimas de -16°C a -20°C (Crespy, 2003). Este límite varía con la especie. A temperaturas mayores a los 42°C , las hojas se calientan y empiezan a quemarse, los órganos de la vid pueden morir a partir de 55°C (Vaudour, 2003).

La planta de la vid, para producir uva sana y de calidad requiere, de manera general, una época seca de maduración. Durante el periodo envero-maduración (envero es cuando la uva cambia de color), que es aproximadamente durante el verano y puede terminar hasta principios del otoño, un fuerte estrés hídrico puede bloquear la maduración, pero lluvias fuertes durante esta época pueden diluir las uvas y fomentar la incidencia de enfermedades diversas.

La temperatura promedio diaria y las diferencias de temperatura entre el día y la noche, tienen una gran influencia en la calidad de la uva, y por lo tanto del vino, y en la posibilidad o no de plantar uva tinta. La síntesis y acumulación de antocianos (principales moléculas responsables del color del vino tinto) es óptima a temperaturas promedio diarias de 20°C y a diferencias de temperatura entre el día y la noche de 10°C (Crespy, 2003).

En el vino se busca un equilibrio entre el grado alcohólico, la acidez y la intensidad aromática. El clima es el factor determinante de este equilibrio. Si las temperaturas son muy altas, la acumulación de azúcares en la uva puede ser muy rápida y por lo tanto la madurez de los polifenoles (antocianos y taninos básicamente) puede no alcanzarse. Altas temperaturas implican un aumento en el grado alcohólico del vino y una degradación de los ácidos, entonces una disminución de acidez que se refleja siempre en el equilibrio del vino.

La demanda de agua evapotranspirativa, es decir, la cantidad de agua que necesita la vid, varía entre 300 y 500 litros por kilogramo de materia seca (Crespy, 2003). Esta variación depende de la cepa de uva, pero también de cómo se racione el agua durante el ciclo vegetativo (Crespy, 2003). De manera general, cuando la vid inicia su ciclo vegetativo, no es aconsejable que la planta sufra de estrés hídrico; a partir de la formación del fruto y hasta el inicio de la fase de envero, es deseable un estrés hídrico moderado para frenar un poco el

crecimiento de sarmientos y favorecer el de las bayas; y finalmente, durante la época de maduración, es necesario cierto estrés para detener el crecimiento vegetativo y beneficiar la constitución de la uva, pero sin interrumpir la fotosíntesis.

Para resumir, no sería correcto hablar sólo de cantidades en cuanto a temperatura y precipitación, la relación clima-calidad de la uva (y por consecuencia del vino) no puede ser sólo esquemática. Ni la suma de temperaturas, ni de precipitación pluvial, ni de horas de insolación va en realidad a definir la calidad de la añada; más bien es la distribución de todas éstas a lo largo del ciclo vegetativo (Ribéreau-Gayon et al., 1998).

La **calidad del agua de riego** generalmente no se considera una variable importante, pero para este estudio, desarrollado en una zona semi-árida, donde el agua es escasa y al parecer rica en sales, sí lo es. Uno de los principales indicadores de la calidad del agua es la conductividad eléctrica (CE). En general, la mayoría de las aguas de riego tienen una CE entre 0.15 y 1.5 dS/m, sin embargo en el suelo, las sales que provienen de agua de sistemas de irrigación, se concentran debido a la evapotranspiración. Con el tiempo, la salinidad del suelo puede alcanzar niveles perjudiciales al crecimiento de la vid, al menos que la salinidad se equilibre a través de un correcto manejo del sistema de riego (White, 2003). Por otro lado, los suelos con una salinidad mayor a 4 dS/m se consideran ligeramente afectados por salinidad o sodicidad (los cultivos sensibles muestran inhibición en su desarrollo, los tolerantes no) (Siebe *et al.*, 1996). La vid es una planta moderadamente tolerante a la salinidad del suelo, White (2003) reporta que a partir de 2 dS/m hay una reducción en la producción de fruto del 10 al 25%, si la plantación es franca (no injertada).

3 Materiales y Métodos

3.1 Recopilación de la información existente y fotointerpretación

Antes de salir a campo se hizo una recopilación bibliográfica de la información del clima y la geología del lugar. Se realizó una fotointerpretación del sitio utilizando fotografías aéreas y mapas topográficos con el fin de identificar y delimitar las unidades de paisaje (UP), lo anterior basado en el reconocimiento de las geoformas, ya que éstas guardan una estrecha correlación con los suelos. Como resultado de la fotointerpretación se obtienen las unidades y subunidades de paisaje (divisiones morfopedológicas de 1er y 2do orden).

Los mapas topográficos utilizados fueron: I11-D81, I11-D82, H11-B11 y H11-B12, escala 1:50,000 (INEGI, 2000). Las fotografías aéreas analizadas por estereoscopia fueron: fotografías escala 1:37,000, fecha del vuelo: septiembre 2003, blanco y negro, línea 12, fotos 17-22; línea 13, fotos 16-22; línea 14, fotos 17-21 (INEGI, 2003). Las ortofotos (fotografías aéreas digitales) utilizadas fueron: fotografías aéreas escala 1:75,000, de fecha noviembre de 1993, H11-B22e, H11-B22f, H11-B33d, H11-B33e, I11-D82b, I11-D82d y I11-D82e (INEGI, 1993).

3.2 Trabajo de campo

El suelo y el paisaje

En campo se verificaron las unidades y subunidades de paisaje previamente identificadas por fotointerpretación. Luego se planeó la estrategia de muestreo de suelo, tomando en cuenta la logística (facilidades para acceder a los terrenos por parte de los propietarios) y su accesibilidad. Con base en lo anterior se definieron los sitios de muestreo.

Se buscaron los sitios representativos de las subunidades y enseguida se ubicaron los puntos de muestreo para realizar el levantamiento de suelos, procurando seleccionar los sitios de tal forma que conformaran toposecuencias (también conocidas como catenas) características de las diferentes secciones del área de estudio. A estas catenas se les asignaron nombres de las localidades cercanas para su identificación (Fig. 3, Tabla 1). Se anotaron características visuales del paisaje y se

excavaron perfiles en cada punto de muestreo. Se recolectó una muestra de cada horizonte para su análisis posterior en el laboratorio.

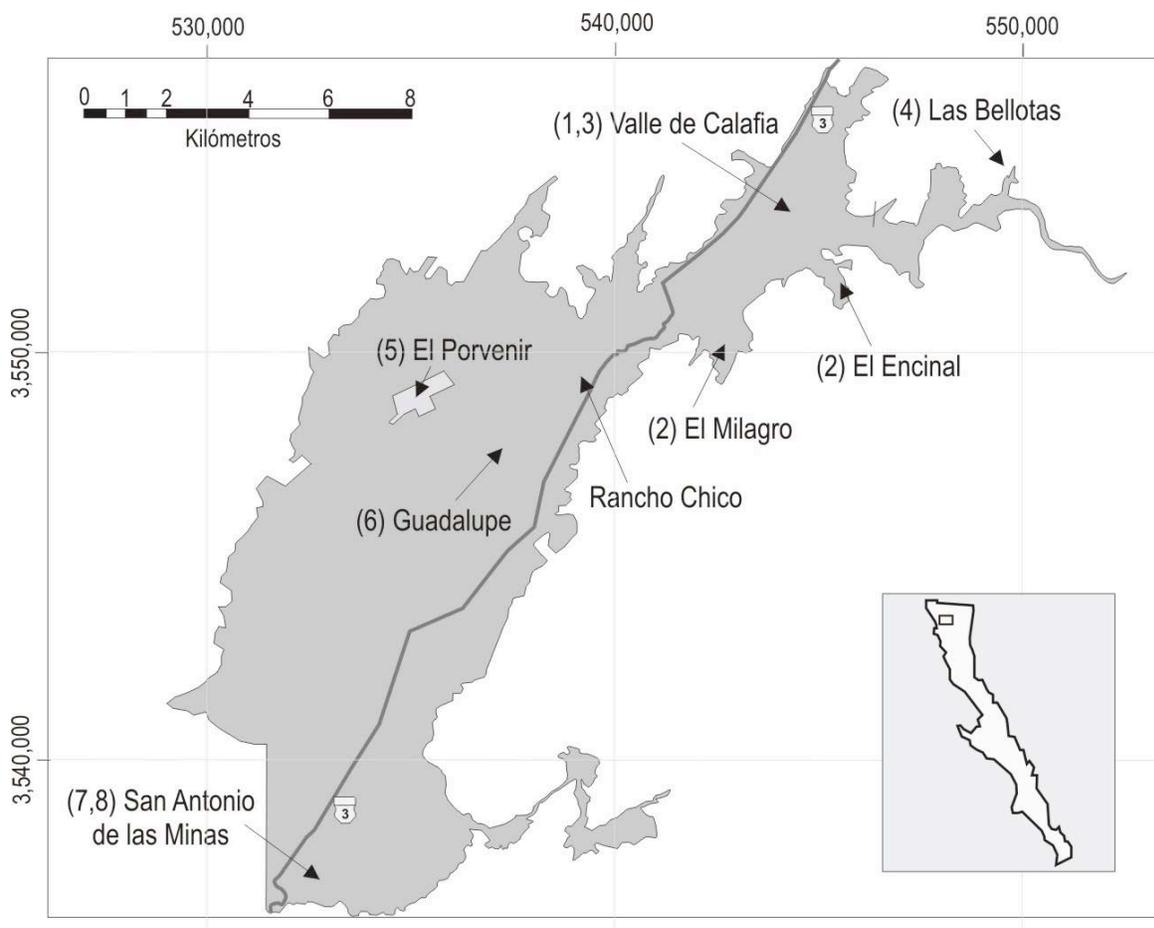


Figura 3. El Valle de Guadalupe. Límites y localización del área de estudio y ubicación de las toposecuencias (catenas) de suelo estudiadas (modificado de INEGI, 2000).

Tabla 1. Relación de las catenas estudiadas y de los perfiles que las conforman, así como de su ubicación (Fig. 3).

Catena	Ubicación	Perfiles
1. Valle de Calafia 1	Valle da Calafia	P1, P2, P3, P4 y P5
2. El Milagro/Encinal	El milagro/Encinal	P6, P7, y P9
3. Valle de Calafia 2	Valle da Calafia	P8, y P12
4. Las Bellotas	Las Bellotas	P10, P11, P13 y P14
5. El Porvenir	El Porvenir/Rcho. Chico	P15, P16, P17, P18 y P22
6. Guadalupe	Guadalupe	P19, P20, P21, y P23
7. San Antonio de las Minas 1	San Antonio de las Minas	P7
8. San Antonio de las Minas 2	San Antonio de las Minas	P44, P45 y P47

Directamente en campo, se hicieron las observaciones y mediciones del paisaje, del perfil y de los suelos, cuya lista se muestra a continuación (Tabla 2):

Tabla 2. Lista de las observaciones y mediciones hechas en campo (Siebe *et al.*, 1996)

Características del paisaje y mediciones en el perfil
Clima y estado del tiempo
Uso del suelo y vegetación
Descripción del relieve
Evidencias de erosión
Material parental
Profundidad y espesor de los horizontes
Textura al tacto
Color
Pedregosidad
Contenido de carbonatos
Humedad actual del suelo
Estructura
Rasgos pedológicos (por ejemplo los cutanes de arcilla y las evidencias de óxido-reducción)
Estabilidad de los agregados
Cantidad de poros
Cantidad de raíces
Densidad aparente
Tipo de límite entre horizontes

Los suelos se clasificaron según la WRB (2006).

La geología

Durante cuatro días se realizó también un recorrido en la zona para verificar la geología del lugar, la cual se basó principalmente en el mapa de Gastil *et al.* (1971). Éste es bastante preciso, sin embargo se afinaron algunos detalles. La campaña de trabajo fundamentalmente se basó en la observación de las rocas que afloran en la zona de estudio, se tomaron algunas muestras que se examinaron bajo la lupa para confirmar dichas observaciones.

Las aguas subterráneas

En la zona de estudio se ubicaron los pozos de agua (con coordenadas georeferenciadas) utilizados para el riego de la vid. No se tomaron muestras de agua, se utilizaron los datos de análisis de aguas que proporcionó la empresa vitivinícola en cuyo predio fue donde se realizaron la mayoría de las

observaciones de suelos. Se desconocen las condiciones en las que las muestras fueron tomadas, así como las técnicas y equipos utilizados para su análisis físico y químico.

3.3 Trabajo de laboratorio

En las muestras de suelo recolectadas en campo se realizaron los siguientes análisis físicos y químicos:

Todas las muestras de suelo fueron secadas al aire a temperatura ambiente y tamizadas por una malla No. 10 (equivalente a un tamaño de partícula de 2 mm).

Determinación del pH y de la conductividad eléctrica (CE)

El pH del suelo se midió potenciométricamente en el sobrenadante de una suspensión con una relación de suelo:solución de 1:2.5 . La solución fue agua desionizada (van Reeuwijk, 1992). La CE se mide en el mismo sobrenadante con un conductímetro.

Determinación del carbono (C) y del nitrógeno (N)

Las muestras de suelo se molieron con un molino de ágata y se tamizan por una malla No. 100; fueron secadas en la estufa y pesadas en una autobalanza modelo AD-60. Las muestras son luego introducidas en un analizador elemental CNHS Perkin Elmer 2400 Series II. El analizador utiliza un método de combustión para convertir los elementos en gases simples de CO₂ y N₂ y luego detectar la concentración de estos gases en función de su conductividad térmica (Analizador elemental CNHS Perkin Elmer 2400 Series II, manual de operación).

La cantidad de carbonatos a eliminar de las muestras se estimó en función de la evaluación del contenido de carbonato secundario hecha en campo utilizando ácido clorhídrico (Siebe *et al.*, 1996).

Determinación de los cationes intercambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+)

Los cationes intercambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ y K^+) se extraen de la muestra de suelo con una solución de acetato de amonio 1 N pH 7. La determinación de Ca^{2+} y Mg^{2+} se realiza por espectrometría de absorción atómica y la de Na^+ y K^+ por flamometría (Bouwer *et al.*, 1952, van Reeuwijk, 1992).

Determinación del fósforo disponible (P) por el método de Olsen

La extracción se realiza con una solución de bicarbonato de sodio 0.5 M pH 8.5. El fósforo en el extracto se determina colorimétricamente con el método del azul del molibdato de amonio utilizando cloruro estanoso como agente reductor (Black, 1965).

Determinación de la densidad aparente (DA) del suelo por el método del cilindro

Este procedimiento inicia en campo con la extracción de una muestra inalterada de suelo con un cilindro de volumen definido (100 cm^3). Una vez en el laboratorio, la muestra se seca a 105°C en la estufa para eliminar el agua, se cuantifica la masa sólida del suelo por gravimetría y ésta se relaciona con el volumen del cilindro para calcular la densidad aparente del suelo (Schlichting *et al.*, 1995).

Determinación de la textura del suelo por el método de la pipeta

Las muestras se someten a un pretratamiento para eliminar sustancias cementantes y floculantes para dispersar a los agregados (destrucción de la materia orgánica con H_2O_2 al 8%, de los óxidos de hierro con oxalato de NH_4 0.2 M, de los sesquióxidos con citrato de Na 0.3 M, $NaHCO_3$ 1 M, $Na_2S_2O_4$ y con $MgCl_2$ 1 M; y para dispersar la muestra hexametáfosfato de Na 0.4 N). Como la granulometría de los suelos abarca tamaños de partículas muy diferentes, se necesita una combinación de varios métodos para la determinación de la textura: las fracciones de arena (2 mm - $63\ \mu\text{m}$) se separan con tamices y las fracciones de partículas de tamaños menores (limos y arcillas) con el método de la sedimentación. Este último se basa en la ley de Stokes (Schlichting *et al.*, 1995, Reeuwijk, 1992 y Siebe *et al.*, 1996), la cual define la velocidad de sedimentación de las partículas en función de su diámetro.

3.4 Evaluación de los resultados de los análisis realizados en campo y en laboratorio

A continuación se presentan los diferentes valores límite utilizados con sus respectivas referencias para evaluar los resultados de análisis tanto de campo como de laboratorio. Se procuró realizar la evaluación con referencias a suelos aptos para vid. Estos valores límite provienen de distintos países donde se ha generado este tipo de información a través de la investigación .

Evaluación de la CE en el extracto de saturación ($CE_{pF1.8}$) (modificado de White, 2003)

$CE_{pF1.8}$ (dS/m)	Descripción de la salinidad
< 2	No salino
2 - 4	Ligera
4 - 8	Moderada
8 - 16	Alta
> 16	Muy alta

Evaluación del nitrógeno (N) total, del contenido de materia orgánica (MO) y de la relación C/N (modificado de Reynier, 2005.)

% M.O.	% N	C/N	Descripción del contenido
< 1	< 0.08		Insuficiente
1 - 2	0.08 - 0.1	< 10	Suficiente
> 2	> 0.1		Bueno

Evaluación del fósforo (P) disponible (Pagel et al., 1982)

P Olsen mg/kg	Descripción del contenido
0 - 10	Bajo
10 - 20	Mediano
20 - 30	Alto
> 30	Muy alto

Evaluación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (modificado de Reynier, 2005)

CIC cmol _c /kg	Descripción
< 5	Baja
5 - 10	Mediana
10 - 18	Suficiente
> 20	Alta

Evaluación de los cationes Ca²⁺, Mg²⁺ y Na⁺ (modificado de Reynier, 2005)

Cation	% de saturación recomendado
Ca ²⁺	70 - 80
Mg ²⁺	5 - 10
Na ⁺	< 5

Evaluación del potasio (K⁺) en relación a su % en la CIC (modificado de Reynier, 2005)

CIC cmol _c /kg	% K recomendado
< 5	2 %
5 - 10	3 %
10 - 18	4 %
> 20	5 %

Otras evaluaciones

Otros parámetros	Referencia
Evaluación del pH	
Evaluación del contenido de carbonatos	
Evaluación de la profundidad de desarrollo	
Evaluación del volumen de porosidad total (VPT)	
Evaluación de la capacidad de aireación (CA)	Evaluados según Siebe <i>et al.</i>
Evaluación de la capacidad de agua disponible (dCC)	1996
Evaluación de la capacidad de retención de agua (CC)	
Evaluación de la conductividad hidráulica (Kf)	
Evaluación de la erosionabilidad (factor K) del suelo	

4 Resultados

4.1 El clima del Valle de Guadalupe

El clima del Valle de Guadalupe se clasifica como semiárido y templado, del tipo mediterráneo seco. Tiene un régimen de lluvias de invierno y veranos seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril del 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con temperaturas promedio máxima y mínima de 25.6°C (de junio a agosto) y 10.4°C (de diciembre a febrero) respectivamente. La precipitación promedio anual acumulada es de 292.1 mm, el valor máximo corresponde al mes de febrero y el mínimo al de junio (Fig.4). La evaporación promedio anual es de 2173.8 mm (datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente, IMTA, 2007).

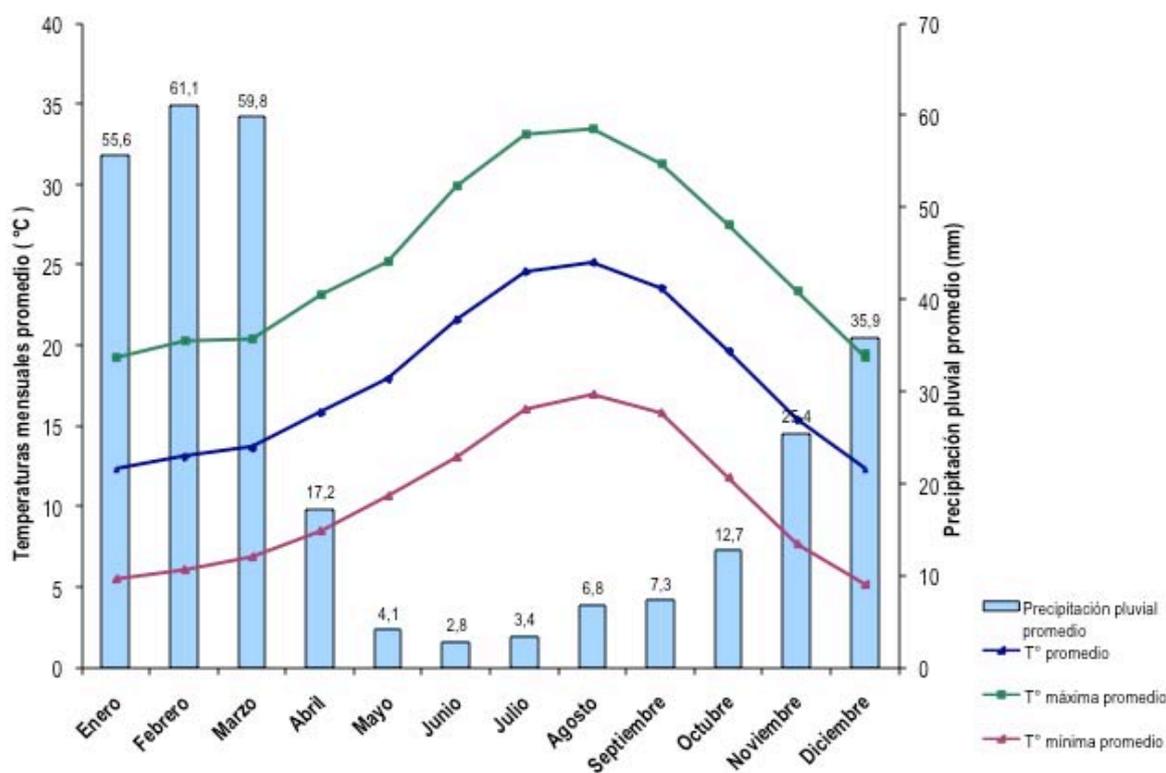


Figura 4. Temperaturas medias mensuales y precipitación media mensual para la serie de tiempo de 1971-2000 según datos de la estación Agua Caliente (IMTA, 2007).

El valle se encuentra aproximadamente a altitudes entre los 200 y 400 msnm. La zona recibe influencia marina, por lo que no es raro encontrar brisa marina sobre todo por las mañanas. Lo anterior tiene un efecto en la temperatura y en la humedad del ambiente, y por lo tanto en el riesgo de desarrollo de enfermedades en la planta.

La precipitación ha sido muy variable en el valle a lo largo de los años (Fig. 5). Los años con las lluvias más abundantes son excepcionales. El año de mayor precipitación en un periodo de 34 años (de 1969 a 2003) es 1978, durante el cual se registró una precipitación pluvial acumulada de poco menos de 600 mm; el año más seco ha sido el de 1989, con tan sólo 59 mm de lluvia, mientras que el promedio de precipitación anual acumulado es de 292.1 mm.

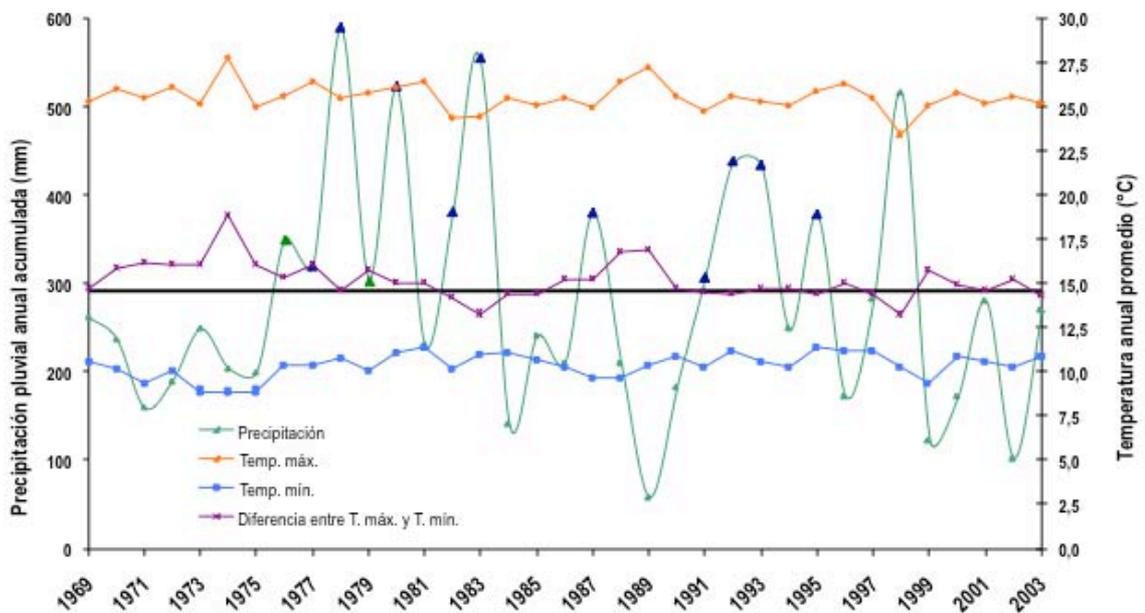


Figura 5. Precipitación anual acumulada y temperaturas anuales máximas y mínimas promedio del periodo de 1969 a 2003. Estación Agua Caliente (IMTA, 2007). La línea negra muestra el promedio de precipitación anual acumulado (292.1 mm), calculado para el periodo 1991 – 2000 (IMTA, 2007) conforme a la definición de normal climatológica de la Organización Meteorológica Mundial. Los años marcados con azul sobre la línea verde corresponden a años de El Niño.

Por otro lado, la variación de la temperatura en el tiempo no ha sido importante. La temperatura máxima anual promedio (Fig. 5), en el mismo periodo de 34 años, ha variado entre 23.4 °C (en 1998) y 27.7 °C (en 1974), la temperatura mínima anual promedio varió entre los 8.87 °C (en 1974) y los 11.43 °C (en 1981). Lo anterior representa una diferencia entre temperaturas promedio máximas de 4.3 °C y para las mínimas una de 2.56 °C. La diferencia entre las temperaturas anuales promedio máximas y mínimas es entre los 13.26 °C y los 18.9 °C, con una diferencia promedio de 15.16 °C.

De los años que exceden el promedio de precipitación anual acumulado (292.1 mm), los marcados en azul son años que coinciden con años de El Niño, a excepción del año de 1998.

4.2 Marco Geológico

A pesar de que ya han transcurrido más de 30 años desde su primera edición, el compendio sobre la geología de la península de Baja California y la cartografía 1:250,000 de Gastil *et al.* (1975) continúan siendo la principal referencia sobre los rasgos geológicos generales y sobre la distribución y relaciones estratigráficas de las unidades de roca de la península. La síntesis que se presenta a continuación hace referencia al mapa de Gastil *et al.* (1971), reproducido en la Fig. 6, complementada con una campaña de trabajo de campo de 4 días en el mes de marzo de 2007, con el fin de verificar y refinar algunos detalles de la geología del Valle de Guadalupe.

La historia geológica regional refleja dos eventos importantes. El primero, culminó durante el Mesozoico con la erupción de estratos volcánicos relacionados a un arco de islas, metamorfismo regional y el emplazamiento de batolitos (granitos y tonalitas principalmente y de manera más subordinada gabros y otras rocas afines). Además, hubo importantes cambios estructurales, levantamiento a gran escala y subsecuente erosión, mismos que dieron lugar a importantes cambios en el entorno geográfico. El segundo evento se inició durante el Cenozoico Medio (Mioceno) y resultó en la apertura del Golfo de California hace 30 Ma. Asociado a ello ocurrió el emplazamiento de grandes volúmenes de rocas volcánicas y plutónicas, proceso que se verifica hasta el presente.

Por otro lado, los depósitos aluviales que conforman el subsuelo del Valle de Guadalupe, a partir del cual se formaron los suelos que nutren a los viñedos, son el producto de la erosión de las serranías circundantes, la más importante, la Sierra Blanca al este del valle.

Para ilustrar la distribución de las rocas y la estructura de la península de Baja California, se reproduce un corte geológico, que va de oeste a este, de la obra Barajas *et al.* (1995). La Fig. 7, muestra la intrusión de batolitos en las rocas pre-batolíticas y los aluviones en las costas.

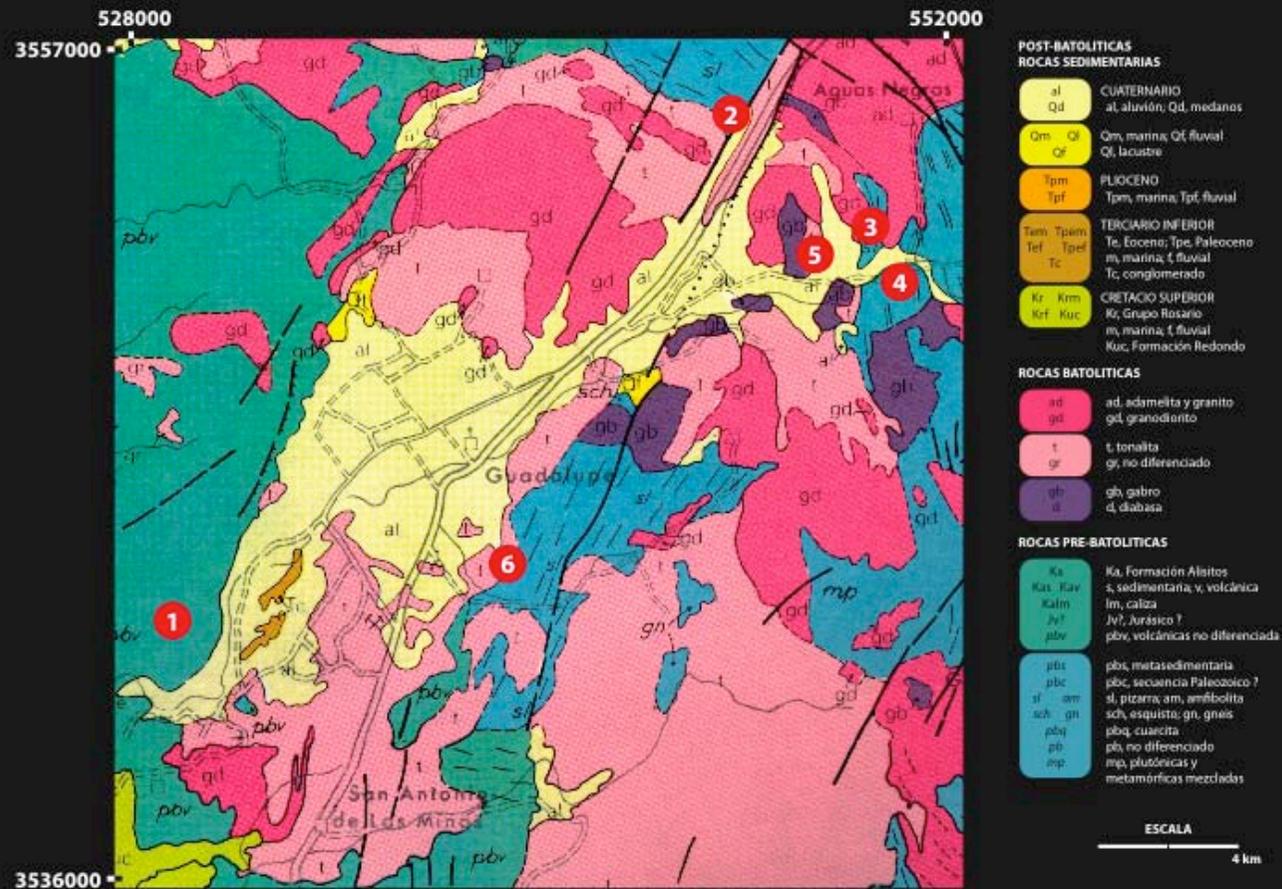


Figura 6. Mapa geológico del Valle de Guadalupe, Baja California (modificado de Gastil *et al.*, 1971).

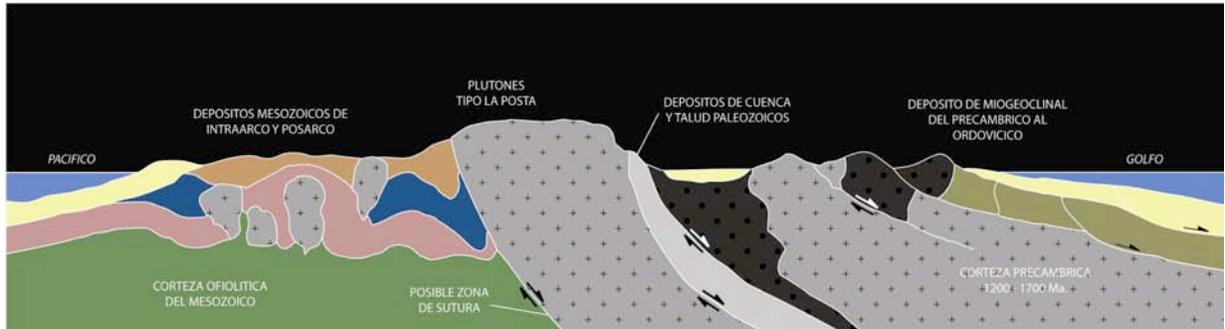


Figura 7. Corte geológico de la península de Baja California (modificado de Barajas *et al.*, 1995).

4.2.1 Principales rocas madres del sector

Rocas pre-batolíticas

Las rocas más antiguas, las pre-batolíticas, incluyen varios tipos. Las principales que afloran en la zona de estudio son las pizarras (sl) y rocas volcánicas no diferenciadas (pbv). Las rocas volcánicas pre-batolíticas no diferenciadas rodean principalmente la parte oeste y noroeste del valle. Las observaciones en campo (punto 1 en la Fig. 6, Fig. 8) indican que son de composición andesítica, con ligera foliación.



Figura 8. Rocas volcánicas pre-batolíticas no diferenciadas (pbv), punto 1 en la Fig. 6.

A las pizarras se les encuentra sobretodo al noroeste del cañón del Burro (punto 2 en la Fig. 6) y al sur de la zona, en contacto con las rocas plutónicas. Se verificaron también en campo, ya que no se detallan en el mapa de Gastil *et al.* (1971), las rocas del cañón las Bellotas (punto 3 en la Fig. 6, Fig. 9). El cañón está formado por rocas metasedimentarias pre-batolíticas que incluyen capas de mármol y areniscas.



Figura 9. Contacto entre mármol pre-batolítico (pbs) y granodiorita (gd) en el cañón las Bellotas, punto 3 en la Fig. 6.

Frente al cañón Las Bellotas, al otro lado del cauce principal del río (punto 4 en la Fig. 6), las rocas son también metasedimentarias pre-batolíticas, pero de diferente índole; incluyen metaconglomerados y metabasaltos. Es una serranía muy heterogénea (Fig. 10).



Figura 10. Vista de las rocas pre-batolíticas metasedimentarias (pbs) frente al cañón las Bellotas.

Rocas batolíticas

Las rocas batolíticas intrusionan a las rocas pre-existentes (volcánicas y sedimentos, ambos más o menos metamorfizados). Las principales rocas plutónicas de la zona son: tonalita (t), rocas plutónicas no diferenciadas (gr), granito (ad), granodiorita (gd), y gabro (gb). Las rocas plutónicas flanquean y afloran en casi toda la zona vitícola del valle, lo rodean en su mayor parte; se las encuentra al norte, noreste, suroeste, sur y sureste del depósito aluvial (al). De todas las rocas plutónicas, el gabro (gb) es el que aflora con menos frecuencia en la zona.

La tonalita que se observó directamente (puntos 5 y 6 de la Fig. 6, Fig. 11 y 12) contiene principalmente plagioclasas y hornblenda, así como enclaves dioríticos.



Figura 11. Tonalita (t), localidad El Mogor.



Figura 12. Tonalita (t), localidad Rancho F-5.

Aluvión del Cuaternario

El fondo del Valle de Guadalupe y sus principales afluentes están ocupados por depósitos de aluvión del Cuaternario (al). El material que conforma a los depósitos proviene de todas las rocas antes mencionadas. Sin embargo, lo más frecuente es encontrar clastos de pizarra, de tonalita y de rocas pre-batolíticas metasedimentarias. Estos depósitos aluviales forman abanicos, muchos de los cuales coalescen (Fig. 13) en algunas partes.



Figura 13. Depósito de flujo de detritos (al) que rellena a un paleocanal. Nótese que incluye cantos rodados, así como clastos subangulares a angulares soportados en parte clasto a clasto y en parte por matriz.

4.3 El agua en el Valle de Guadalupe

4.3.1 Localización geográfica del acuífero Guadalupe y su explotación

El Valle de Guadalupe se localiza dentro de la cuenca Guadalupe, en la porción noroeste de la península de Baja California. La cuenca Guadalupe tiene una superficie de aproximadamente 2,400 km², de los cuales 105 km² forman el acuífero local del Valle de Guadalupe y representan el relleno de sedimentos del Cuaternario (Kurczyn-Robledo *et al.*, 2007). La tabla 3 contiene las coordenadas geográficas de los vértices que conforman la poligonal del acuífero.

Tabla 3. Coordenadas geográficas de los vértices de la poligonal que conforma el acuífero Guadalupe, en Baja California, México (CNA, 2002).

Vértice	Longitud Oeste			Latitud Norte		
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos
1	116	18	43.2	32	5	49.2
2	116	20	38.4	32	4	12
3	116	21	32.4	32	0	57.6
4	116	21	32.4	31	58	40.8
5	116	21	43.2	31	58	19.2
6	116	21	43.2	31	56	27.6
7	116	21	7.2	31	54	36
8	116	21	54	31	54	57.6
9	116	24	57.6	31	58	48
10	116	27	3.6	32	0	10.8
11	116	33	14.4	32	1	8.4
12	116	40	37.2	31	59	24
13	116	43	40.8	32	0	0
14	116	39	7.2	32	7	15.6
15	116	38	13.2	32	9	32.4
16	116	37	30	32	13	48
17	116	24	43.2	32	14	34.8
18	116	5	27.6	32	9	10.8
19	116	12	36	32	7	30
1	116	18	43.2	32	5	49.2

La Comisión Nacional del Agua (CNA), en su reporte "Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Guadalupe, Estado de Baja California", estima una recarga total del acuífero de 23.9 millones de m³/año, el volumen anual total concesionado de ese acuífero es de 43.3 millones de

m³/año, por lo tanto no existe volumen disponible para nuevas concesiones en esa unidad hidrogeológica (CNA, 2002). Sin embargo, la extracción real del acuífero es de 22 millones de m³/año (Kurczyn-Robledo *et al.*, 2007).

La actividad principal del valle es la agrícola y ésta se ha incrementado considerablemente en los últimos años. La principal de estas actividades es sin duda la industria vitivinícola, en donde la mayoría de los viñedos es de riego. El Valle de Guadalupe es una zona con clima semiárido, con muy baja disponibilidad de aguas superficiales, la zona depende por lo tanto de la disponibilidad de las aguas subterráneas.

El acuífero además abastece de agua a las poblaciones de Ensenada (con más de 450,000 habitantes, a la cual se destina el 42% del agua) y a los poblados Francisco Zarco, El Porvenir y San Antonio Necua (Kurczyn-Robledo *et al.*, 2007).

4.3.2. Calidad del agua subterránea del Valle de Guadalupe

Como ya se mencionó, los viñedos de la región son de riego, y la calidad del agua utilizada tiene un impacto importante tanto en la calidad de la uva (y entonces del vino) como en la conservación del recurso suelo. En este capítulo, se pretende proporcionar una visión general de la calidad del agua subterránea del Valle de Guadalupe, basada en datos de análisis de agua de distintos pozos, distribuidos en la mayor parte del valle. Tanto el muestreo como los análisis de agua fueron realizados por el equipo de una de las vinícolas de la región; se tomaron en cuenta promedios de resultados de análisis de distintas fechas para un mismo punto de muestreo (Anexo 7).

La recarga del acuífero Guadalupe se lleva a cabo principalmente mediante dos procesos: por infiltración del agua de lluvia de toda la cuenca y que lava las sales del suelo y por el agua que se extrae del acuífero, se utiliza para riego y se vuelve a infiltrar. Según la distribución de aguas basada en la conductividad eléctrica (CE) de muestras de distintos pozos, las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe presentan las mayores CE en el noroeste (Fig. 14).

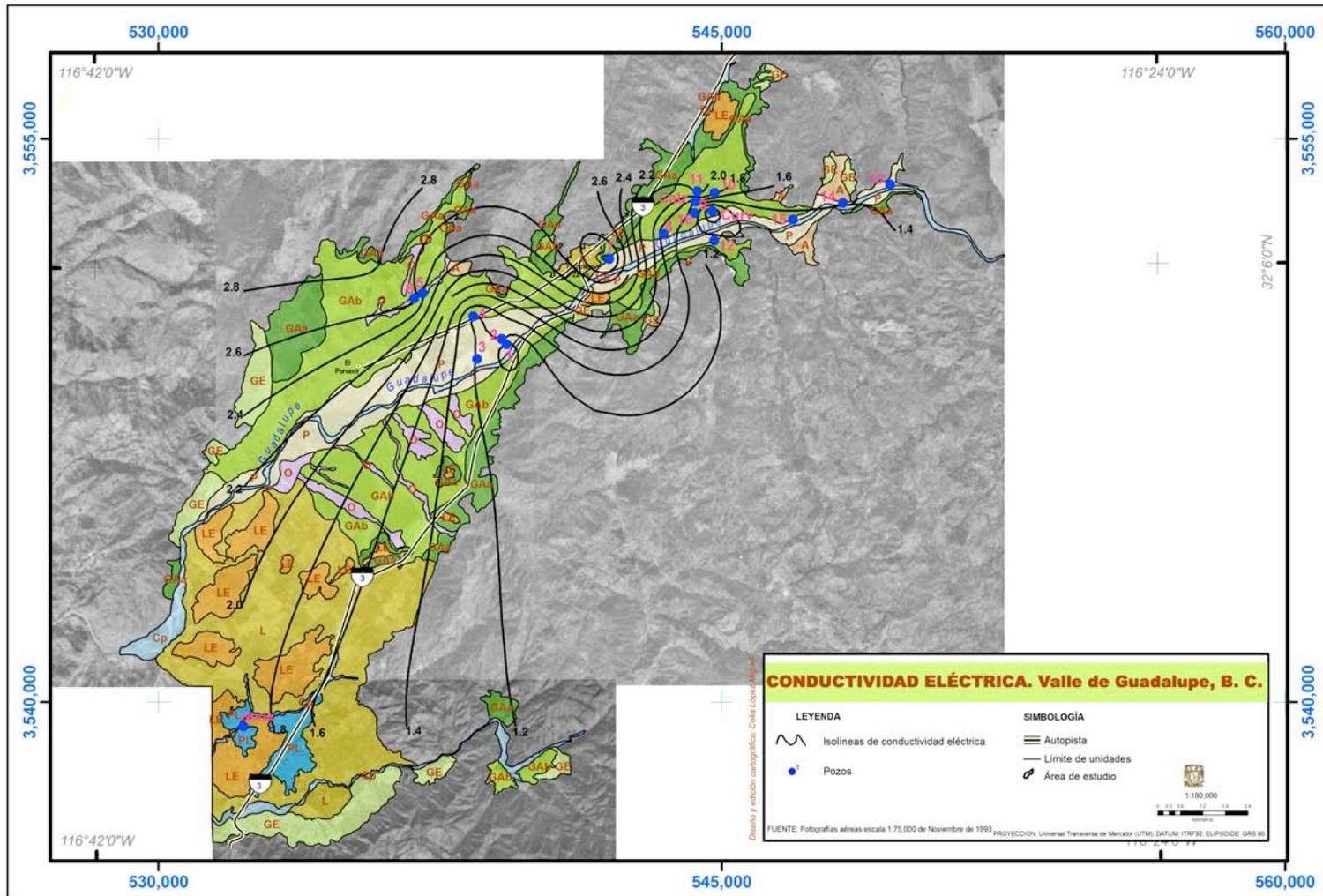


Figura 14. Isolíneas de valores de CE. Mapa hecho con el programa SURFER a partir de la ubicación geográfica de los pozos de muestreo y los análisis de agua de las muestras (método de interpolación Kriging).

El mapa (Fig. 14) muestra que la salinidad aumenta conforme el punto de muestreo (pozo de agua) se encuentra más alejado del río. Esto parece indicar que una de las recargas principales del acuífero es el río, y así lo corroboran Kurczyn-Robledo *et al.* (2007), ya que las muestras tomadas alrededor de él tienen las CE más bajas (las más cercanas a la CE del agua de lluvia). En los resultados se aprecia que las aguas de riego de algunos pozos tienen conductividades eléctricas relativamente altas, se encuentran en un rango de 0.59 hasta los 3.62 dS/m.

La pregunta que surge a continuación es ¿cuál es el origen de las sales en las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe? Si se observa la correlación del ion cloruro con la CE en la Fig. 15, se podría decir que la tendencia al enriquecimiento en sales del agua se debe a la evolución natural del agua, por lo tanto las sales son también de origen natural. Sin embargo, hay algunos puntos (puntos 7 y 4, Fig.15) que muestran conductividades altas, pero que no están correlacionadas con las concentraciones del ion cloruro.

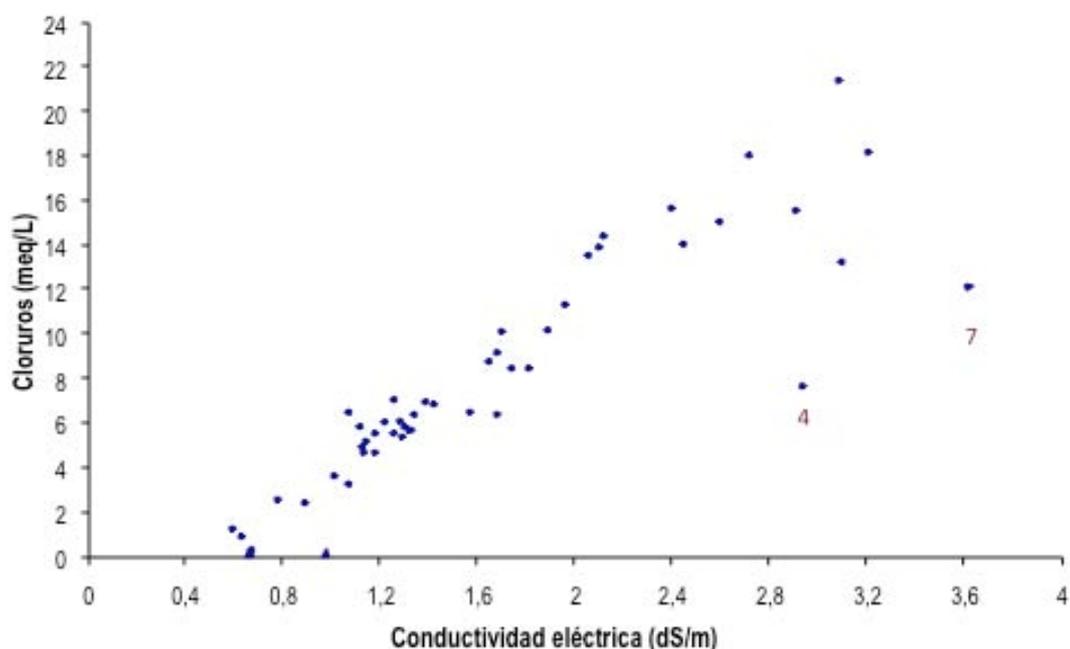


Figura 15. Correlación ion cloruro y CE de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe.

Para inferir a qué se debe que las aguas de estos puntos de muestreo (7 y 4) contengan una concentración alta en sales, se realizó una segunda correlación del ion cloruro con el ion

sulfato (Fig. 16). De la misma forma que en el caso anterior, los mismos puntos (puntos 7 y 4, Fig.15) se salen de la tendencia. A partir de esto se podría estimar que las altas CE de las aguas de estos puntos de muestreo en particular, se deben a altas concentraciones en sulfatos.

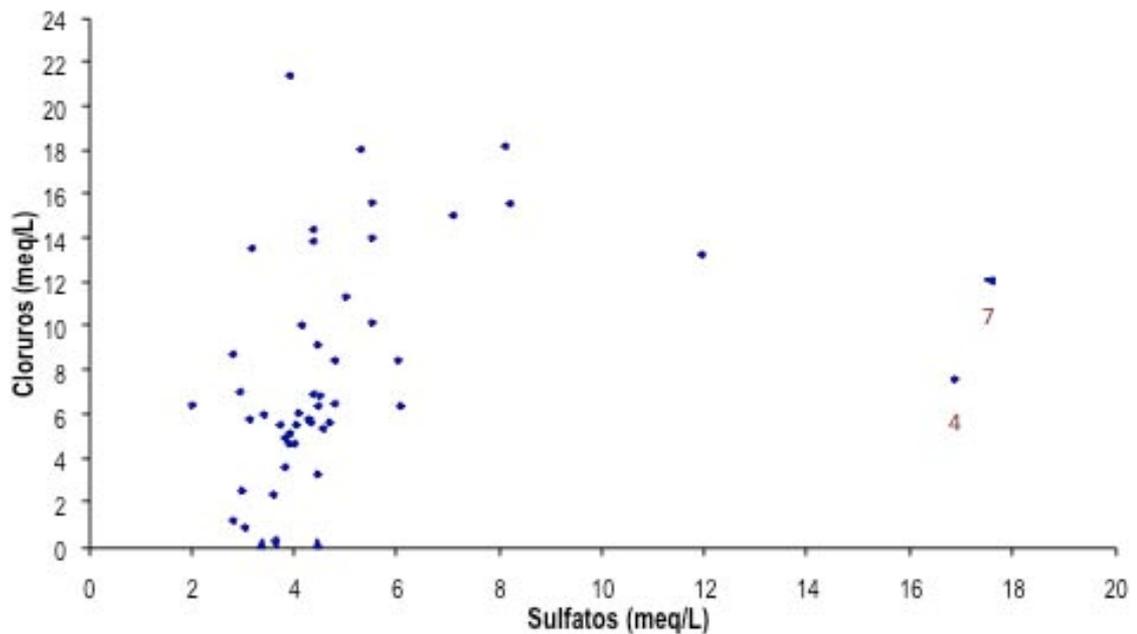


Figura 16. Correlación ion cloruro y ion sulfato de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe.

Los sulfatos provienen por lo general de una fuente antropogénica, como lo puede ser el fertilizante que se aplica al suelo (e.g. sulfato de amonio), y parecen estar infiltrándose a los acuíferos y provocando un aumento artificial en la CE del agua subterránea.

Cabe señalar que se utiliza el ion cloruro para hacer estas correlaciones primero, porque es un buen indicador de la salinidad cuando no hay muchas arcillas en el suelo y segundo, porque, junto con los sulfatos, es la sal natural más común.

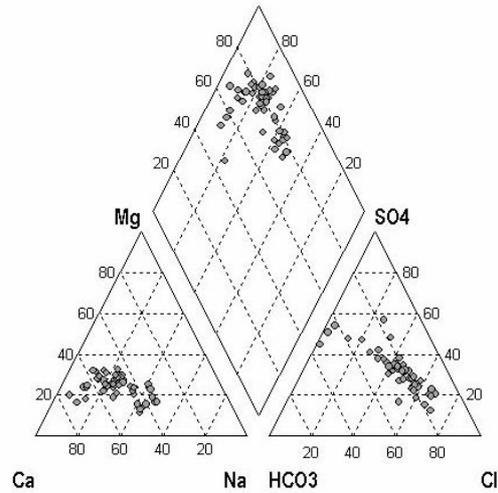


Figura 17. Representación de las concentraciones (en porcentaje) de aniones y cationes de las aguas subterráneas del Valle de Guadalupe en un diagrama de Piper para su clasificación.

El diagrama de Piper de la Fig. 17 muestra que las aguas son del tipo cloruro sulfatadas, el catión más importante es el Ca^{2+} . El Ca probablemente proviene del intemperismo de las rocas circundantes y, como ya se mencionó, los sulfatos de una fuente antropogénica.

4.4 . Geoformas y suelos del Valle Guadalupe

A continuación se describe el mapa morfopedológico, principal resultado del presente estudio, que muestra los tipos de suelos asociados a las geoformas del paisaje de la zona vitivinícola de Baja California (Anexo 1).

4.4.1 Síntesis general de las geoformas del Valle Guadalupe

El estudio de suelos de la zona está basado en las geoformas del terreno, las cuales constituyen el primer criterio de diferenciación de unidades cartográficas del mapa morfopedológico (ver leyenda del mapa, Anexo 6). Para una mejor comprensión de éstas, a continuación se presenta una breve descripción de las unidades y subunidades de paisaje diferenciables en las fotografías aéreas.

El paisaje del Valle Guadalupe es el típico de zonas semi-áridas. En la zona se distinguieron cuatro grandes unidades de paisaje: la montaña, el glacís, el lomerío y la llanura aluvial.

La unidad de montaña presenta pendientes importantes ($>20^\circ$); se puede subdividir en función del tipo de roca que la conforma en las diferentes secciones del valle:

- Pre-batolíticas: pizarras (sl) y rocas volcánicas no diferenciadas (pbs); y
- Batolíticas: tonalita (t), rocas plutónicas no diferenciadas (gr), granito (ad), granodiorita (gd) y gabro (gb).

La unidad de montaña no se estudió a mayor detalle, ya que no es susceptible de ser utilizada para el cultivo de la vid.

El glacís es una unidad diferenciada con base en un cambio de pendiente que se da al pie de la ladera de una montaña (las pendientes en general se encuentran entre 4 y 18°) y se diferenció en subunidades según el material parental que conforma a cada una de ellas, su inclinación y los procesos de modelación a los que está sujeta actualmente:

- el glacís acumulativo alto (GAa) es la subunidad de acumulación de material (que puede tener distintos orígenes (coluvial, aluvial, o coluvio-aluvial) sobre roca *in situ*; su pendiente generalmente se encuentra entre 6 y 18° .

- el glacis acumulativo bajo (GAb) representa la subunidad de acumulación de material donde puede o no encontrarse la roca *in situ* debajo del coluvión y/o aluvión; ésta se diferencia del GAa sobre todo por el cambio en la pendiente, que en este caso varía entre 2 y 4°;
- el glacis erosivo (GE) es una subunidad que en algún momento acumuló material pero que en la actualidad tiene un régimen erosivo;
- los abanicos (A) son formas de deposición fluvial en forma de "abanico", suceden en las desembocaduras fluviales generalmente debido a un cambio en la pendiente; y
- los canales coluvio-aluviales (O) son corrientes ramificadas formadas cuando las corrientes de agua se encajan en el material depositado; no son propiamente ríos, están activos sólo cuando hay precipitaciones importantes y algunos se encuentran inactivos en la actualidad; contienen rellenos de origen aluvial y coluvial.

Otra unidad de paisaje típica de zonas semi-áridas es la llanura aluvial, que es el lecho de inundación activo del río. Dentro de esta unidad se pueden diferenciar dos subunidades:

- el cauce principal (Cp), que es la parte más encajada de la corriente fluvial y por donde fluye el agua de forma común; y
- la planicie (P), donde esporádicamente el río deposita material, cuando hay eventos de crecida.

Finalmente el lomerío (L) es una unidad que, aunque puede tener pendientes importantes (de hasta 18°), es una elevación del terreno de poca altura (aproximadamente entre los 235 y 260 msnm, se eleva entre 15 y 20 m sobre el fondo del valle) y tiene forma redondeada. Está formada por dos subunidades (LE y PL) difícilmente diferenciables en las fotografías aéreas (escala 1:37,000). Los puntos de muestreo que representan estas subunidades se realizaron en una de estas zonas no diferenciables (sólo en un 28% para LE y un 6.4% para PL fue posible delimitar estas subunidades en el mapa morfo-pedológico). Estas subunidades son:

- las laderas erosivas (LE), que son lomas producto de la erosión intensa de las rocas plutónicas, esencialmente granito; y
- el pie de ladera (PL), que son las zonas de depresión y acumulación coluvial entre estas lomas.

En el Valle de Guadalupe hay cuatro poblados principales en cuyos alrededores se cultiva la vid (Fig. 3 Cap. 3 y Anexo 1). Los terrenos de vid están situados sobre unidades de terreno

(UT) de glacis, llanura aluvial y lomerío. La entrada principal al valle es la Carretera Federal No. 3 Ensenada – Tecate. Esta carretera conduce primero al poblado de San Antonio de las Minas, el cual se caracteriza por su relieve de lomerío bajo de granito y tiene también importantes zonas de acumulación (pie de ladera). Hacia el noreste, se encuentran los poblados El Porvenir y Guadalupe (considerados uno solo para los fines de este estudio), zona formada sobre todo por un glacis acumulativo bajo muy extenso, canales coluvio-aluviales y la llanura aluvial. Hacia el final del valle, siguiendo la misma dirección de la carretera (hacia Tecate) se llega a la zona conocida como Valle de Calafia, cuyas formas de relieve características son el glacis acumulativo alto y el bajo, los abanicos aluviales y la llanura aluvial.

Dentro de cada una de las secciones más características del valle y donde el acceso estaba permitido, se describieron catenas de suelo (Tabla 1, Cap. 3). A continuación se presentan los resultados detallados de los perfiles de suelo que conformaron cada catena. Los nombres de éstas se seleccionaron en función del poblado más cercano o del nombre local que recibe cada sección del valle. Para ubicar las catenas y sus perfiles ver la Fig. 3 del Capítulo 3 y el Anexo 1.

4.4.2 Catena 1 Valle de Calafia 1

Con una altura de entre 325 y 400 msnm, esta catena abarca las geoformas de glacis acumulativo alto y bajo (GAa y GAb) y la planicie (P) (Fig. 18). Las observaciones P2 y P4 se realizaron en un abanico aluvial (A) muy pequeño, no diferenciable a la escala de las fotografías aéreas (1:37 000), por lo que se le integró como parte del GAb para este caso particular. El glacis tiene una exposición suroeste y todas las zonas de muestreo se usan para el cultivo de la vid. La catena consta de cinco perfiles: uno en la parte alta del GAa (P1), uno en la parte alta del GAb (P2), otra en la parte media del GAb (P4) y uno en la parte baja del GAb (P3) y finalmente uno en la P (P5) (Fig. 18). El material parental de esta catena consta de rocas plutónicas (para las subunidades de GAa, GAb), o bien, aluvión del Cuaternario (para la subunidad P).

Todos los suelos de esta catena son fisiológicamente profundos y tienen un buen drenaje (Tabla 4).

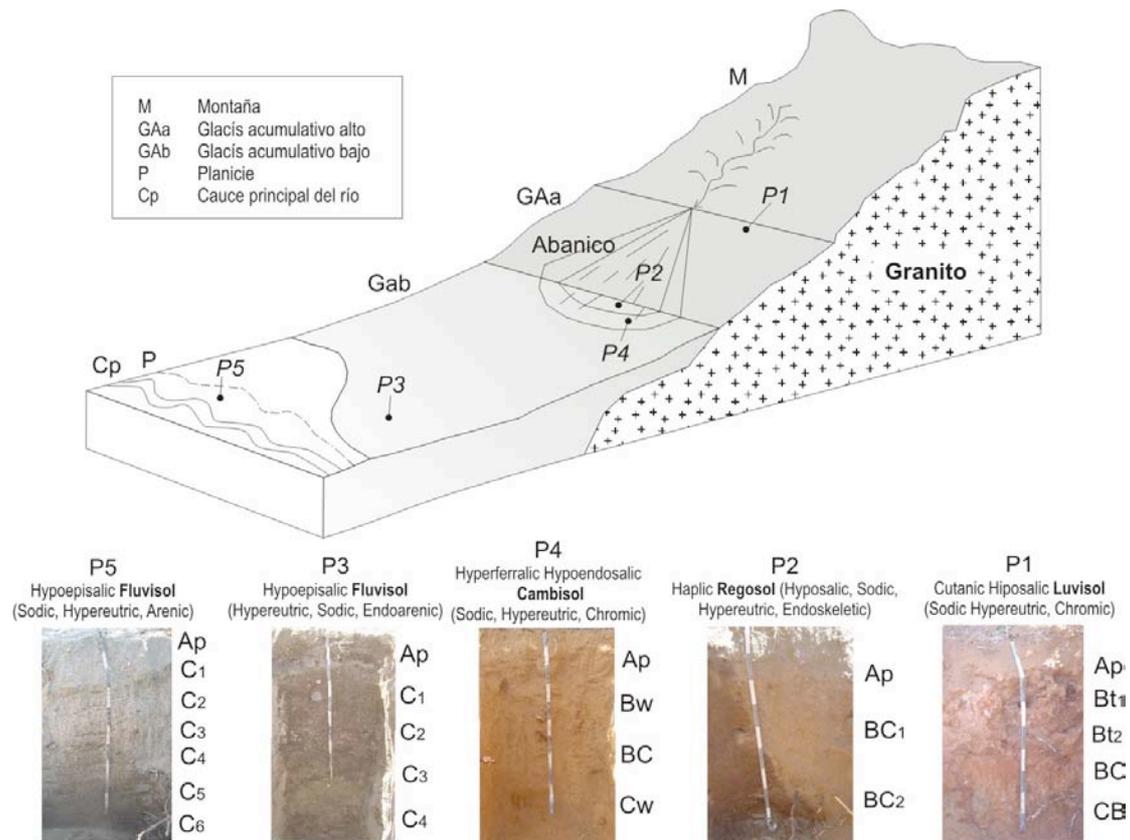


Figura 18. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 1 Valle de Calafia 1. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

Perfil P1

La subunidad GAa, en esta parte del valle, está representada por el perfil de muestreo P1. Tiene su origen en la acumulación coluvial, que es antigua y penestable desde el punto de vista de la morfogénesis. El modelado de su forma está actualmente sujeto a procesos de erosión laminar, el sitio tiene una pendiente escarpada (10°). El suelo de este sitio se clasificó como *Cutanic Hypo-salic Luvisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)*. Su profundidad de desarrollo es de 90 cm, presenta una secuencia de horizontes Ap-Bt₁-Bt₂-BC-CB, la estructura de los horizontes Bt es de angular a subangular en bloques; los agregados presentan revestimientos de arcilla en sus caras. Los procesos pedogenéticos característicos que presenta son la formación de estructura y la iluviación de arcillas; ambos procesos muestran un grado de desarrollo mediano.

Es un suelo fisiológicamente profundo, la densidad de raíces en promedio es alta, su porosidad total es baja en general, con capacidad de aireación baja a mediana. La

disponibilidad de agua para las plantas es mediana y el drenaje (Kf) es bajo a mediano, la erosionabilidad del suelo es baja, aunque, como ya se mencionó, el terreno está sujeto al proceso de erosión laminar debido a la inclinación (Tabla 4), característica que por otro lado mejora el drenaje.

Tabla 4. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 1 Valle de Calafia 1.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P1	9	3 - 7	108.05	234.64	1 - 100	0.20	146.86 (59.43 %)	76.40 (30.92 %)	1.48 (0.60 %)	22.37 (9.05 %)	6.06	0.46	0 - 9.9
P2	9.5	15.5	68.80	100.11	10 - 100	0.10	36.84 (59.15 %)	16.49 (26.48 %)	3.85 (6.18 %)	5.09 (8.18 %)	4.19	0.34	13.7 - 21.8
P4	8.4	3 - 7	96.27	232.25	1 - 100	0.30	43.08 (63.47 %)	18.34 (27.02 %)	2.50 (3.68 %)	3.96 (5.84 %)	6.84	0.39	3.2 - 20.4
P3	12.5	9 - 22	145.18	215.74	10 - >100	0.20	47.29 (61.76 %)	19.16 (25.02 %)	2.72 (3.55 %)	7.40 (9.66 %)	6.06	0.40	0.9 - 26.6
P5	9.6	19 - 22	89.23	129.47	100 - >300	0.06	13.01 (69.09 %)	4.12 (21.86 %)	0.56 (2.95 %)	1.15 (6.10 %)	1.17	0.12	0 - 5

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en porcentaje de la suma de cationes intercambiables.

La mayor densidad de raíces finas se presenta entre 12 y 30 cm de profundidad, mientras la de raíces gruesas es mayor en superficie (Fig. 19). El valor del pH en los diferentes horizontes varía de ligeramente alcalino a moderadamente alcalino a profundidad (7.08 – 8.4). El perfil presenta una acumulación ligera de carbonato de calcio secundario en los horizontes del subsuelo (Anexo 10). Las concentraciones de materia orgánica son relativamente altas para suelos de zonas áridas (2.6 %) en el primer horizonte y disminuyen con la profundidad. De igual forma, los contenidos de nitrógeno son altos para vid en el primer horizonte (0.15 %) y disminuyen con la profundidad. La relación C/N es estrecha (10.3 - 6.8) (Fig. 19). El índice de mineralización es alto lo que equivale a una alta disponibilidad de N. El espesor del horizonte superficial es muy pequeño (12 cm) y los contenidos de materia orgánica en los horizontes subsecuentes son insuficientes. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta en casi todo el perfil. Entre los cationes domina el Ca, seguido del Mg, el Na y el K (Fig. 20). Particularmente las saturaciones de Mg y Na son altas, mientras que la de K es baja. Esto pudiera indicar una deficiencia de este nutriente para la planta. Para este suelo, con CIC alta, el K debería alcanzar 5 % de saturación (Reynier, 2005). También los contenidos de fósforo disponible son bajos a muy bajos y pudieran limitar el crecimiento de la vid (Tabla 4). La principal limitante para el cultivo de la vid en este sitio es la salinidad moderada (4 - 7 dS/m) que se presenta a lo largo de todo el perfil, y sobre todo en el horizonte con mayor densidad de raíces finas. Concentraciones en sales solubles de esta magnitud podrían ocasionar una

Catena 1 Valle de Calafia 1

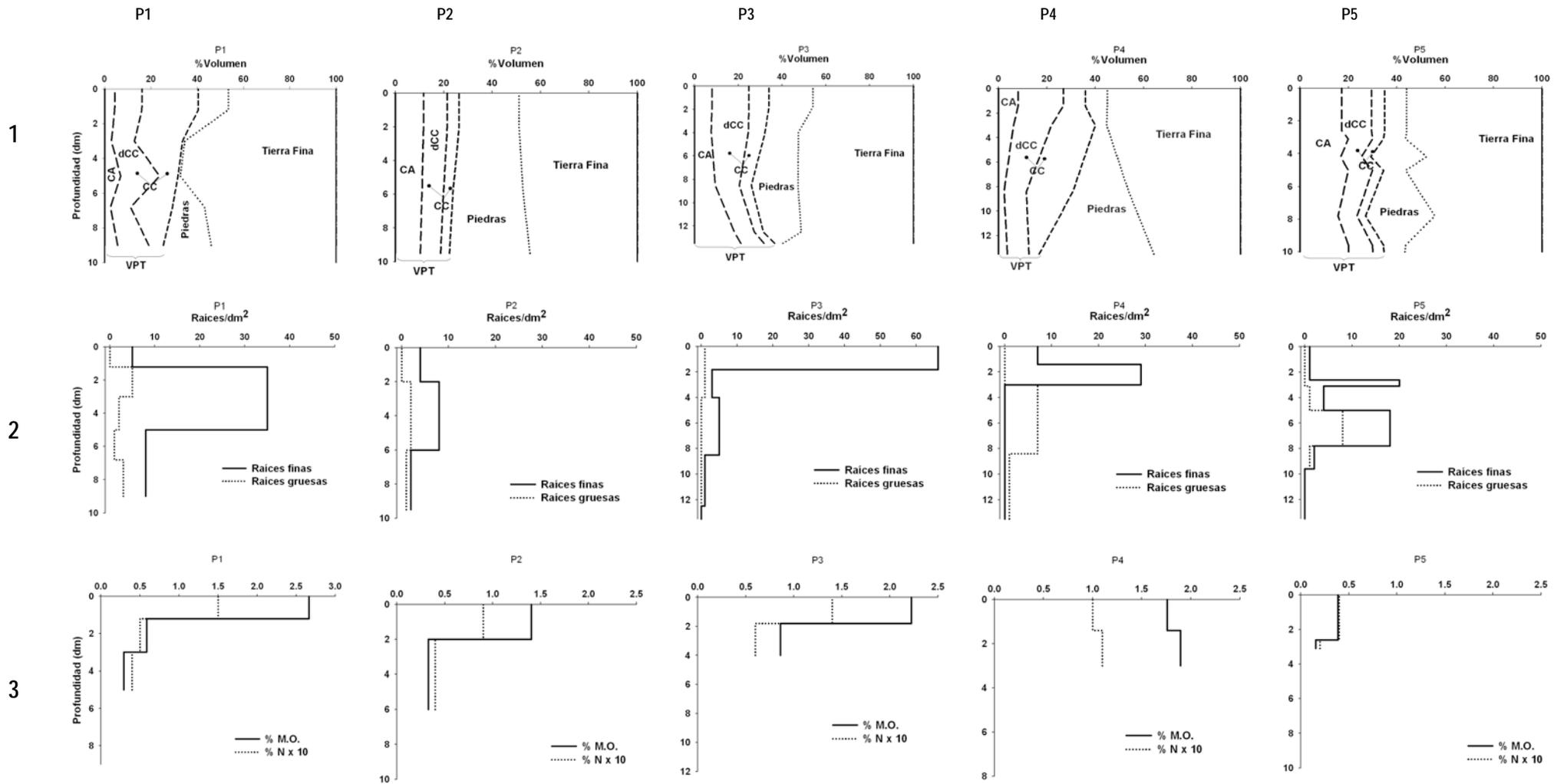


Figura 19. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes superficiales de cada perfil de suelo.

Catena 1 Valle de Calafia 1

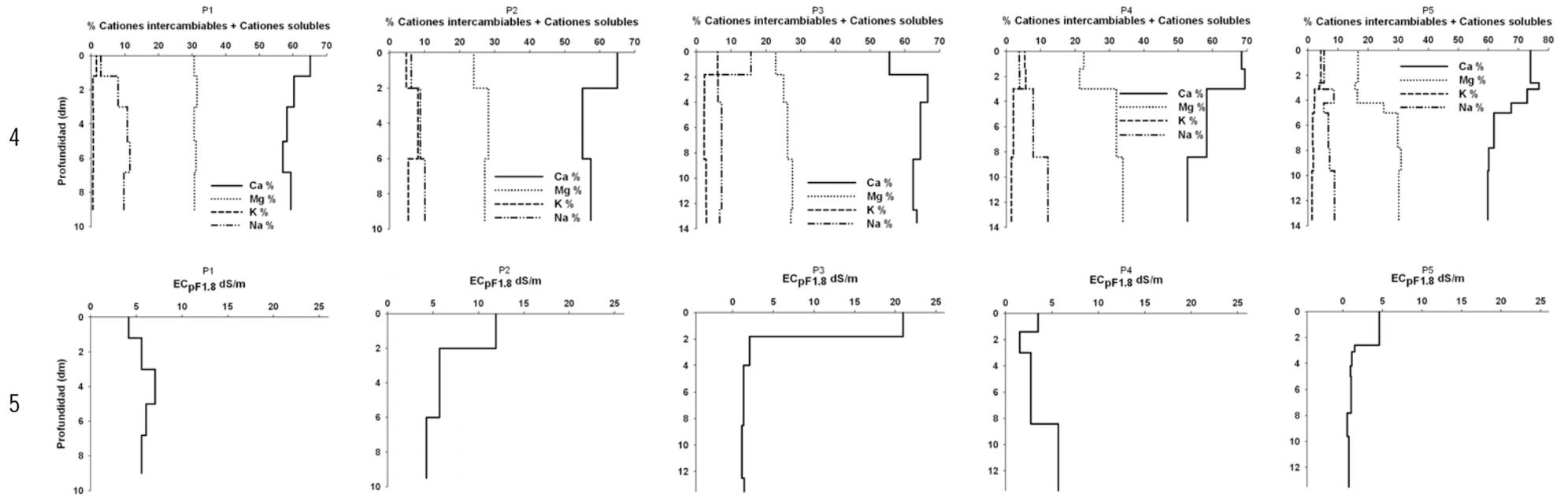


Figura 20. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

reducción del 25 al 50 % en la producción de uva si ésta es cultivada en pie franco (White, 2003) (Fig. 20). La inclinación del sitio también es una limitante para los trabajos culturales del viñedo.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta en casi todo el perfil. Entre los cationes domina el Ca, seguido del Mg, el Na y el K (Fig. 20). Particularmente las saturaciones de Mg y Na son altas, mientras que la de K es baja. Esto pudiera indicar una deficiencia de este nutriente para la planta. Para este suelo, con CIC alta, el K debería alcanzar 5 % de saturación (Reynier, 2005). También los contenidos de fósforo disponible son bajos a muy bajos y pudieran limitar el crecimiento de la vid (Tabla 4). La principal limitante para el cultivo de la vid en este sitio es la salinidad moderada (4 - 7 dS/m) que se presenta a lo largo de todo el perfil, y sobre todo en el horizonte con mayor densidad de raíces finas. Concentraciones en sales solubles de esta magnitud podrían ocasionar una reducción del 25 al 50 % en la producción de uva si ésta es cultivada en pie franco (White, 2003) (Fig. 20). La inclinación del sitio también es una limitante para los trabajos culturales del viñedo.

Perfil P2

El GAb es una unidad acumulativa coluvio-aluvial (las observaciones P2 y P4 que describen esta subunidad se realizaron en la parte más baja de un abanico). Las características del perfil P2 indican que la acumulación está en la actualidad activa, recibe material de varias barrancas de la ladera montañosa. Es un sitio penestable a inestable desde el punto de vista morfodinámico. El suelo se clasificó como *Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal)*, tiene un desarrollo incipiente (20 cm), una secuencia de horizontes Ap-BC₁-BC₂ y pedregosidad media (de 33 % al 50 %). Las texturas son arenosas, la porosidad total es baja, la densidad de raíces es baja en general, la estructura es poco desarrollada, los pocos agregados tienen estabilidad muy baja.

El sitio está a 390 msnm, tiene una pendiente moderada (4 - 5°), su capacidad de aireación es alta, la disponibilidad de agua es baja, su permeabilidad (Kf) es mediana en superficie y alta en profundidad (la inclinación del sitio mejora el drenaje) y la erosionabilidad es muy baja (Tabla 4). Las raíces tanto finas como gruesas, se encuentran principalmente en el segundo horizonte (20 - 60 cm) (Fig. 19), los valores de pH varían de muy ligeramente alcalino en superficie a moderadamente alcalino en profundidad (7.01 – 8.03). La acumulación de materia orgánica es suficiente en superficie (1.41 %) e insuficiente en el segundo horizonte, la cantidad de N es

buena en el horizonte superficial, pero disminuye en profundidad (0.09 – 0.04 %) (Fig. 19) y la relación C/N es buena en superficie (9.06) y disminuye en profundidad (4.75), indicando que la mineralización es rápida. Las cantidades de fósforo disponible son altas en superficie y medianas en profundidad (Tabla 4). La CIC es suficiente en superficie y mediana en profundidad, la saturación de cationes es muy similar a la del perfil P1 a excepción del K, en este caso su porcentaje de saturación está en los rangos adecuados, incluso un poco alto en el segundo horizonte (Fig. 20). La acumulación de sales en este suelo es alta en superficie y moderada en profundidad (4 - 12 dS/m) (Fig. 20). El horizonte con mayor densidad de raíces finas tiene una salinidad moderada, estas concentraciones podrían reducir la producción de uva del 25 a más del 50 % si la vid es cultivada en pie franco (White, 2003).

Perfil P4

El perfil P4 representa la parte media del GAb, que es también una unidad formada por el proceso de acumulación coluvio-aluvial con acumulación episódica de material joven. Su morfodinámica es penestable, dado que ocasionalmente puede presentar actividad acumulativa (en comparación con el sitio de P4 es más estable). El suelo de este sitio es un *Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)*, tiene una profundidad de desarrollo de 84 cm y una secuencia de horizontes Ap-Bw-BC-Cw, con pedregosidad muy baja en superficie y media en el resto del perfil. De manera general, es medianamente poroso, la densidad de raíces es alta, las texturas son francas, tiene una incipiente formación de estructura. En el segundo y tercer horizontes hay evidencias de neoformación de óxidos de hierro y neoformación de arcillas, lo anterior basado en la comparación con el horizonte Cw, que es granito alterado.

El sitio está a 355 msnm, tiene una pendiente de 2°, su capacidad de aireación es mediana y la capacidad de retención de agua disponible es mediana, el drenaje (Kf) es rápido en casi todo el perfil, a excepción del último horizonte, donde disminuye considerablemente; la erosionabilidad es mediana (Tabla 4). En este perfil de suelo el desarrollo de raíces finas ocurre sobre todo en el segundo horizonte (14 - 30 cm), con cierta abundancia en el horizonte superficial también. Las raíces gruesas se encuentran en el horizonte profundo (30 - 84 cm) (Fig. 19). El pH es muy ligeramente ácido en superficie y aumenta con la profundidad hasta moderadamente alcalino (6.9 – 8.2), el perfil tiene en el tercer horizonte un contenido muy bajo de carbonato de calcio secundario (Anexo 1). Tanto el contenido de materia orgánica como el de N total son suficientes (el % de MO es 1.76 en el primer horizonte y 1.9 en el segundo; el contenido de N es de 0.1 %)

(Fig. 19) y la relación C/N es buena (10). La CIC es baja en todo el perfil, en la saturación de cationes el Ca se encuentra en la mayor proporción, seguido del Mg, que tiene porcentajes altos, y luego del K, que tiene concentraciones elevadas en los dos primeros horizontes y son mayores a las de Na, pero en los horizontes a profundidad es al contrario, el K es bajo y el Na aumenta significativamente (Fig. 20). El fósforo disponible es alto en superficie, mediano en el segundo horizonte y bajo en profundidad (Tabla 4). Este suelo tiene cierta acumulación de sales en profundidad, con contenidos moderados (5.6 dS/m), lo que podría provocar una reducción entre el 25 y el 50 % en la producción de uva si ésta es cultivada en pie franco (White, 2003). Sin embargo, el mayor desarrollo de raíces se da en el segundo horizonte, por lo tanto esto no representa un gran riesgo para la planta (Fig. 20), el resto del perfil es no salino a ligeramente salino.

Perfil 3

La parte más baja del GAb (representado por el punto de muestreo P3) está formada por acumulación aluvial asociada al desbordamiento y migración laterales del río, el material es aluvión muy joven (de décadas), casi no hay desarrollo de suelo *in situ*. Su morfodinámica es inestable debido a la acumulación episódica de aluvión. El suelo de este lugar es un *Hypoepialic Fluvisol (Hypereutric, Sodíc, Endoarenic)*, tiene una profundidad de desarrollo de 18 cm y la siguiente secuencia de horizontes: Ap-C₁-C₂-C₃-C₄. Tiene pedregosidad baja y texturas gruesas, estructura disturbada en superficie y de grado débil, agregados de estabilidad moderada y muy bajas, es un suelo no estructurado y de porosidad total baja.

El sitio de muestreo se encuentra a una altitud de 325 msnm y es plano, es muy profundo fisiológicamente, tiene capacidad de aireación mediana a alta y capacidad de retención de agua disponible alta, su permeabilidad (Kf) es mediana a muy alta en profundidad, la erosionabilidad es baja (Tabla 4).

Presenta una densidad de raíces extremadamente alta en el primer horizonte, baja en los dos subyacentes, y ausente en los últimos; la densidad de raíces gruesas es muy baja en todo el perfil (Fig. 19). El pH es muy ligeramente alcalino en superficie y aumenta gradualmente con la profundidad hasta ser fuertemente alcalino (7.08 – 8.5). El valor pH de este suelo indica un riesgo de clorosis: en suelos con pH > 7.5 – 8, la concentración de Fe soluble disponible para la planta disminuye provocando una carencia en este oligoelemento (Reynier, 2005). El contenido

de materia orgánica en el horizonte superficial es bueno (2.22 %), en el segundo disminuye considerablemente (0.86 %); el N se comporta de la misma forma (0.14 y 0.06 % en el primer y segundo horizontes respectivamente) (Fig. 19). La relación C/N señala que la mineralización de la materia orgánica es rápida (9.21 - 8.33).

La CIC es suficiente en superficie, luego mediana y baja en profundidad, esto podría explicar por qué se da en el horizonte superficial el mayor desarrollo de raíces. La saturación de cationes es similar al suelo del perfil P2, los contenidos de K sólo en superficie son elevados, en el resto del perfil tiene concentraciones adecuadas, la saturación de Na en superficie es extremadamente alta (Fig. 20) (16 %), representa un riesgo de sodicidad en el suelo. El contenido de fósforo disponible es alto en superficie y bajo en el resto del perfil (Tabla 4). Tiene un contenido muy alto de sales en el primer horizonte (20.9 dS/m), donde además se localiza la mayor cantidad de raíces. Esas concentraciones de sales pueden provocar la muerte del pie de viña si éste es cultivado en pie franco (White, 2003). En profundidad es un suelo no salino (Fig. 20).

Los análisis indican un desequilibrio potencial para la planta en los horizontes superficiales de este suelo, que es además donde se concentran las raíces finas: desequilibrio en la saturación de cationes, un exceso de Na, N y sales solubles, además de un pH elevado.

Perfil 5

El perfil P5 se localiza en la subunidad de planicie (P). Al igual que el sitio de la observación P3, su morfogénesis se debe a la acumulación aluvial asociada al desbordamiento y migración laterales del río (el suelo de P3 tiene menores posibilidades de modificarse por crecidas del río), el material es aluvión muy joven (aún más que el aluvión del perfil P3). Su morfodinámica es inestable, ya que puede acumular material en caso de eventos de crecida (y no sólo catastróficos) del río. El sitio tiene un suelo de desarrollo incipiente (26 cm), clasificado como *Hypoepialic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic)* y tiene una secuencia de horizontes Ap-C₁-C₂-C₃-C₄-C₅-C₆. Es un suelo con drenaje excesivo, de color heterogéneo, con pedregosidad baja a media y texturas gruesas; estructura de grano simple, los pocos agregados son de grado muy débil. El perfil tiene porosidad total baja, la colonización de raíces es muy irregular, su densidad varía de muy baja a alta. El suelo está básicamente formado por capas de material fluvial que consta de arenas de distinto grosor y paquetes de cantos y piedras depositadas en distintos momentos.

El sitio tiene una altura de 335 msnm y es plano, es fisiológicamente profundo, tiene alta capacidad de aireación y baja disponibilidad de agua, la permeabilidad (Kf) es extremadamente alta y su erosionabilidad es muy baja (Tabla 4).

Presenta una densidad alta de raíces finas en el segundo y tercer horizontes, las gruesas están sobre todo en el tercero (Fig. 19). El pH en superficie es ligeramente alcalino, pero en profundidad es sobre todo fuertemente alcalino (7.5 – 8.9). El valor pH de este suelo indica un riesgo de clorosis, provocado por una baja disponibilidad de Fe. El perfil tiene un contenido muy bajo de carbonato de calcio secundario (Anexo 10). El suelo es muy pobre en materia orgánica (0.39 a 0.16 %), la cantidad es insuficiente y con el N sucede lo mismo (0.04 a 0.02 %) (Fig. 19). La relación C/N indica una rápida mineralización de la materia orgánica (5.63 a 4.5). Si el N es deficiente en el suelo, la fertilidad de la planta se reduce y por lo tanto también la producción y la concentración de N en las uvas será insuficiente para asegurar una fermentación del mosto sin problemas (White, 2003; Ribéreau-Gayon *et al.* 1998, Tome 1). A pesar de estos niveles de materia orgánica y N, no se observaron en campo signos de deficiencias en las plantas.

La CIC es muy baja en todo el perfil, en la saturación de cationes, el Ca y el K están en buena proporción y ambos disminuyen con la profundidad, las saturaciones tanto de Mg como de Na son altas y aumentan con la profundidad (Fig. 20). El contenido de fósforo disponible es bajo en superficie y muy bajo en profundidad (Tabla 4). En general es un suelo no salino, sin embargo acumula sales en superficie (4.6 dS/m, concentración moderada) (Fig. 20).

4.4.3 Catena 2 El Milagro/El Encinal

Esta catena se describe por los puntos de muestreo P6, P7 y P9; está formada por las subunidades de GAa y GAb. Los perfiles P7 y P9 caracterizan la zona del valle El Milagro: P9 la parte media del GAa y P7 la parte alta del GAb. La observación en campo P6 representa a otro sitio del valle, El Encinal I, y a la parte baja de la subunidad GAb. Se decidió unir estos tres perfiles en una misma catena por las similitudes entre los suelos y el material parental al que están asociados, el cual muy probablemente es roca metasedimentaria. El Milagro es la única zona muestreada no cultivada en el momento de las observaciones, sin embargo se consideraba plantar vid en el futuro. El GAa del Milagro tiene una inclinación de 3° y una exposición nor-

noreste. Tanto el GAb del Milagro como del Encinal I se consideran planos (Fig. 21). Todos los suelos de esta catena son fisiológicamente profundos y tienen un buen drenaje (Tabla 5).

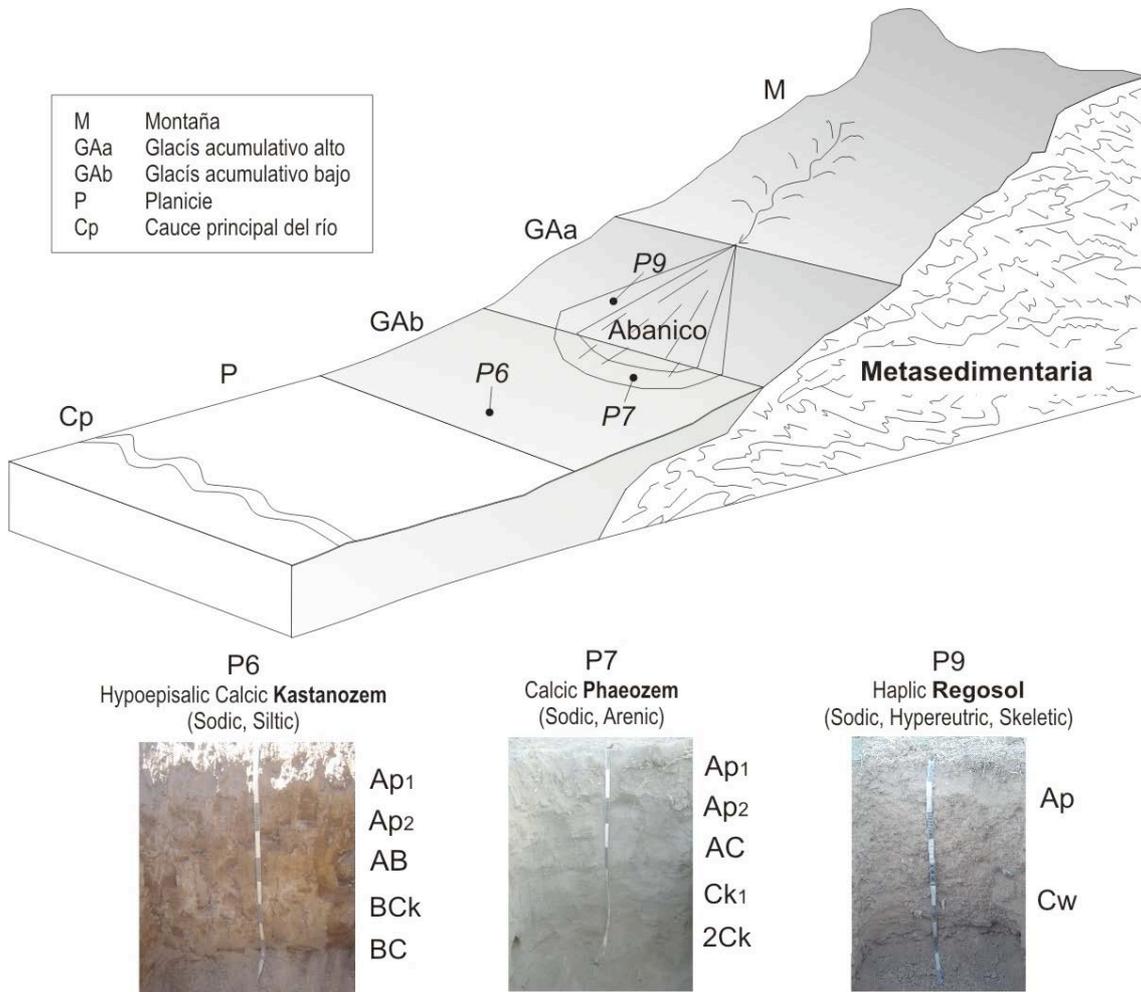


Figura 21. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 2 El Milagro/El Encinal. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

Perfil 9

El P9 se ubica en el GAa, en una geoforma caracterizada por el proceso de acumulación coluvio-aluvial de materiales gruesos y se hace la suposición que el material es joven dado el incipiente desarrollo del perfil. Se observaron indicios de erosión laminar, esto podría ser la razón de la alta pedregosidad en superficie que se estimó en 50 %. El sitio está a 350 msnm, el suelo se clasificó como *Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap-Cw. El suelo tiene pedregosidad alta, texturas arcillosas, es poco estructurado, la densidad de raíces es

baja a muy alta. El perfil es medianamente poroso, con buen drenaje y tiene buena acumulación de materia orgánica, es un sitio que estuvo cultivado con cereales durante el año 2004.

El suelo tiene capacidades de aireación y de retención de agua disponible y erosionabilidad bajas, es fisiológicamente profundo, la permeabilidad es alta en superficie y muy alta a profundidad (Tabla 5). Presenta una densidad alta de raíces finas y ausencia de raíces gruesas (Fig. 22). El pH es muy ligeramente ácido en superficie y ligeramente alcalino en el segundo horizonte (6.7 – 7.6). Los contenidos de materia orgánica y de N son suficientes para el cultivo de la vid (1.7 % y 0.09 % respectivamente) (Fig. 22) y tiene una buena relación C/N (10.9). La CIC es mediana y la saturación de cationes es desproporcionada: la cantidad de Ca es baja, sobre todo en superficie, la de Mg es alta, la de K es muy alta en superficie y correcta en profundidad; y la saturación de Na es alta (Fig. 23). La relación K/Mg es cercana a la unidad (0.83), lo que podría provocar una deficiencia de Mg en las plantas inducida por el K, aún si el Mg ocurre en altas concentraciones. De cualquier forma, el sitio no está cultivado. El fósforo disponible es mediano en superficie y bajo en profundidad (Tabla 5). Es un suelo ligeramente salino en superficie y no salino en profundidad (2 y 0.3 dS/m respectivamente) (Fig. 23).

Tabla 5. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 2 El Milagro/El Encinal.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P9	9	3.5 - 4	78.53	236.48	40 - 300	0.12	23.84 (64.34%)	9.70 (26.18%)	1.93 (5.22%)	1.58 (4.27%)	0.88	0.05	8.7 - 14.7
P7	9.4	7.5 - 16	141.74	208.46	10 - 100	0.38	174.22 (82.09%)	29.43 (13.87%)	3.32 (1.57%)	5.27 (2.48%)	6.38	0.37	0.5 - 19
P6	8.6	7 - 8.5	194.22	287.54	10 - 100	0.30	244.63 (75.29%)	53.96 (16.61%)	6.27 (1.93%)	20.06 (6.17%)	16.14	0.76	0.365 - 38.5

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en por ciento de la suma de cationes intercambiables.

Perfil 7

La parte media del GAb está representada por el perfil P7. Esta parte del GAb es una unidad acumulativa de material fino coluvio-aluvial. El sitio de muestreo es parte de un abanico aluvial, que se desarrolla y ubica principalmente en el GAa. Sin embargo, el mismo material que lo forma se desplaza hasta la subunidad de GAb. Se considera penestable, ya que puede recibir aporte aluvial del río (o del arroyo que baja de la montaña), en eventos de lluvia extraordinarios. El suelo se clasificó como *Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-AC-Ck₁-2Ck y una profundidad de desarrollo de 54 cm. Es de color homogéneo, café

grisáceo, con pedregosidad baja en superficie y media en profundidad, texturas franco-arenosas, es un suelo medianamente estructurado, de grado moderado en general. El perfil tiene porosidad total baja, la densidad de raíces es baja a muy alta; los procesos pedogenéticos importantes que suceden son la incipiente formación de estructura y la acumulación de carbonato de calcio secundario, esta última característica se consideró para asignarle el horizonte de diagnóstico cálcico; tiene además una acumulación importante de humus, por lo que el horizonte superficial se clasificó como mólico.

El sitio está a 330 msnm y es plano, tiene capacidad de aireación mediana y capacidad alta de retención de agua disponible, el drenaje (Kf) es mediano y tiene una erosionabilidad mediana (Tabla 5). La mayor densidad de raíces finas se encuentra entre los 8 y los 24 cm de profundidad, no se observaron raíces gruesas en el perfil (Fig. 22). Los valores de pH van de ligeramente alcalinos en superficie y aumentan hasta fuertemente alcalinos con la profundidad (7.7 – 8.9). La acumulación de carbonato de calcio secundario se presenta en todo el perfil y aumenta con la profundidad (concentración de muy baja a media) (Anexo 1). La materia orgánica es suficiente y disminuye en profundidad (1.24 - 0.93 %). El contenido de N está en buena concentración en superficie (0.08 %) y disminuye en el tercer horizonte (0.05 %) (Fig. 22) y la relación C/N es correcta en los horizontes orgánicos (10). La CIC es suficiente en casi todo el perfil y a profundidad es alta, la saturación de cationes es dominada por el Ca, con concentraciones aproximadamente correctas en todo el perfil, seguida del Mg, con cantidades un poco por arriba de las recomendadas, luego el K, tiene concentraciones correctas en superficie pero disminuye en los últimos dos horizontes; el Na no es alto en superficie pero aumenta un poco con la profundidad (Fig. 23). La cantidad de fósforo disponible es baja en casi todo el perfil y mediana en el último horizonte (Tabla 5). El suelo tiene salinidad ligera en algunos estratos del perfil (1.7 - 3.1 dS/m) (Fig. 23).

Este sitio no está cultivado, en caso de proyectos a futuro de plantación es necesario mencionar que posiblemente la principal limitante para el cultivo de la vid es el pH relativamente alto, que indica un riesgo de clorosis.

Catena 2 El Milagro/Encinal

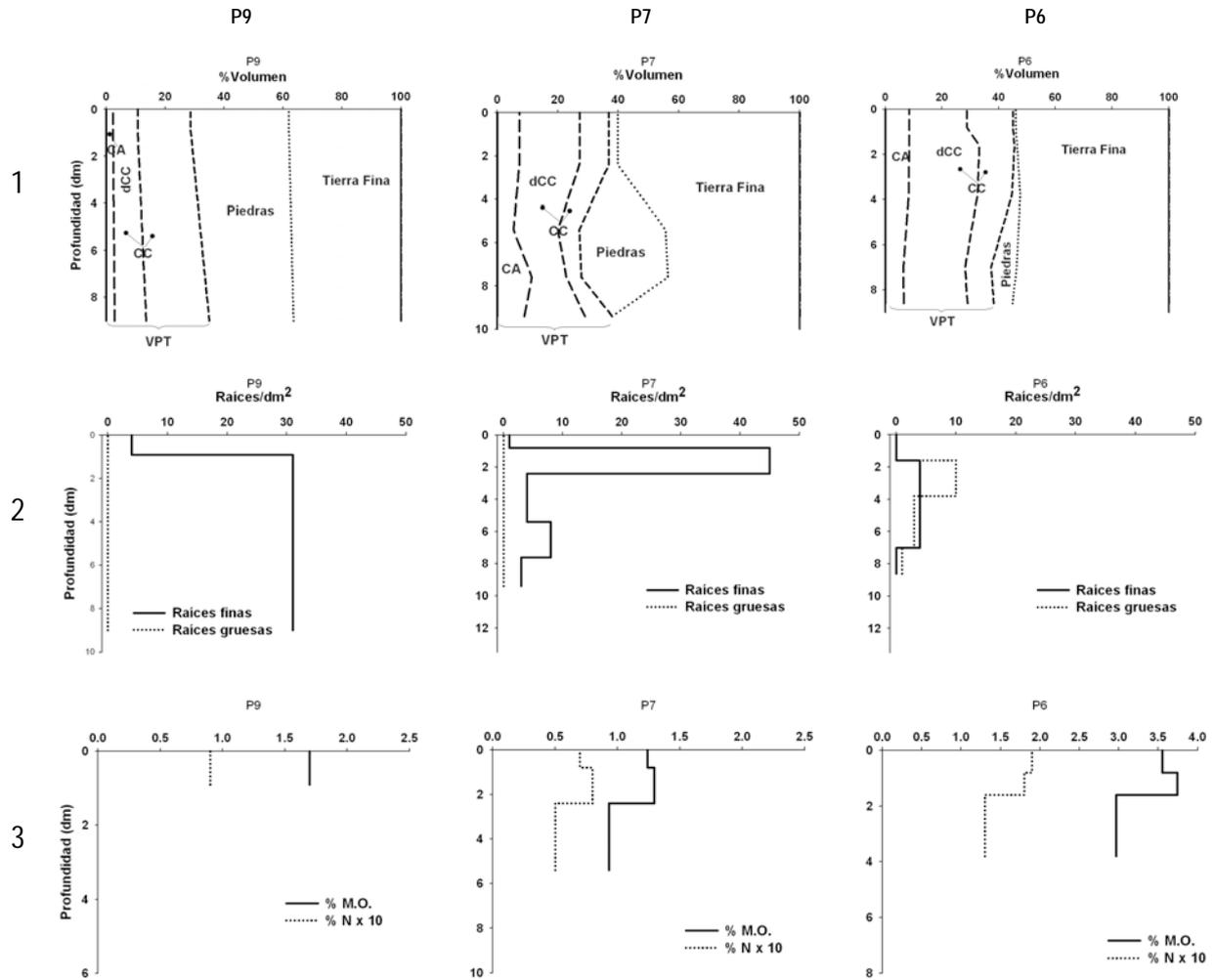
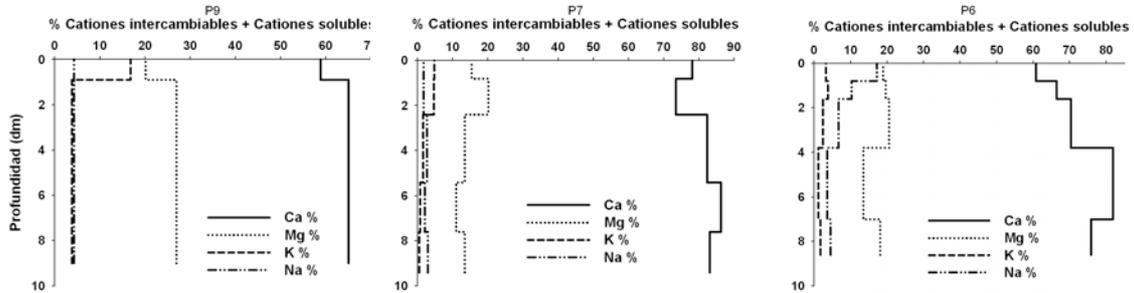


Figura 22. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo.

Catena 2 El Milagro/Encinal

4



5

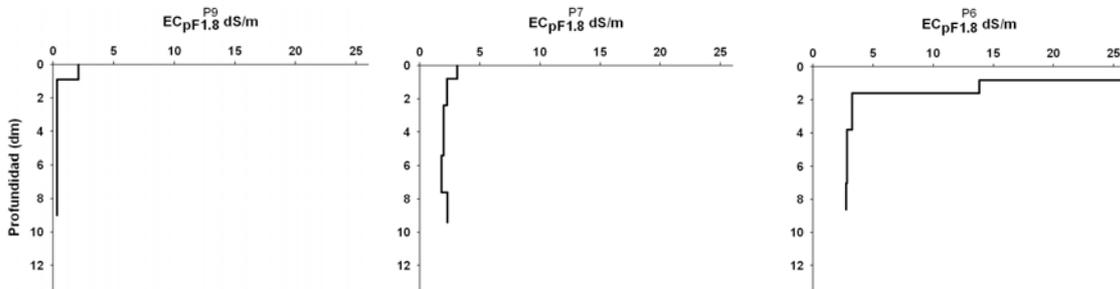


Figura 23. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

Perfil 6

El perfil P6 se realizó en una zona plana de acumulación y clasificada como GAb. Tiene la misma morfogénesis que el sitio de muestreo P7 y es un sitio estable. El suelo es un *Hypoepialic Calcic Kastanozem (Sodic, Silty)*, tiene una profundidad de desarrollo de 86 cm y una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-AB-BcK-BC; con pedregosidad muy baja y texturas franco-limosas, el suelo es medianamente estructurado, los agregados son sobre todo de grado moderado-fuerte. El perfil tiene porosidad total mediana, el drenaje es moderado, la colonización de raíces es pobre y su densidad es baja. La acumulación importante de humus es lo que define el tipo de suelo, esta característica le confiere un horizonte superficial mólico, además tiene también un horizonte de diagnóstico cálcico debido a la acumulación de carbonato de calcio secundario. El proceso de formación de estructura en este suelo empieza a ser importante.

El sitio está a 332 msnm, es fisiológicamente profundo, tiene capacidad de aireación mediana y la capacidad de retención de agua disponible es alta, la permeabilidad (Kf) y la erosionabilidad son medianas (Tabla 5). Presenta una densidad baja de raíces finas, con la mayor densidad en el tercer y cuarto horizontes, las raíces gruesas se encuentran sobre todo en el segundo horizonte (Fig. 22). El pH es muy ligeramente alcalino a moderadamente alcalino y aumenta de manera regular con la profundidad (7.3 – 8.5). La acumulación de carbonato de calcio secundario está en el horizonte superficial y en los últimos dos, con contenidos de muy bajas a medios (Anexo 1). El porcentaje de materia orgánica es bueno para este tipo de clima y de cultivo (3.74 – 2.97 %) al igual que el N (0.19 – 0.13 %) (Fig. 22). La mineralización de la materia orgánica es lo suficientemente rápida (10.84 – 13.23). La CIC es alta, la saturación de Ca tiene una proporción correcta, la de Mg es elevada, la del K es baja, con esta CIC su porcentaje de saturación debe ser de 5; el Na ocurre en cantidades muy elevadas, sobre todo en superficie (Fig. 23). El contenido de fósforo es bueno, varía de muy alto en superficie a bajo en profundidad (Tabla 5).

Este suelo tiene varias limitantes:

- acumula cantidades importantes de sales en superficie, su salinidad es alta y muy alta, en profundidad es ligera (25.7 – 2.7 dS/m), estas concentraciones de sales podrían matar la viña si se cultiva en pie franco (White, 2003) (Fig. 23) sobre todo si continúan concentrándose en profundidad, donde estarían en contacto con las raíces;

- el Na en los primeros 16 cm del suelo tiene porcentajes de saturación muy elevados (17 - 10 %), indican un riesgo de sodicidad en el suelo (White, 2003);
- a partir de los 16 cm de profundidad, el pH de este suelo indica un riesgo de clorosis.

A pesar de todo lo anterior no se observaron en campo signos de deficiencias en las plantas, tal vez sólo un exceso en el vigor (sería necesario realizar análisis en la uva para conocer el efecto posible de las limitantes arriba mencionadas).

Los sitios P6 y P7 parecen estar genéticamente asociados, lo cual fue la razón para relacionarlos en una misma catena: ambos tienen un horizonte mólico así como uno cálcico, aunque el suelo del perfil P6 está más desarrollado; además están asociados a materiales parentales similares (roca metasedimentaria).

4.4.4 Catena 3 Valle de Calafia 2

Los suelos de esta catena tienen como material parental rocas graníticas. Los puntos de muestreo sólo describen la subunidad de GAa. Esta catena puede considerarse como la transversal de la catena 1 Valle de Calafia 1, por lo que puede ser complementada con ella. Los perfiles que la describen son el P12 en la parte media y el P8 en la parte baja, el sitio está expuesto al sureste y tiene una pendiente de alrededor de 6° (Fig. 24).

Perfil 12

El sitio de muestreo del perfil P12 se sitúa sobre un abanico, en una unidad de acumulación coluvio-aluvial muy reciente y episódica. El proceso activo es la acumulación de material ocasional. Según las observaciones hechas en campo, este perfil parece haberse formado en dos momentos: una primera etapa de desarrollo de un horizonte Bw, y posteriormente, un segundo periodo durante el cual se cubrió el horizonte Bw con coluvión (edad aproximada de décadas), la razón de este diagnóstico es porque este horizonte superficial muestra poco desarrollo pedogenético. El suelo de este sitio se clasificó como *Colluvic Thapotocambic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endochromic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap-AC-2Bw-2BC, una profundidad de desarrollo de 34 cm, el sitio de muestreo está a 385 msnm y es una parte plana dentro de la pendiente, esta última de exposición sureste. El perfil tiene texturas

gruesas, una incipiente formación de estructura y baja porosidad total, la densidad de raíces es muy baja; hay material coluvial que sepulta a un suelo con un horizonte cámbico de color naranja, el cual muestra evidencias de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales.

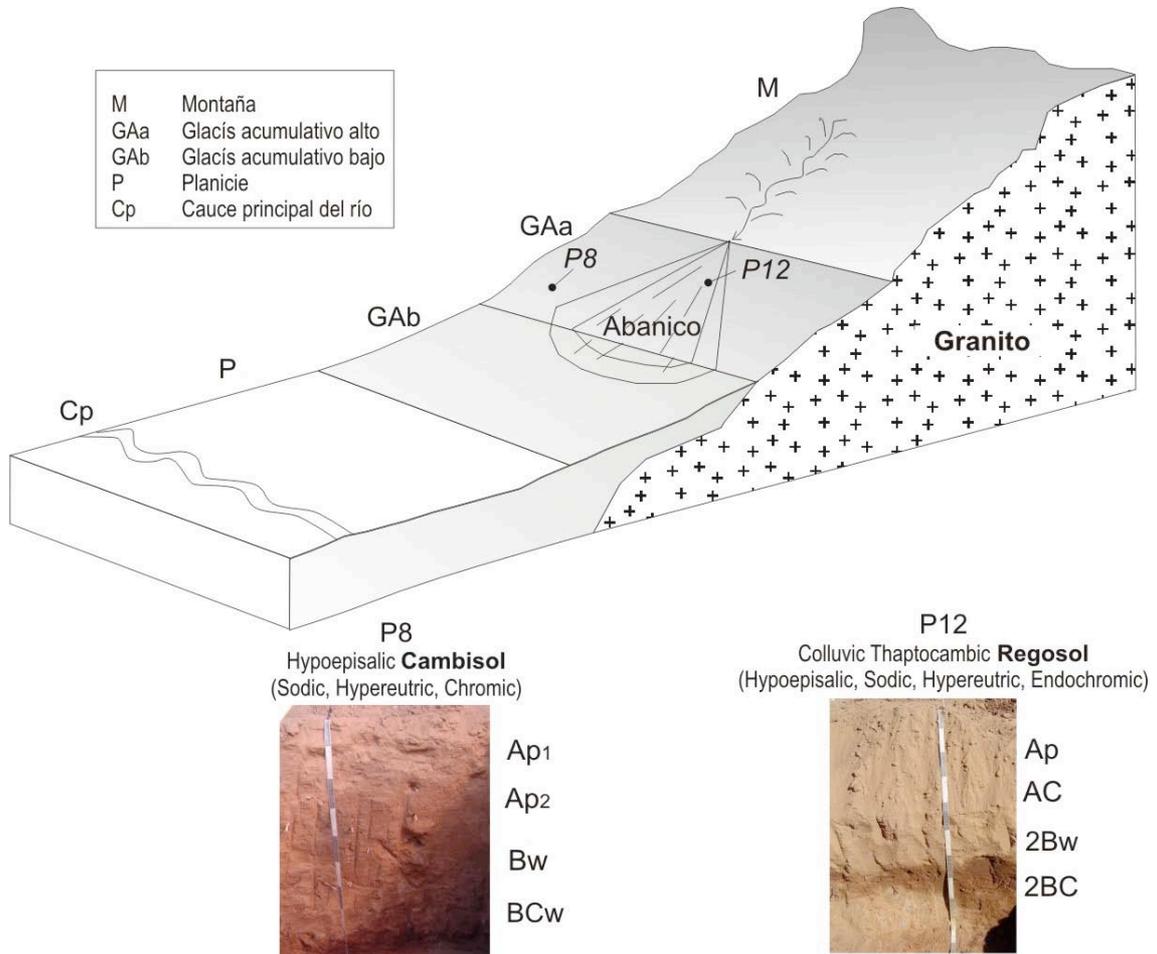


Figura 24. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 3 Valle de Calafia
 2. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

Es un suelo fisiológicamente profundo, con capacidad de aireación mediana a baja, capacidad alta de retención de agua disponible, el drenaje es bueno a moderado, con erosionabilidad mediana (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 3 Valle de Calafia 2.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P12	10.7	3 - 7	149.9	296.77	1 - 100	0.36	70.35 (67.64 %)	20.26 (19.49 %)	6.73 (6.47 %)	6.65 (6.40 %)	10.72	0.70	1.8 - 22.1
P8	10	3.5 - 9	149.28	302.10	10 - 100	0.50	47.56 (60.19 %)	21.91 (27.73 %)	2.37 (3.00 %)	7.17 (9.08 %)	2.32	0.15	3.7 - 14.6

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en porciento de la suma de cationes intercambiables.

El suelo tiene muy pocas raíces tanto finas como gruesas, las finas se encuentran entre los 34 y 77 cm de profundidad y las gruesas entre los 64 y 77 cm de profundidad (Fig. 25). El pH del suelo es muy ligeramente ácido en superficie y aumenta con la profundidad hasta convertirse en moderadamente alcalino (6.8 – 8.1). Tiene suficiente acumulación de materia orgánica que disminuye con la profundidad (1.5 – 0.8 %), el N es ligeramente alto en superficie y disminuye en el segundo horizonte (0.1 – 0.05 %) (Fig. 25), la relación C/N es en general buena (9).

Este suelo tiene una CIC mediana. En cuanto a la saturación de cationes intercambiables, el Ca tiene una buena concentración aunque disminuye un poco con la profundidad, el Mg y el Na tienen altas concentraciones y ambas aumentan con la profundidad (el Na empieza a ser excesivo en el último horizonte), la cantidad de K es alta en superficie y correcta en profundidad (Fig. 26). Sin embargo, a pesar de la alta concentración de K en superficie, la relación K/Mg es cercana a 0.5, lo que indica una buena proporción de estos nutrientes. La concentración de fósforo es alta en superficie y baja en el resto del perfil (Tabla 6), tiene una salinidad moderada en el primer horizonte (7.7 dS/m) y ligera en los demás (Fig. 26).

Perfil 8

Sobre este mismo GAa, en un sitio ubicado más abajo, a 368 msnm, se encuentra el sitio de muestreo P8. La pendiente es de 6° y la exposición es sur-sureste. Este sitio se formó por acumulación coluvio-aluvial, es estable y se conforma principalmente de coluvión fino y joven. El proceso activo que se observó fue el de erosión laminar. El suelo es un *Hypoepisalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)*, con profundidad de desarrollo de 97 cm y una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-Bw-BCw, muy probablemente este suelo es el equivalente a la parte sepultada de P12. Tiene texturas francas (gruesas y finas), baja porosidad total, densidad baja de raíces, es un suelo bien estructurado, con buen drenaje y, al igual que P12, muestra evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo.

Catena 3 Valle de Calafia 2

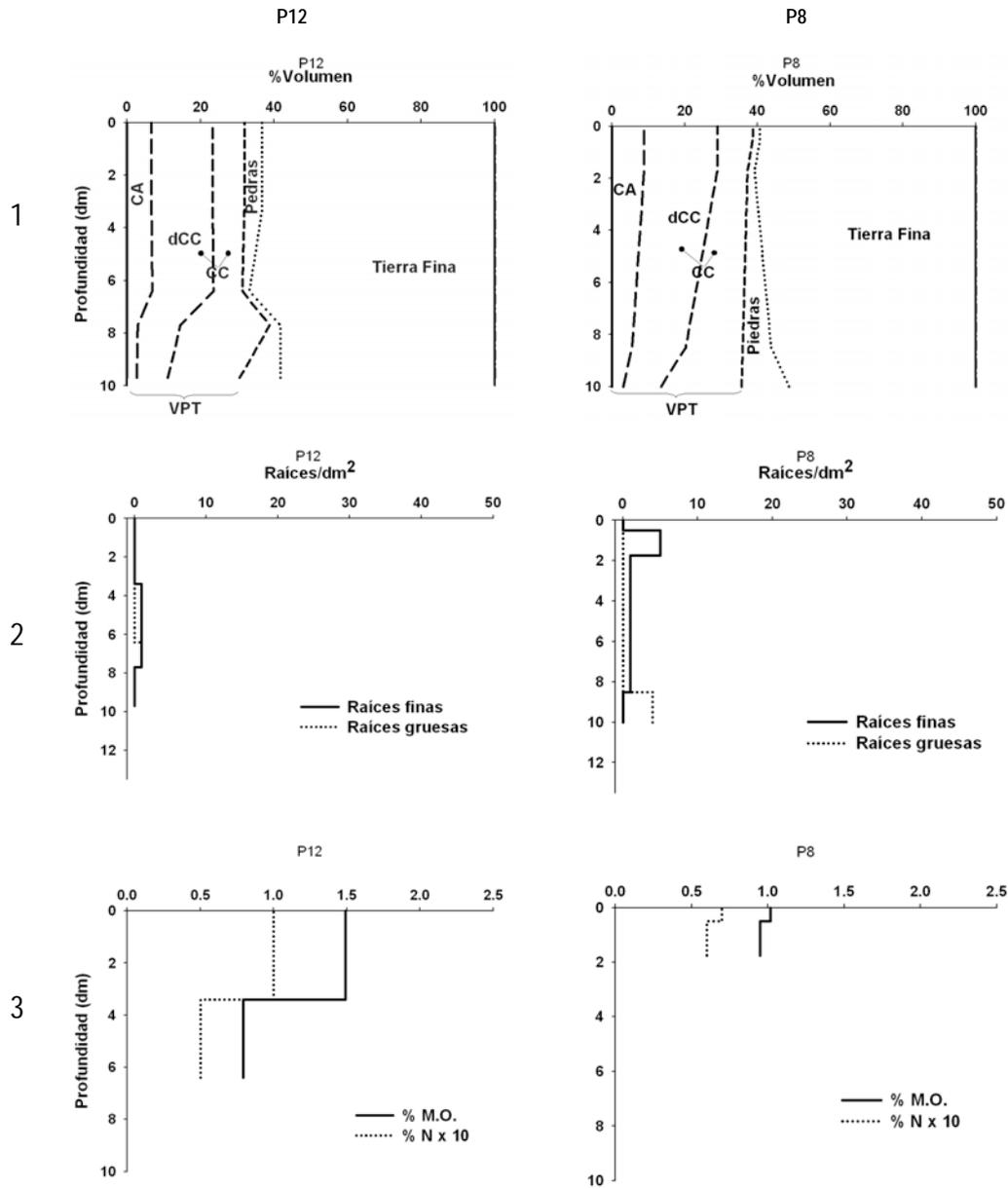


Figura 25. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo.

Catena 3 Valle de Calafia 2

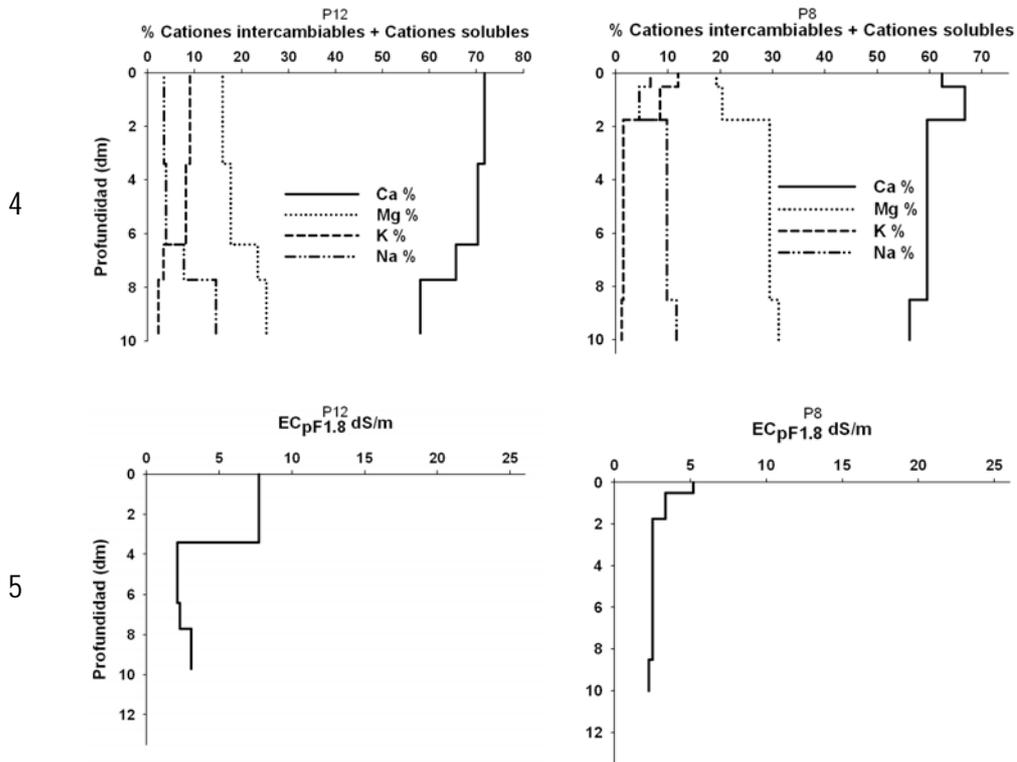


Figura 26. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

Las raíces finas se encuentran sobre todo en el segundo horizonte y las gruesas en el último (Fig. 25). Por lo demás, este perfil tiene las mismas características que el suelo de P12, a excepción del contenido de materia orgánica (1.02 %) y de N (0.07), que son ligeramente más bajos pero suficientes (Fig. 25), y del fósforo que tiene concentraciones medianas en superficie y bajas en profundidad (Tabla 6) (Figuras 25 y 26).

4.4.5 Catena 4 Las Bellotas

Esta catena se ubica al interior del valle, la parte más noroeste y estrecha, donde sólo se distinguen las subunidades de GAa y planicie (P) (Fig. 3, Cap. 3 y Anexo 1). Los puntos de muestreo para describirla son: P14 en parte alta del GAa, P13 en la parte media del GAa y P11 y P10 en la planicie (P) (Fig. 27).

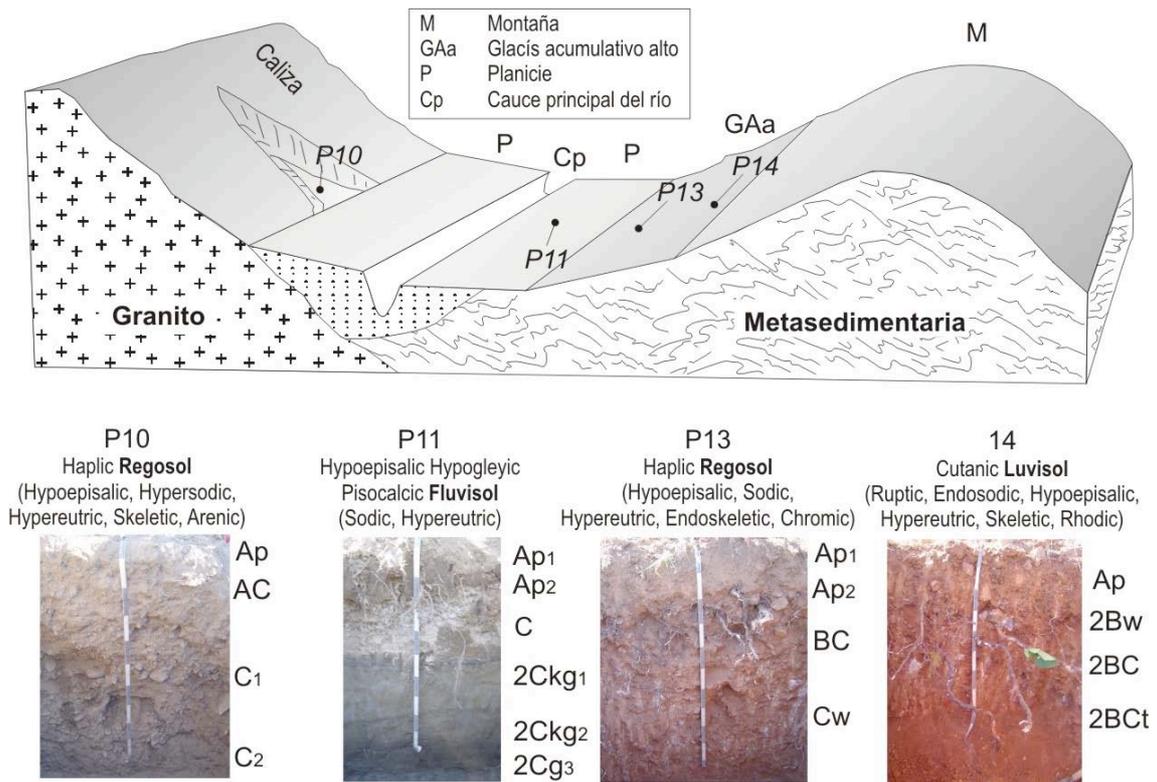


Figura 27. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 4 Las Bellotas.

Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo. Valle confinado por laderas de pizarra, los niveles freáticos pueden aumentar y afectar estacionalmente el perfil del suelo.

Perfil 14

El perfil de suelo P14 tiene como material parental rocas metasedimentarias saprolitizadas. El sitio está a 395 msnm, tiene una pendiente de 8° y una exposición nor-noroeste. Esta ladera parece estar formada por acumulación coluvial episódica, el coluvión es muy grueso. El sitio tiene una capa superficial de material que cubre a un *Luvisol*, éste parece haber sido estable, así lo indica el proceso de iluviación de arcillas que se presenta como un proceso característico. Los

procesos activos son erosión laminar y pluvial, el sitio es penestable. El suelo de este GAa se clasificó como *Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic, Hypoepisalic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic)*, con una secuencia de horizontes Ap-2Bw-2BCt₁-2BCt₂. Es un suelo con profundidad de desarrollo de 85 cm, porosidad total mediana, con colonización de raíces irregular y de densidad alta a muy baja, con texturas finas, pedregosidad importante, el procesos pedogenético de iluviación de arcillas es medianamente desarrollado, mientras el de formación de estructura es importante.

El suelo de este perfil es fisiológicamente profundo, tiene una capacidad de aireación baja, capacidad de retención de agua disponible baja, un buen drenaje, una muy baja erosionabilidad, sin embargo, el terreno está sujeto al proceso de erosión laminar y pluvial debido a la inclinación y al tipo de textura y estructura en superficie (Tabla 7).

Tabla 7. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 4 Las Bellotas.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kq/m ²)	N Total (ka/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P14	8.5	3.5 - 9.5	70.23	207.80	10 - 300	0.08	143.85 (81.90 %)	22.72 (12.94 %)	2.06 (1.17 %)	7.01 (3.99 %)	3.31	0.18	1.55 - 9.6
P13	2	3.5 - 5.5	52.42	163.61	40 - 300	0.17	49.24 (69.55 %)	14.48 (20.45 %)	1.99 (2.81 %)	5.08 (7.18 %)	3.68	0.20	2.9 - 32.6
P11	3	7 - 22	249.11	359.46	10 - 100	0.34	201.40 (78.48 %)	41.16 (16.04 %)	2.80 (1.09 %)	11.25 (4.38 %)	4.52	0.29	3.8 - 67.3
P10	11.5	11 - 21	103.20	144.20	40 - 300	0.20	19.30 (62.27 %)	6.96 (22.45 %)	1.31 (4.23 %)	3.42 (11.04 %)	1.18	0.08	5.8 - 17.6

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en por ciento de la suma de cationes intercambiables.

La mayor densidad de raíces está entre los 18 y los 35 cm de profundidad (Fig. 28), el pH es homogéneo en todo el perfil, es ligeramente alcalino (7.5). Los primeros dos horizontes tienen carbonato de calcio secundario, el contenido es muy bajo. El porcentaje de materia orgánica es bueno en el horizonte superficial y en el segundo horizonte es suficiente (2.06-1.02 %) (Fig. 28); la relación C/N es buena (11 - 10). Con esta tasa de mineralización y con este contenido de materia orgánica se satisfacen las necesidades de la vid en N, que se evaluó como bueno en superficie (0.11 %) y ligeramente bajo en el segundo horizonte (0.06 %) (Fig. 28). Al contrario, el fósforo es bajo en todo el perfil (Tabla 7). La CIC es excesivamente alta en el horizonte superficial y suficiente en el resto del perfil; la saturación de cationes del primer horizonte es muy diferente del resto del perfil, el Ca es muy alto, el Mg está en buena proporción y el K es muy bajo. A profundidad el Ca tiene concentraciones ligeramente bajas a las recomendadas y disminuye con la profundidad, la cantidad de Mg es muy alta y aumenta con la profundidad, el K

tiene una concentración baja y también disminuye con la profundidad y el Na tiene concentraciones importantes y aumenta con la profundidad (Fig. 29).

Este suelo tiene una salinidad moderada (6.5 dS/m) en superficie, lo que podría provocar una disminución entre el 25 y el 50 % de la producción si la vid está plantada en pie franco (White, 2003) (Fig. 29). La limitante principal de este suelo es el desequilibrio de nutrientes, sobre todo la deficiencia en K y P, además de las capacidades bajas de aireación del suelo y de disponibilidad de agua para las plantas, la alta pedregosidad y una inclinación importante.

Perfil 13

El perfil 13 se encuentra en el mismo GAa que P14, en un sitio más abajo, a 377 msnm y con una pendiente de 3-5°, y tiene prácticamente la misma morfogénesis que P14: acumulación coluvial episódica y el coluvión es muy grueso; la diferencia con P14 es que el coluvión es más joven. También está sujeto a erosión laminar y pluvial. El suelo se clasificó como *Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sodíc, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic)*, con una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-CB-Cw. Es un suelo con profundidad de desarrollo de 48 cm, tiene una barrera física por alta pedregosidad (>50 %) a partir de los 20 cm. Sin embargo, ésta no parece disminuir su profundidad fisiológica ya que la mayor densidad de raíces tanto finas como gruesas se encuentra entre los 20 y 48 cm de profundidad. El suelo es de color homogéneo, con alta pedregosidad, porosidad total mediana, texturas finas y medianas y bien estructurado.

Las capacidades de aireación y de retención de agua disponible para este suelo, así como el drenaje, son muy semejantes a las de P14, éste tiene baja erosionabilidad, pero el terreno también está sujeto al proceso de erosión laminar y pluvial debido a la inclinación (Tabla 7).

El pH de este suelo varía de ligeramente alcalino a moderadamente alcalino (7.4 – 8.2); las cantidades de carbonato de calcio secundario (Anexo 1), de materia orgánica y N (Fig. 28), así como la relación C/N son muy similares a las del P14, el N en este caso es aún más elevado (0.12 %). La CIC es suficiente, la saturación de cationes está dominada por el Ca; el Mg y el Na tienen altas concentraciones, este último sobre todo en el horizonte superficial. La saturación del K en el primer horizonte es de 0 % y en este mismo horizonte hay cierta densidad de raíces finas (Fig. 29), lo que podría provocar una deficiencia en este elemento para la planta. Sin embargo,

Catena 4 Las Bellotas

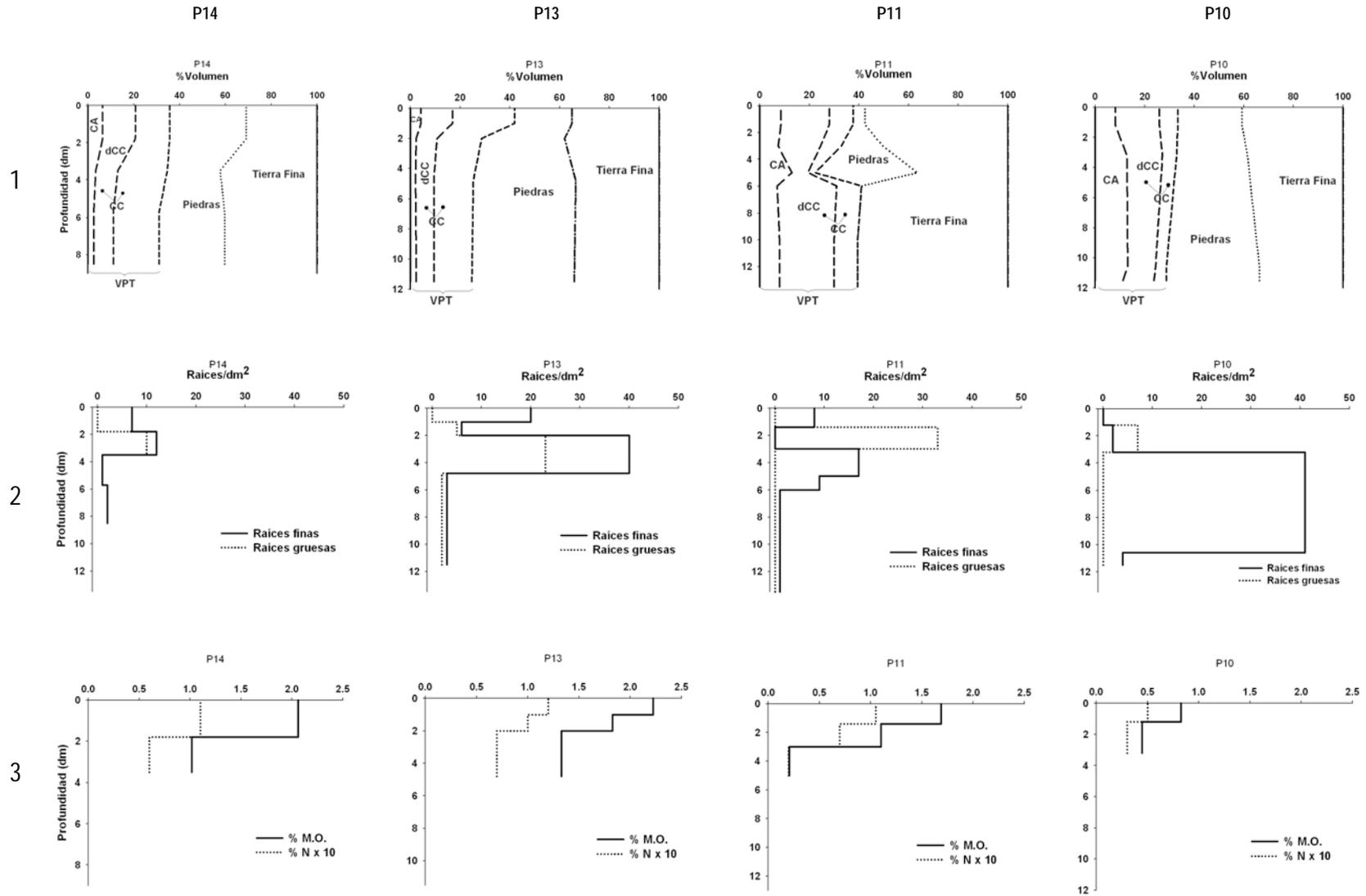


Figura 28. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo.

Catena 4 Las Bellotas

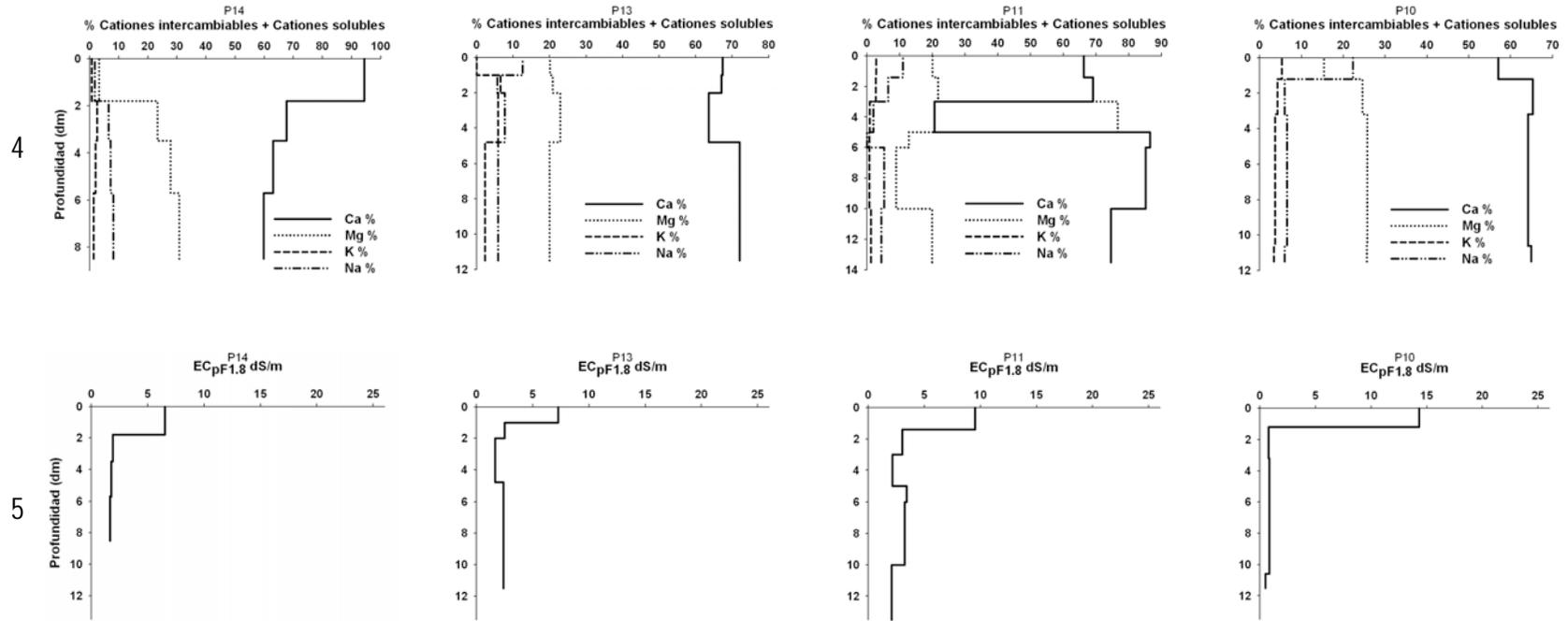


Figura 29. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

en profundidad el K tiene concentraciones suficientes para abastecer a la vid (la más alta densidad de raíces está entre los 20 y 48 cm de profundidad). El fósforo tiene una concentración muy alta en superficie y disminuye gradualmente con la profundidad (Tabla 7).

Este suelo acumula sales en la misma proporción que P14 (Fig. 29), además empieza a acumular de manera importante Na en superficie, tiene bajas capacidades de aireación y de retención de agua disponible, una alta pedregosidad y cierto desequilibrio en la saturación de cationes en superficie.

Perfil 11

La planicie (P) de este valle está representada por el perfil P11. La zona es plana y se encuentra a una altitud de 374 msnm. La geoforma tiene su origen en depósitos de la llanura aluvial, y sigue sujeta al proceso activo de depósitos por inundación episódica del río, el sitio es inestable. Este es el único perfil del estudio que mostró rasgos gléicos, producidos por condiciones cambiantes de óxido-reducción debido a fluctuaciones del nivel freático. Una posible explicación a lo anterior es la siguiente: si este valle se considera confinado por las laderas que son de roca metasedimentaria con baja permeabilidad (Fig. 27), el depósito aluvial está también confinado, los niveles freáticos pueden aumentar fácilmente y afectar estacionalmente al perfil del suelo. Esta misma característica podría limitar la profundidad fisiológica del suelo, sin embargo, se encontraron raíces finas desde la superficie y hasta los 60 cm de profundidad.

Es un suelo con una profundidad de desarrollo de 30 cm, tiene una discontinuidad litológica a los 50 cm de profundidad, donde material aluvial sepulta a un suelo anterior con un patrón de coloración gléico, es decir presencia de manchas y motas difusas de coloraciones naranja dentro de una matriz de color grisáceo es poco poroso, moderadamente estructurado, con drenaje moderado, con cambios drásticos en la textura en los distintos horizontes, la densidad de raíces varía mucho de muy baja a muy alta.

El suelo se clasificó como *Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric)*, tiene una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-C-2Ckg₁-2Ckg₂. Es un perfil altamente heterogéneo en todos los sentidos. El suelo tiene capacidad de aireación mediana, una muy alta capacidad de agua disponible, una permeabilidad mediana (es un sitio que se anega en caso de eventos

extraordinarios de lluvias abundantes, está cercano al cauce principal del río), su erosionabilidad es mediana (Tabla 7).

La mayor cantidad de raíces en este perfil es de raíces gruesas y se encuentran en el segundo horizonte del suelo. Las raíces finas son menos abundantes y la mayor densidad ocurre entre los 30 y 50 cm de profundidad (Fig. 28). El pH varía entre ligeramente alcalino y moderadamente alcalino (7.6 – 8); tiene alto contenido de carbonato de calcio secundario entre los 50 y 100 cm de profundidad (Anexo 1), lo que le confiere el prefijo de cálcico en la clasificación de suelos. Tiene suficiente materia orgánica en los dos primeros horizontes (1.69 a 0.21 %), y disminuye en profundidad; tiene una buena relación C/N (9 a 6) para asegurar el aporte en N, éste es ligeramente alto en el primer horizonte (0.11 a 0.02 %) y disminuye con la profundidad (Fig. 28). La CIC es suficiente en la mayor parte del perfil. De manera general, en la saturación de cationes, el Ca tiene una buena concentración, el Mg es alto y el K es bajo. Esto pudiera indicar una deficiencia de este nutriente para la planta. Para este suelo, con esta CIC, el K debe modificarse a 4 % de saturación (Reynier, 2005). El Na se acumula de manera importante en superficie y su concentración disminuye con la profundidad (Fig. 29). El tercer horizonte tiene un marcado desequilibrio en la saturación de cationes, el Ca es extremadamente bajo y el Mg es extremadamente alto. La concentración de fósforo varía mucho en el perfil, su concentración es muy alta (en superficie), alta y baja (Tabla 7). Presenta una alta acumulación de sales en superficie (9.5 dS/m) y ligera en el resto del perfil (con un comportamiento similar a P13 y P14) (Fig. 29).

Las principales limitantes de este suelo son el drenaje, que puede ser deficiente durante algunas épocas; la baja disponibilidad y el desequilibrio de nutrientes, sobre todo en el horizonte donde se encuentra la mayor densidad de raíces finas; y la acumulación de sales (Figuras 28 y 29), que representa un riesgo si empiezan a acumularse más a profundidad, en contacto con las raíces, porque podría provocar una disminución en más del 50 % de la producción si la vid no ha sido injertada (White, 2003) con una especie tolerante.

Perfil 10

El perfil P10 está también situado en la subunidad de planicie (P), pero éste se encuentra en un barranco del valle asociado a un GAa, donde el material parental es roca caliza en contacto con

granodiorita (Fig. 25). Este sitio se formó por lo tanto por el depósito coluvio-aluvial del abanico. El coluvión es muy joven y grueso, el sitio es penestable a inestable por acumulación, tiene carbonatos de calcio secundarios pero en cantidades muy bajas (Anexo 10). El sitio está a 386 msnm y es plano, es un suelo clasificado como *Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hypersodic, Hypereutric, Skeletic, Arenic)*, con una secuencia de horizontes Ap-AC-C₁-C₂, tiene una profundidad de desarrollo de 32 cm. El perfil tiene color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y mal estructurado, tiene porosidad total mediana y su drenaje es excesivo, la colonización de raíces es irregular y su densidad varía entre muy baja y muy alta.

Es fisiológicamente profundo, su capacidad de aireación es alta, la capacidad de retención de agua disponible es mediana, es muy permeable (Kf) y su erosionabilidad es baja (Tabla 7). Las raíces finas dominan en la mayor parte de este perfil, están presentes entre los 32 y 106 cm de profundidad, las raíces gruesas son pocas y se localizan en el segundo horizonte (Fig. 28). El pH de este suelo es moderadamente alcalino (7.6 – 8.1), los contenidos de materia orgánica (0.83 - 0.45 %) y de N (0.05 %) son insuficientes (Fig. 28), aún para suelos vitícolas en regiones semi-áridas; tiene una buena relación C/N (9.60 - 8.67). La CIC es suficiente en superficie y baja en el resto del perfil; en el complejo de saturación del suelo domina el Ca, seguido del Mg y del Na con concentraciones muy altas; y finalmente el K, que tiene concentraciones elevadas para la CIC de este suelo (Fig. 29). El fósforo tiene concentraciones medianas hasta los 32 cm de profundidad y bajas en el resto del perfil (Tabla 7).

El suelo es altamente salino en superficie y no salino en el resto del perfil (14.3 dS/m) (Fig. 29). Concentraciones de sales de esa magnitud podrían provocar la reducción de la producción en más del 50 % (White, 2003) si el cultivo es en pie franco, sin embargo, como ya se mencionó, hasta el momento de las mediciones y toma de muestras las sales se han acumulado en superficie y no parecen tener todavía contacto con las raíces. La saturación de Na en los primeros 12 cm del suelo es muy elevada (22 %) e indica un riesgo de sodicidad. El pH es suficientemente alcalino (> 8) en casi todo el perfil, el suelo tiene cierto riesgo a la clorosis (Reynier, 2005). La materia orgánica y el N son insuficientes, el drenaje es excesivo y el viñedo está en riesgo si sucede algún evento catastrófico climático por su ubicación. En campo, no se evidenció ningún tipo de carencia de las plantas al momento del estudio.

4.4.6 Catena 5 El Porvenir

Esta asociación de suelos representa a la subunidad de GAb del valle, la parte central, donde éste se ensancha. Esta gran zona extensa y relativamente plana, tiene canales coluvio-aluviales que representan las ramificaciones distales de los abanicos aluviales del GAa; dichos canales son poco profundos, formados por la escorrentía del agua durante eventos de lluvias importantes; no son propiamente canales de ríos, el agua puede correr por ellos o desviarse de forma difusa hacia otros canales similares depositando material (Fig. 30). Las geoformas principales de esta UT son el GAb, los canales coluvio-aluviales (O) y la planicie (P), todas ellas asociadas a depósitos coluvio-aluviales como material parental. Las observaciones hechas en campo son: P15, P16, P17, P18 y P22.

Perfil 16

El perfil 16 describe una zona del canal coluvio-aluvial (O) que se considera penestable a inestable. Esta geoforma tiene como origen una acumulación coluvio-aluvial reciente, se puede decir que es inestable, el canal puede estar esporádicamente activo en caso de lluvias intensas e importantes. El sitio está a 328 msnm, es plano, tiene un suelo del tipo *Hyposalic, Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic)*, una secuencia de horizontes Ap-C₁-C₂-C₃-C₄ y una profundidad de desarrollo de 19 cm. Es un perfil profundo, con drenaje deficiente, de color heterogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas, el suelo tiene una incipiente formación de estructura, baja porosidad total y prácticamente no se observaron raíces.

Su capacidad de aireación es mediana, su capacidad de agua disponible es regular, la permeabilidad del suelo (Kf) es en general baja, la erosionabilidad es mediana y es fisiológicamente profundo (Tabla 8).

La densidad de raíces es muy baja y las raíces sólo se localizan en el primer horizonte (Fig. 31); el pH varía poco en el perfil, es muy ligeramente alcalino y ligeramente alcalino (7.1 -7.7), tiene una ligera acumulación de carbonato de calcio secundario en los dos primeros horizontes (Anexo 10), la materia orgánica (0.97 %) y el N (0.07 %) son ligeramente insuficientes (Fig. 31), la relación C/N es correcta (8.07-5.25) y disminuye con la profundidad. La CIC es en general mediana en todo el perfil, en la saturación de cationes, el Mg y el Na tienen concentraciones muy

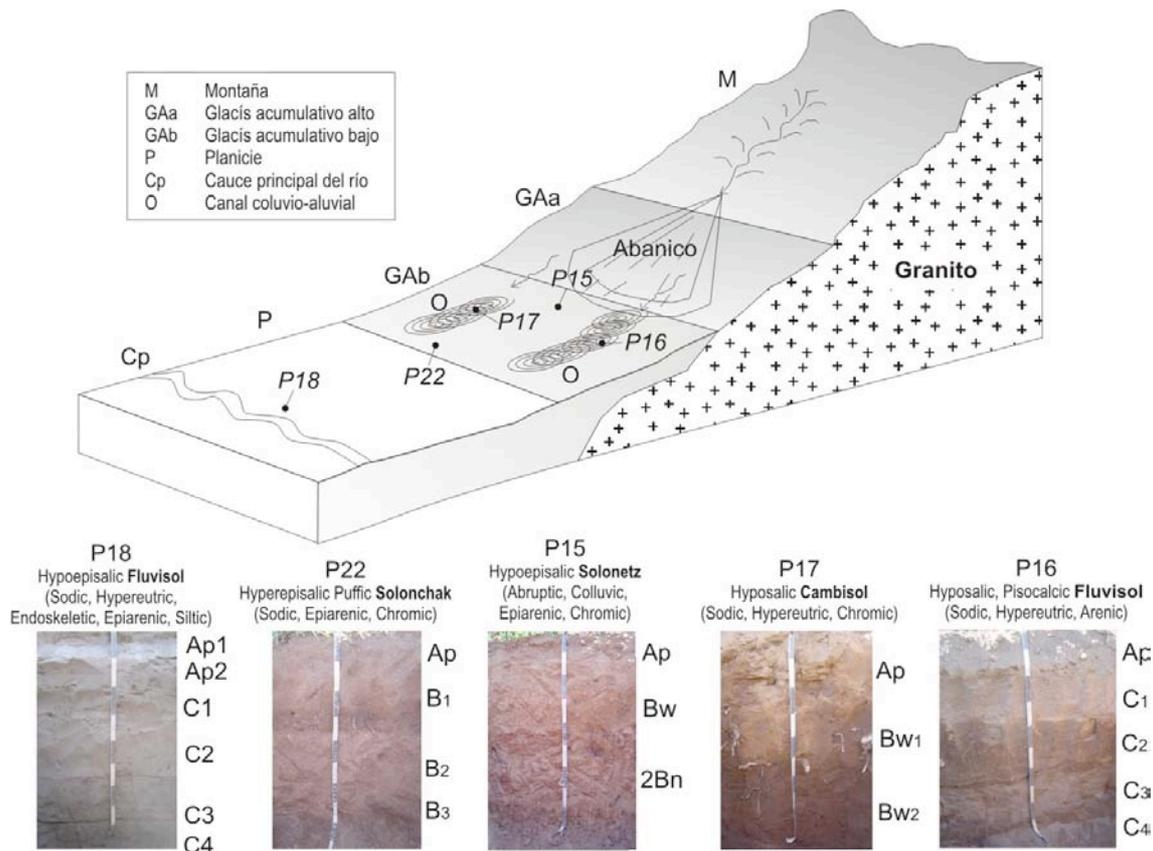


Figura 30. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 5 El Porvenir. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

Tabla 8. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 5 El Porvenir.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P16	9.6	7 - 16	151.20	222.03	1 - 100	0.42	72.35 (62.16 %)	27.47 (23.60 %)	3.32 (2.85 %)	13.25 (11.38 %)	3.28	0.27	5.4 - 28.9
P17	11	5 - 16	152.81	270.69	1 - 100	0.36	72.16 (59.99 %)	29.18 (24.25 %)	3.01 (2.50 %)	15.94 (13.25 %)	2.17	0.26	5.1 - 11.6
P15	9	4 - 9	132.84	286.55	10 - 40	0.48	95.85 (58.94 %)	38.90 (23.92 %)	4.29 (2.64 %)	23.58 (14.50 %)	1.56	0.17	0.3 - 19.5
P22	8	4 - 14.5	104.06	209.18	1 - 300	0.32	82.48 (55.79 %)	29.08 (19.67 %)	9.95 (6.73 %)	26.34 (17.82 %)	5.35	0.39	41.3 - 54.7
P18	12.8	7 - 22	225.97	326.87	10 - 100	0.12	134.83 (78.48 %)	26.63 (15.50 %)	2.14 (1.25 %)	8.19 (4.77 %)	1.13	0.10	1.6 - 12.9

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en porciento de la suma de cationes intercambiables.

altas, el Ca tiene una concentración un poco baja y el K tiene una concentración correcta en superficie, pero insuficiente en profundidad (para esta CIC su saturación debe ser del 3 %) (Fig. 32). La cantidad de fósforo varía de alta a baja con la profundidad (Tabla 8).

Las principales limitantes de este suelo son: la acumulación excesiva de sales en superficie, su salinidad es moderada a muy alta (19.6 – 5.3 dS/m) (Fig. 32), estas concentraciones de sales podrían matar las raíces de la planta si no ha sido injertada en una especie tolerante (White, 2003); el Na se acumula de manera importante sobre todo en el primer y tercer horizontes (13 % de saturación), si la acumulación de Na sigue en aumento, el suelo tiene riesgo de sodicidad (White, 2003); el sitio tiene además un drenaje deficiente y una concentración en fósforo disponible baja en profundidad, podría presentarse una deficiencia de este nutriente en la planta.

Perfil P17.

El punto de muestreo P17 está también en un canal coluvio-aluvial (O). A diferencia del anterior, este canal es muy incipiente y puede considerarse inactivo; está formado por acumulación coluvio-aluvial. En la actualidad, no hay procesos activos de modelado de la geoforma, por lo que se considera una zona penestable (Fig. 30). El sitio es plano y está a una altura de 326 msnm, la unidad edáfica corresponde a un *Hyposalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)*, con una estratificación Ap-B₁-B₂ y una profundidad de desarrollo de 110 cm. Es un perfil profundo, con drenaje moderado, de color homogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y una densidad de raíces muy baja, las raíces se localizan en el horizonte superficial (Fig. 31).

Es un suelo fisiológicamente profundo, su capacidad de aireación es mediana en general, la disponibilidad de agua es alta, tiene permeabilidad (Kf) mediana y la erosionabilidad es mediana (Tabla 8). El pH de este suelo es ligeramente alcalino a moderadamente alcalino (7.7 - 8), tiene contenidos muy bajos de carbonato de calcio secundario en todo el perfil (Anexo 10). Es pobre en N (0.03 a 0.04 %) y en materia orgánica (0.36 a 0.28 %) (Fig. 31), la relación C/N es estrecha (7 a 4).

Tanto la CIC como la saturación de cationes y la concentración de fósforo, tienen el mismo perfil y concentraciones muy similares que el suelo de P16 (Fig. 32, Tabla 8).

Catena 5 El Porvenir

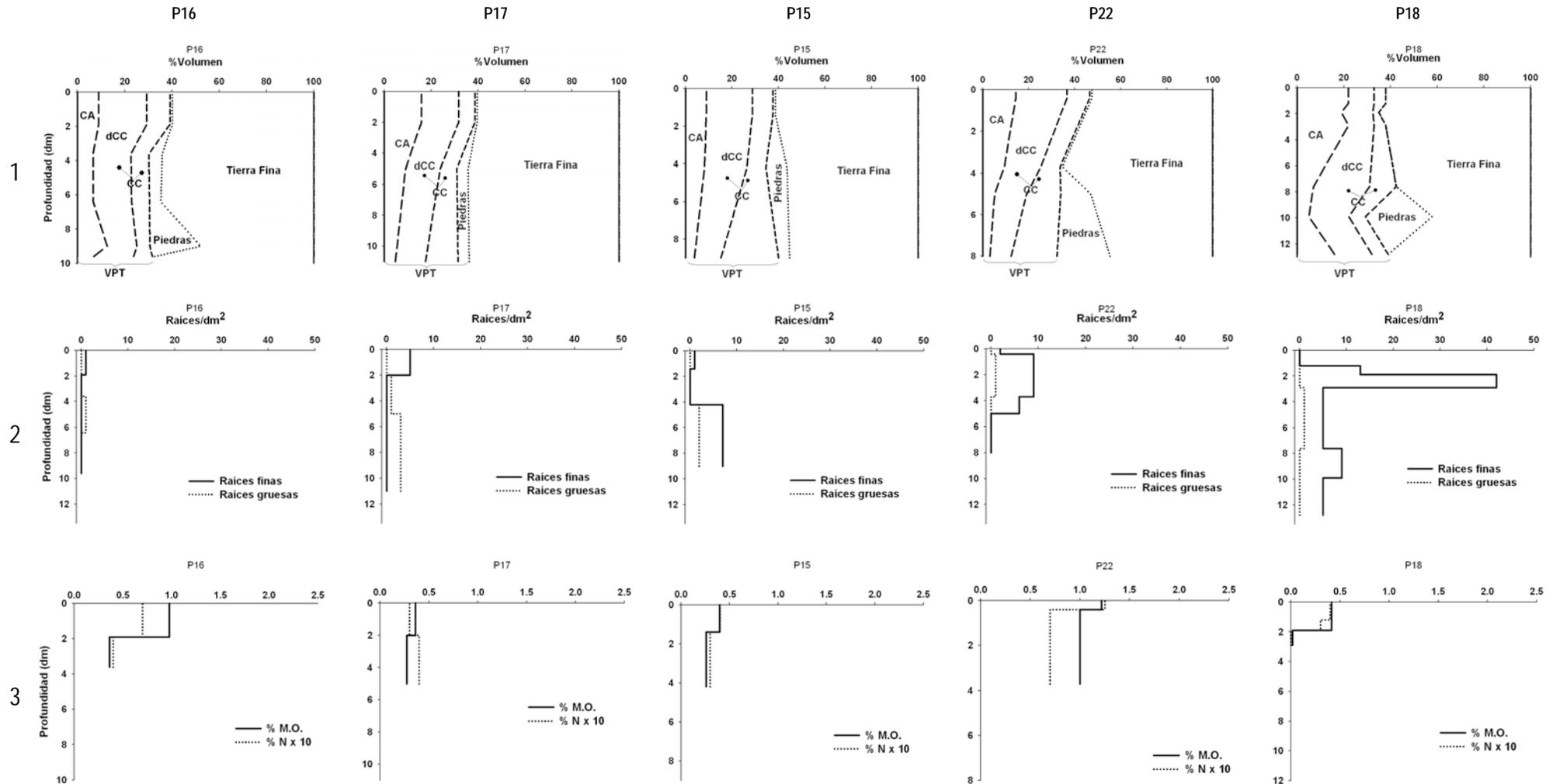


Figura 31. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo.

Catena 5 El Porvenir

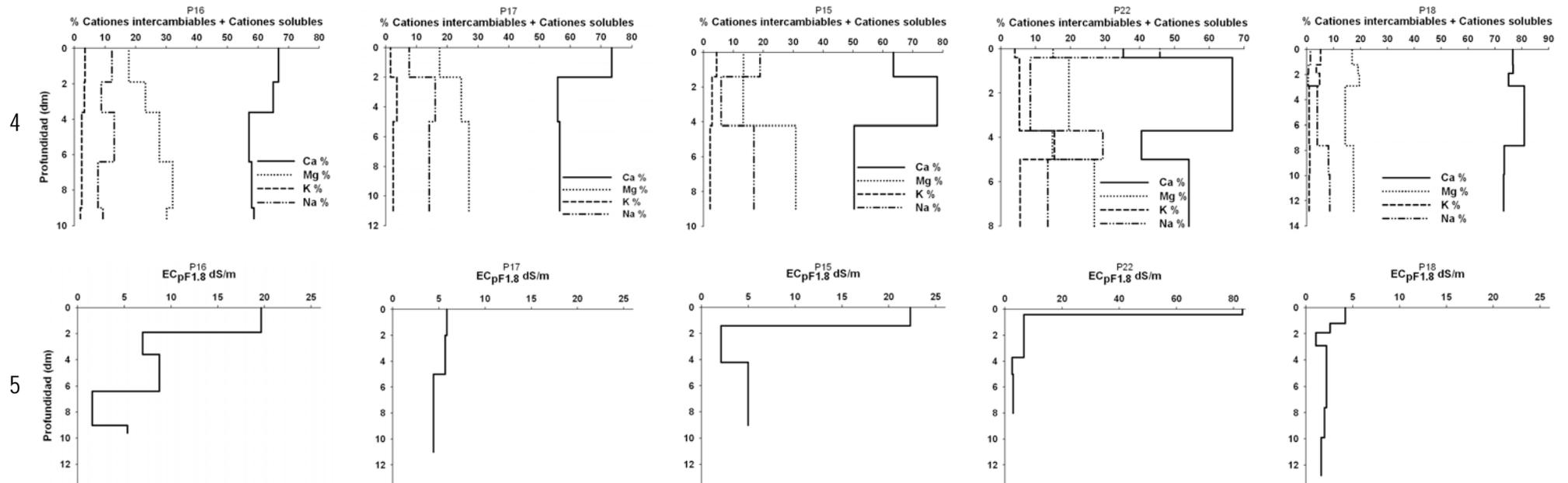


Figura 32. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

La acumulación de sales es moderada (5.8 a 4.3 dS/m) (Fig. 32) y las sales se concentran a lo largo de todo el perfil, estas cantidades podrían provocar la pérdida de entre el 25 y el 50 % de la producción si la vid no ha sido injertada en una especie tolerante (White, 2003). Este sitio tiene un marcado riesgo de sodicidad, el Na se acumula en exceso a partir de los 20 cm de profundidad (16 % de saturación) (White, 2003), la porosidad total que se estimó como baja podría ser ya una consecuencia de dispersión en el suelo. La deficiencia que hay en N puede reducir la fertilidad de la planta y por lo tanto también la producción, además, la concentración de N en las uvas será insuficiente para asegurar una fermentación del mosto sin problemas (White, 2003; Ribéreau-Gayon *et al.* 1998, Tome 1). El suelo tiene además drenaje moderado y una concentración en fósforo disponible baja en profundidad, podría provocar una deficiencia en este nutriente en la planta. Todo lo anterior podría estar limitando el desarrollo correcto de raíces.

Según la información obtenida de la subunidad canal coluvio-aluvial (O), se puede decir que los suelos tienden a evolucionar en los sitios inactivos, como el *Cambisol* de P17, porque no reciben aluvión de forma frecuente, sería necesario un evento pluvial de mucha energía para activar este tipo de canal. Al contrario, en el canal peneactivo, se desarrolla un *Fluvisol* (P16), el perfil muestra estratificación y los depósitos parecen recientes.

Perfil P15

En el GAb se describieron los perfiles P15 y P22. El sitio donde se realizó la observación P15 está formado por acumulación coluvio-aluvial, con material fino y antiguo (Fig. 30). El sitio es estable y plano, raras veces podría recibir material aluvial arenoso, está a 329 msnm, tiene un suelo clasificado como *Hypoepialic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic)*, con horizontes Ap-B-2B_{tn}. Es un suelo con profundidad de desarrollo de 90 cm, de baja porosidad total de manera general, pobre en materia orgánica, con baja densidad de raíces y drenaje moderado. Tiene procesos pedogenéticos importantes: una acumulación de sales de moderada a muy alta, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico nátrico; el proceso de formación de estructura es importante y el de iluviación de arcillas es incipiente pero evidente, tiene cantidades importantes de Na.

El suelo es fisiológicamente profundo, tiene capacidad de aireación mediana a baja, la disponibilidad de agua para las plantas, la permeabilidad del suelo (K_f) y la erosinabilidad son medianos (Tabla 8). Las raíces finas se localizan sobre todo a partir de los 42 cm de profundidad

(Fig. 31), el pH varía de muy ligeramente alcalino a moderadamente alcalino (7.3 - 8.1), el proceso de acumulación de carbonato de calcio secundario es incipiente y se presenta en los primeros dos horizontes (Anexo 10). El suelo tiene insuficiente acumulación de materia orgánica (0.4 a 0.26 %) y disminuye en profundidad, también es pobre en N (0.04 – 0.03 %) (Fig. 31), la relación C/N es estrecha (6) y la cantidad de fósforo es en general mediana (Tabla 8). La CIC es suficiente en todo el perfil, la saturación de cationes es muy similar a la de P16 y P17, para esta CIC la saturación de K debe ser del 4 % (Reynier, 2005) (Fig. 32).

Este suelo tiene una saturación de Na alta (17 – 19 %), se acumula sobre todo en el horizonte superficial y a partir de los 42 cm de profundidad, el sitio tiene un marcado riesgo de sodicidad (White, 2003). Es un suelo de salinidad (Fig. 32) muy alta en superficie (22.2 dS/m) y moderada en el tercer horizonte (5 dS/m), este último horizonte es donde la densidad de raíces finas es la mayor del perfil y donde específicamente el P es bajo; la concentración de sales en el tercer horizonte (42-90 cm) podría provocar la pérdida de entre el 25 y el 50 % de la producción si la vid no ha sido injertada en una especie tolerante (White, 2003). La deficiencia que hay en N puede reducir la fertilidad de la planta y por lo tanto también la producción, además, la concentración de N en las uvas será insuficiente para asegurar una fermentación del mosto sin problemas (White, 2003; Ribéreau-Gayon *et al.* 1998, Tome 1).

Perfil P22

El P22 se localiza en una parte más baja del GAb, muy cerca de la llanura aluvial, a una altura 320 msnm. Esta geoforma es una unidad coluvio-aluvial antigua, plana y de material fino, pero además tiene una acumulación aluvial reciente, es una zona de transición entre el GAb y la llanura aluvial (Fig. 30). Es un sitio penestable, esporádicamente puede recibir material aluvial fino. El suelo es un *Hyperepialic Puffic Solonchak (Sodic, Epiarenic, Chromic)*, tiene un horizonte de diagnóstico sálico, además se observaron costras blancuzcas en superficie de forma muy localizada (sobre todo en zonas de goteo). Tiene una profundidad de desarrollo de 80 cm y una secuencia de horizontes Ap-B₁-B₂-B₃, el proceso de formación de estructura empieza a ser importante. El perfil es medianamente profundo, de color homogéneo, con pedregosidad media de manera general, texturas gruesas y finas, tiene porosidad total mediana a baja, densidad mediana a baja de raíces, altas concentraciones de sales y una saturación de ion Na muy elevada.

Las características edafocológicas son capacidades de aireación y de agua disponible medianas, es permeable (Kf), es un suelo profundo fisiológicamente y de mediana erosionabilidad (Tabla 8). La mayor densidad de raíces finas se encuentra entre los 4 y los 50 cm de profundidad del suelo (Fig. 31). El pH se clasificó como muy ligeramente alcalino a moderadamente alcalino (7.4 – 8.4), tiene un contenido de carbonato de calcio secundario muy bajo en los primeros dos horizontes (Anexo 10). El contenido de materia orgánica es suficiente (1.22 - 1 %), la concentración en N es buena para este tipo de cultivo (0.13 a 0.07 %) (Fig. 31) y la relación C/N indica una buena mineralización de la materia orgánica (8 - 6). El P es muy alto en todo el perfil (Tabla 8) y la CIC es muy alta en superficie y suficiente en el resto del perfil.

Este suelo tiene limitantes importantes:

- En la saturación de cationes el Ca tiene la mayor concentración de los iones intercambiables, pero la concentración es baja; el Mg y el Na tienen concentraciones muy altas y el K que tiene en general concentraciones adecuadas (Fig. 32). El mayor desequilibrio en la saturación de los cationes sucede en el horizonte Ap (0 - 4 cm) y en el B₂ (37 – 50 cm) donde el Ca está muy por debajo de las cantidades recomendadas, las concentraciones del Mg y del K son altas, pero sobre todo el Na está en cantidades extremadamente elevadas (45.8 a 29.3 % de saturación) (Fig. 32), el sitio tiene un alto riesgo de sodicidad (White, 2003). En el tercer horizonte hay un riesgo de deficiencia en Mg inducida, dado que la relación K/Mg es > 1. Nótese que la densidad de raíces en el tercer horizonte es mediana.
- La CE en el extracto de saturación estimada es de 83 dS/m en el horizonte superficial y 6.6 dS/m en el segundo horizonte, en profundidad varía entre 2.5 y 2.8 dS/m (Fig. 32). White (2003) reporta pérdidas de entre el 25 y el 50 % de la producción si la vid no ha sido injertada en una especie tolerante para suelos con CE en el extracto de saturación de 8 a 16 dS/m.
- A partir de los 4 cm de profundidad, el pH de este suelo indica cierto riesgo de clorosis (Reynier, 2005).

Sería necesario realizar análisis en la uva y la planta para conocer el efecto posible de las limitantes arriba mencionadas. Al momento de las observaciones en campo, esta plantación era de un año y sin manifestaciones de desequilibrio nutricional.

A manera de resumen, los suelos de P15 y P22, se ubican en la misma subunidad (GAb) y se caracterizan por una excesiva acumulación de sales. Se observó que en la subunidad hay una tendencia a la formación de suelos rojos del tipo *Cambisol* - *Luvisol*, el suelo de P15 podría corresponder a un *Luvisol* y el de P22 a un *Cambisol*. Sin embargo, el uso y manejo por el hombre ha provocado una alta concentración de sales, lo cual desvía la clasificación a *Solonetz* y *Solonchak*, respectivamente.

Perfil P18

El sitio de muestreo en la unidad de planicie (P) para esta secuencia de suelos es el perfil P18 (Fig. 30). Es un sitio formado por depósitos de la llanura aluvial y sigue sujeto al proceso activo de erosión por efecto de la migración lateral del río. El sitio se encuentra a una altitud de 320 msnm y es plano. El suelo se clasificó como *Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Silty)*, tiene una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-C₁-C₂-C₃-C₄ y una profundidad de desarrollo de 19 cm. Se clasificó como tal debido a la estratificación del suelo, la acumulación de sales en superficie y a un porcentaje importante de arena. El perfil tiene porosidad total baja a mediana, es pobre en materia orgánica, tiene estructura muy incipiente y débil, pedregosidad baja, texturas gruesas y medianas, con densidad de raíces en general mediana.

Es un suelo muy profundo fisiológicamente, tiene capacidad de aireación alta a mediana y una capacidad de retención de agua disponible muy alta, el drenaje es bueno y su erosionabilidad es baja (Tabla 8). Tiene raíces finas en todo el perfil pero la mayor densidad de éstas sucede en el segundo horizonte (Fig. 31), el pH aumenta gradualmente con la profundidad, varía de muy ligeramente alcalino en el horizonte superficial hasta fuertemente alcalino en el último horizonte (7.1 -8.9). Tiene un bajo contenido de carbonato de calcio secundario en casi todo el perfil (Anexo 10). Es un suelo con materia orgánica (0.41 a 0.02 %) y N (0.04 %) insuficiente (Fig. 31), la relación C/N es estrecha (6 a 8). La cantidad de fósforo en superficie es mediana y baja en profundidad (Tabla 8). La CIC es en general suficiente, en la saturación de cationes intercambiables, el Ca tiene la mayor y una suficiente concentración, lo sigue el Mg que está presente en cantidades bastante elevadas, luego el K que tiene concentraciones adecuadas en superficie pero disminuyen con la profundidad; al contrario del Na, que tiene concentraciones bajas en superficie y aumentan de manera importante con la profundidad (Fig. 32). El suelo es

moderadamente salino en superficie y ligeramente salino a no salino en profundidad (4 – 1 dS/m) (Fig. 32).

Las principales limitantes de este suelo serían la ubicación de este sitio, muy cercano al río; la deficiencia que tiene en N puede reducir la fertilidad de la planta y por lo tanto también la producción, además, la concentración de N en las uvas será insuficiente para asegurar una fermentación del mosto sin problemas (White, 2003; Ribéreau-Gayon *et al.* 1998, Tome 1); el pH es suficientemente alcalino (> 7.5 - 8) en casi todo el perfil, el suelo tiene cierto riesgo a la clorosis (Reynier, 2005).

4.4.7 Catena 6 Guadalupe

Esta catena se ubica en la parte suroeste del Valle de Guadalupe (Fig. 3, Cap. 3 y Anexo 1), en la ladera sur con respecto al río, donde ésta se estrecha gradualmente y al mismo tiempo se acerca de la llanura aluvial (en dirección noreste). El tiempo ha modelado el paisaje de esta zona disectando los antiguos abanicos aluviales del glacis creando geformas conocidas con el nombre de lomos de ballena. Los abanicos disectados se forman a partir de abanicos aluviales donde las corrientes de agua se encajaron y formaron depresiones importantes y esporádicamente activas, aquí denominadas canales coluvio-aluviales, siendo los lomos de ballena las franjas de terreno entre canales contiguos. La catena 6 se ubica dentro de las geformas de GAb, abanico (A) y canal coluvio-aluvial (O). La altura varía poco en este sitio y la pendiente también. Toda esta zona, tanto el GAb como el A, tiene una exposición noroeste. La catena se conforma de cuatro perfiles: uno en el GAb (P19), uno en A (P20) y dos en O (P21 y P23). El perfil P23 no fue muestreado debido a la proximidad del sitio con P21, por lo tanto no se muestran análisis de laboratorio, sólo los datos obtenidos de la descripción en campo (Fig. 33). El material parental de esta catena es material coluvio-aluvial.

Perfil P19

La subunidad de GAb está representada por el punto de muestreo P19 (Fig. 33). Es una zona formada por material coluvio-aluvial (facies distal de abanico), donde muy probablemente también hay acumulación aluvial cuando el río se desborda. Parece ser una zona transicional

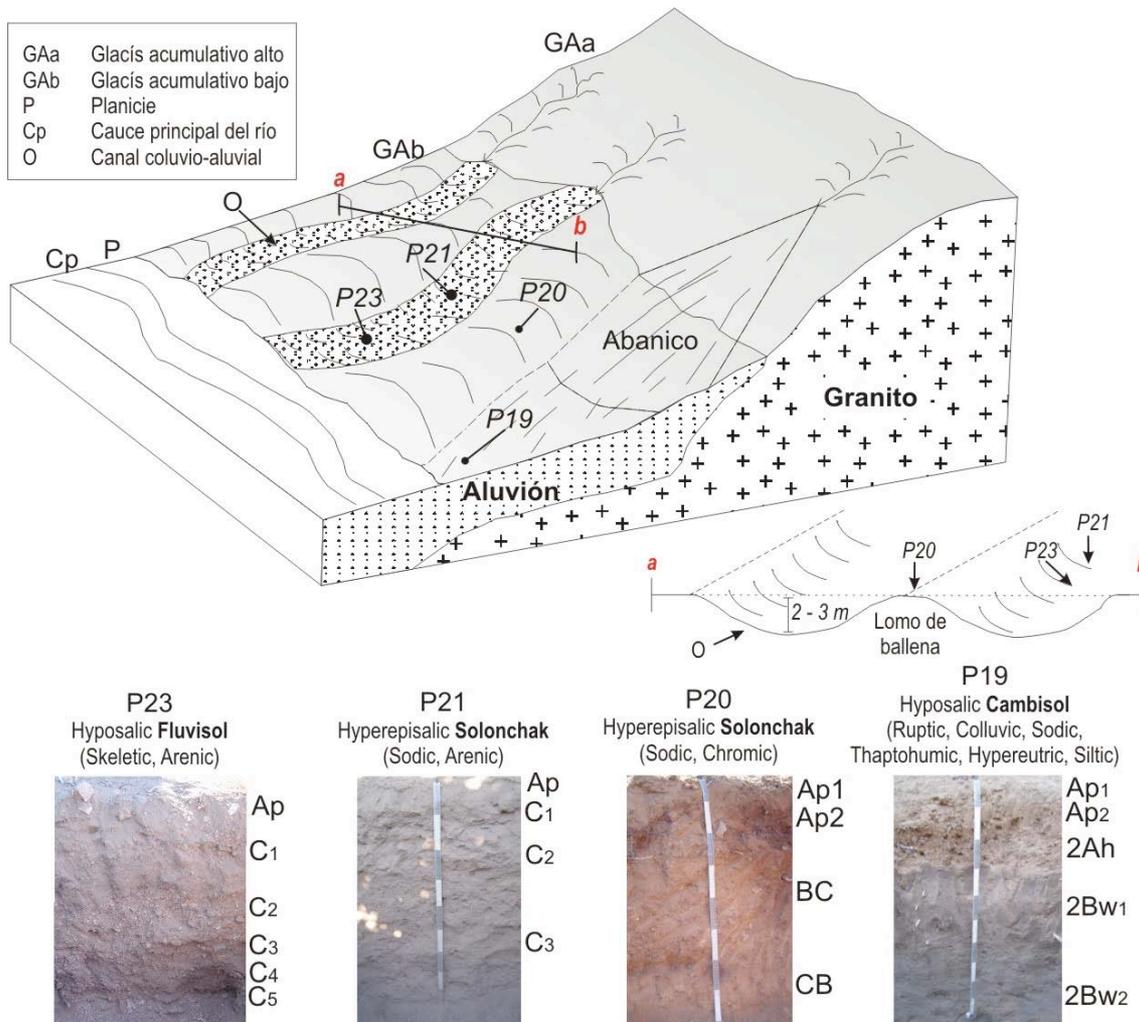


Figura 33. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 6 Guadalupe.
 Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

entre la subunidad de GAb y la llanura aluvial, ya que este suelo tiene una capa coluvial de color rojizo y el color del suelo en profundidad es predominantemente café, además del hecho de tener un horizonte orgánico (Ah) enterrado. El sitio es penestable, puede haber actividad en la parte alta de los abanicos y desbordes del río. El suelo de esta subunidad se clasificó como *Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-2Ah-2B₁-2B₂ y una profundidad de desarrollo de 125 cm. El sitio es plano y está a una altura de 323 msnm, es un perfil profundo, con drenaje moderado, con baja pedregosidad, el suelo tiene texturas gruesas y medianas, bien estructurado, poco poroso, con una colonización irregular de raíces, su densidad varía entre muy alta y baja.

Es un suelo fisiológicamente muy profundo, con capacidad de aireación mediana y una capacidad de retención de agua disponible muy alta. El drenaje (Kf) es muy variable en los distintos horizontes, varía en general entre mediano y alto, el suelo tiene erosionabilidad mediana (Tabla 9).

Tabla 9. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 6 Guadalupe.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P19	12.5	4.5 - 12.5	214.58	317.48	1 - 100	0.33	105.21 (56.69 %)	49.67 (26.77 %)	3.89 (2.09 %)	26.81 (14.44 %)	10.05	0.52	9.5 - 32.3
P20	6	3.5 - 7	58.60	175.41	10 - 100	0.28	39.73 (52.68 %)	23.63 (31.33 %)	1.33 (1.76 %)	10.72 (14.22 %)	2.16	0.15	2.8 - 12.9
P21	8.5	9 - 16	92.99	135.91	10 - 100	0.21	39.32 (58.66 %)	17.47 (26.07 %)	1.44 (2.16 %)	8.79 (13.11 %)	2.74	0.14	6 - 28.1
P23 ¹	4.4	9 - 21	78.85	114.57	40 - >300	0.12	Perfil no muestreado				3.17	0.16	Perfil no muestreado

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en por ciento de la suma de cationes intercambiables.

¹ Perfil P23 no fue muestreado, los datos que se muestran en la tabla son producto de la descripción de campo y de estimaciones hechas a partir de las observaciones.

La mayor densidad de raíces finas está en el segundo horizonte, disminuyen con la profundidad y aumentan de nuevo ligeramente a partir los 85 cm de profundidad (Fig. 34). El pH es muy ligeramente alcalino y llega a ser moderadamente alcalino (7.2 - 8), este suelo acumula carbonato de calcio secundario en contenidos muy bajos en los dos primeros horizontes orgánicos (Anexo 10). El contenido de materia orgánica aumenta con la profundidad (0.44 a 2 %), la mayor concentración sucede en el horizonte 2Ah. El N tiene el mismo comportamiento, los contenidos son suficientes para la viticultura (0.04 a 0.09 %) (Fig. 34), la relación C/N es en general buena (6.4 a 12.9), indica una mineralización adecuada de la materia orgánica. La concentración de fósforo disponible es en general mediana (Tabla 9). La CIC es suficiente, en el complejo de saturación del suelo domina el Ca, con concentraciones ligeramente por debajo de las recomendadas, lo siguen el Mg y el Na, que están presentes en cantidades muy elevadas y finalmente el K, que tiene una saturación adecuada sólo en superficie, a partir de los 10 cm de profundidad es baja, sus niveles de saturación para la CIC del suelo deben ser de 4 % (Reynier, 2005) (Fig. 35).

Este suelo acumula cantidades de sales importantes en los horizontes Ap₁, 2Ah y 2B₂ (6.3 a 9.2 dS/m) (Fig. 35), tanto el horizonte 2Ah como el 2B₂ son también los sitios de mayor densidad de raíces finas del perfil. Concentraciones de sales de esa magnitud podrían provocar una pérdida de la producción en más del 50 % si las plantas de vid no han sido injertadas en una especie

tolerante a la salinidad (White, 2003). El exceso en Na señala un marcado riesgo de sodicidad, el Na se acumula en exceso en la mayor parte del perfil (11 a 17 % de saturación) (White, 2003). La cantidad de K debe cuidarse para evitar deficiencias de este nutriente en la planta.

Perfil P20

El perfil P20 se realizó en la subunidad A. Morfogénicamente esta zona es un lomo de ballena, es un sitio ubicado en interfluvio entre canales coluvio-aluviales (Fig. 33). En el largo plazo, es un sitio que tiende a erosionarse, los arroyos que anteriormente acumulaban se han encajado y seguramente la erosión laminar tiende a lavar los costados; es un sitio plano y está a una altitud de 325 msnm. El tipo de suelo en estos interfluvios es *Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Chromic)*, con una secuencia de horizontes Ap₁-Ap₂-BC₁-BC₂ y una profundidad de desarrollo de 60 cm. Es un perfil medianamente profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas finas y gruesas, con buena estructura y densidad de raíces en general baja. El perfil tiene porosidad total mediana y acumulación importante de sales.

Es un suelo con una profundidad fisiológica mediana, tiene una barrera física por alta pedregosidad (90 %) (Fig. 34) que inicia a los 60 cm de profundidad, tiene capacidad de aireación baja a mediana y capacidad de agua disponible baja, la permeabilidad (Kf) es mediana a alta y la erosionabilidad del suelo es mediana (Tabla 9). La mayor parte de las raíces finas se encuentra en el segundo horizonte, las gruesas se localizan entre los 17 y los 60 cm de profundidad (Fig. 34). El pH de este suelo es muy ligeramente ácido en superficie y aumenta gradualmente hasta moderadamente alcalino con la profundidad (6.9 - 8). Contiene carbonato de calcio secundario en los dos primeros horizontes, la cantidad es muy baja (Anexo 1). El contenido de materia orgánica es suficiente (1.2 %), las concentraciones de N son suficientes para el viñedo (0.1 - 0.08 %) (Fig. 34) así como la relación C/N (7 a 9); la cantidad de P es mediana en superficie y baja en profundidad (Tabla 9). La CIC es suficiente en general, la saturación de cationes intercambiables tiene el mismo patrón que el suelo de P19 (Fig. 35).

La acumulación excesiva de Na es una limitante importante de este suelo. El Na se acumula en exceso en la mayor parte del perfil (12 a 23 % de saturación), hay un alto riesgo de sodicidad, (White, 2003). Las concentraciones de K y fósforo deben cuidarse para evitar deficiencias de estos nutrientes en la planta. El suelo tiene además una excesiva concentración de sales en

Catena 6 Guadalupe

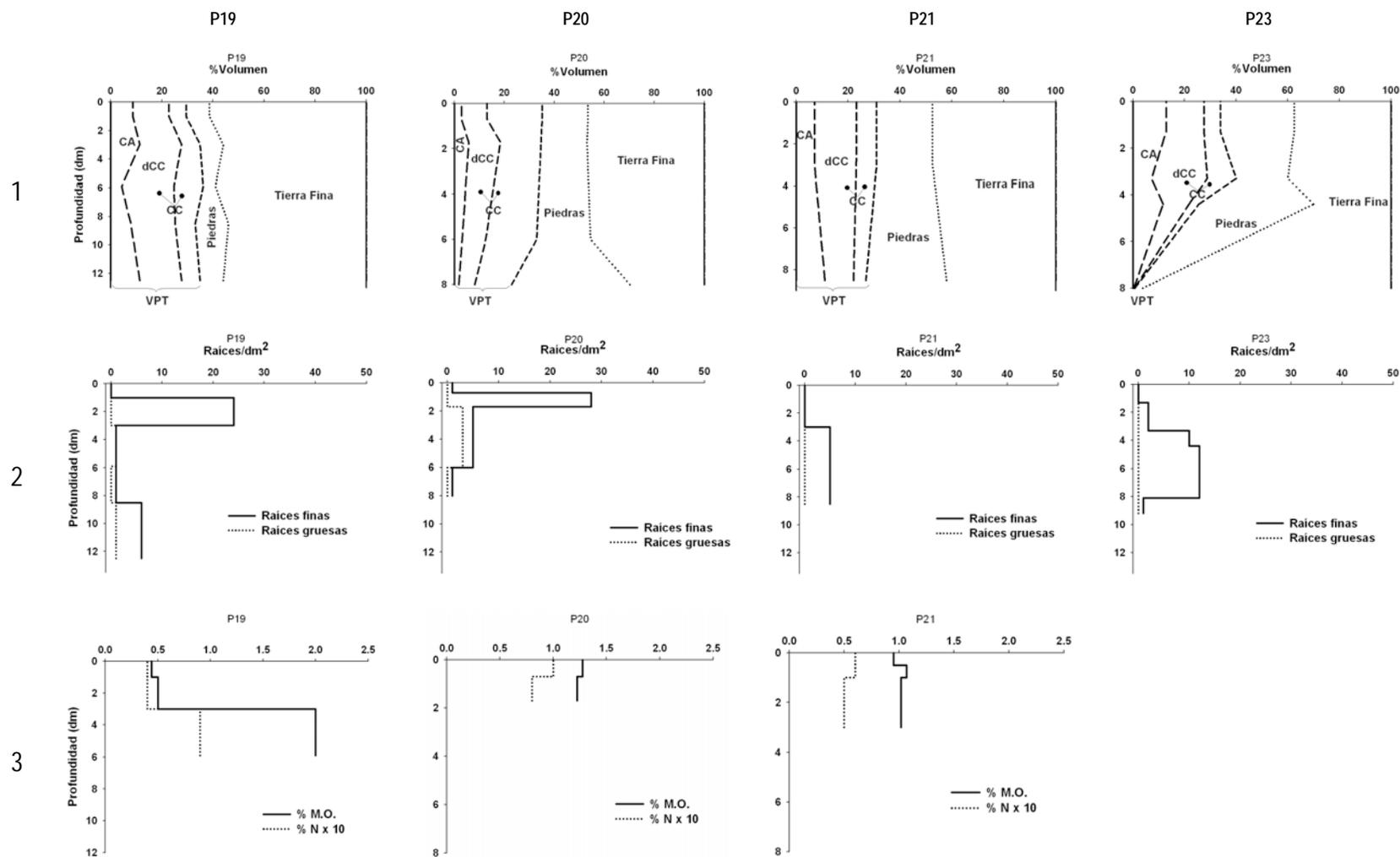


Figura 34. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo. Nota: el perfil P23 no se muestreó, no se tiene datos de laboratorio.

Catena 6 Guadalupe

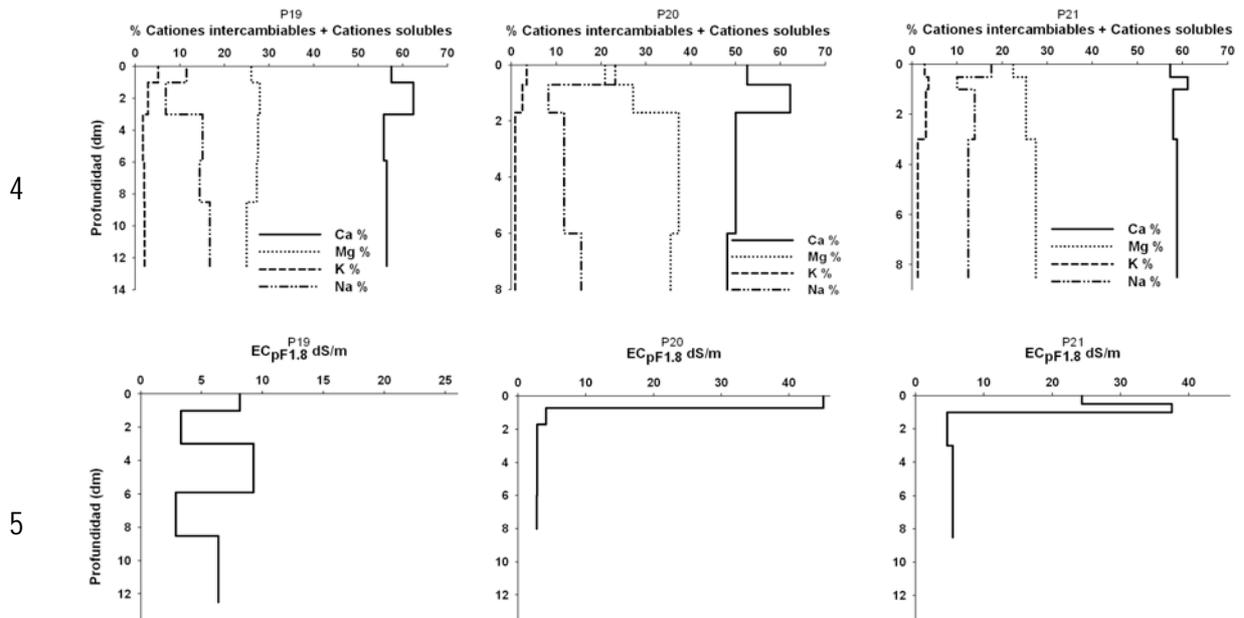


Figura 35. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extrato de saturación de cada horizonte del suelo.

superficie (4 – 45 dS/m) (Fig. 35), característica que le atribuye un horizonte sálico de diagnóstico, que a su vez le confiere el nombre de *Solonchak*.

Perfil 21

Los perfiles P21 y P23 se realizaron dentro de la subunidad de canal coluvio-aluvial (O) (Fig. 33). La morfogenética de este sitio es la disección del abanico seguida de acumulación coluvio-aluvial. El canal es esporádicamente activo, el sitio se considera penestable a inestable, lo que se traduce en materiales parentales jóvenes. Cabe mencionar que, a diferencia de los sitios de las observaciones hechas en esta misma subunidad de la catena 5, los canales coluvio-aluviales en esta zona del valle tienen profundidades importantes, de 1 a 3 m aproximadamente (Fig. 33). El sitio donde se llevaron a cabo ambas observaciones es en general plano y está a 323 msnm. El suelo de P21 se clasificó como *Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Arenic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap-C₁-C₂-C₃ y una profundidad de desarrollo de 5 cm. El perfil es de color homogéneo, con pedregosidad alta, con una colonización escasa y muy baja de raíces, texturas gruesas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y acumulación importante de sales en todo el perfil.

El suelo es fisiológicamente profundo, bien drenado, con capacidad de aireación mediana a alta, una capacidad de retención de agua disponible mediana, de penetrabilidad del agua (Kf) mediana y de la erosionabilidad baja (Tabla 9). A partir de los 30 cm de profundidad inicia la colonización de raíces finas, no se observaron raíces gruesas (Fig. 34). El horizonte superficial tiene carbonato de calcio secundario en cantidades muy bajas (Anexo 10), la materia orgánica es suficiente (0.95 – 1 %) y aumenta ligeramente en profundidad, la concentración en N es ligeramente baja (0.06 – 0.05 %) (Fig. 34), tiene una correcta relación C/N (9 - 11.8) y la concentración de fósforo es alta de manera general (Tabla 9). El patrón de distribución del pH, la CIC y la saturación de cationes (Fig. 35) es muy similar al suelo de P20 y tiene por tanto las mismas limitantes.

Este suelo tiene concentraciones muy elevadas de sales en todo el perfil (4.6 – 37 dS/m) (Fig. 35), las CE estimadas en el extracto de saturación en los últimos dos horizontes, que es donde hay raíces finas, son de 4.6 y 5.4 dS/m respectivamente; el porcentaje de saturación de Na para estos mismos horizontes es de 13.9 y 12.5 respectivamente. Conductividades eléctricas en el extracto de saturación de entre 4 y 8 dS/m disminuyen la producción de uva entre 25 y 50 % si la

vid no está injertada (White, 2003). Exceso de sales y de catión Na podrían estar limitando el desarrollo de raíces.

Perfil 23

El perfil P23 se hizo a unos cuantos metros de P21 (Fig. 33). El suelo sin embargo se clasificó como un *Hyposalic Fluvisol (Skeletal, Arenic)* y no como un *Solonchak*, debido a la falta de datos precisos de laboratorio para confirmar los altos contenidos en sales. El perfil tiene una secuencia de horizontes Ap-C₁-C₂-C₃-C₄-C₅ y una profundidad de desarrollo de 13 cm. Es un suelo de color heterogéneo, muy pedregoso de manera general, texturas gruesas y medianas, mal estructurado y tiene porosidad mediana.

Es un suelo con una barrera física entre los 44 y 80 cm de profundidad debido a la alta pedregosidad (80 %) (Fig. 34), sin embargo estas profundidades coinciden con la zona de mayor densidad de raíces finas. El drenaje es excesivo. Las capacidades de aireación y de agua disponible se estimaron mediana y baja respectivamente, la erosionabilidad del suelo es baja y la permeabilidad (Kf) muy alta (Tabla 9). Tiene muy baja acumulación de carbonato de calcio secundario en los dos primeros horizontes (Anexo 10), se estimó un contenido suficiente de materia orgánica (1.5 %), una CIC baja y una saturación de bases regular. La CE estimada en el extracto de saturación del horizonte orgánico es bastante alta (28.5 dS/m) (Fig. 35, Anexo 2).

4.4.8 Descripción de la subunidad de glacís erosivo (GE), San Antonio de las Minas 1

Perfil P46

Este sitio se encuentra en el poblado de San Antonio de las Minas, es la parte más suroeste del valle (Fig. 3, Cap. 3 y Anexo 1). Esta subunidad tiene una sola observación (P46) ubicada en el glacís erosivo (GE) (Fig. 36). El sitio tiene roca volcánica no diferenciada como material parental (Fig. 8, Cap. 4.2).



Figura 36. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico San Antonio de las Minas
 1. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

La subunidad de GE es una ladera de montaña que con el tiempo ha sido modelada por la acción continua y prolongada de la erosión laminar y sigue sujeta a este mismo proceso en la actualidad (Fig. 36). El sitio de muestreo tiene una pendiente importante (6 - 7°), tiene una exposición noreste y está a una altura de 260 msnm, el suelo se clasificó como *Haplic Cambisol (Sodic, Eutric)*, con estratificación del suelo Ap-B₁-B₂ y una profundidad de desarrollo de 112 cm. El perfil es de color homogéneo, con pedregosidad baja, texturas francas, medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y densidad mediana de raíces.

El suelo es fisiológicamente profundo, con buen drenaje, la capacidad de aireación es mediana, la capacidad de retención de agua disponible es alta, la conductividad hidráulica es baja (Kf),

pero debido a la pendiente el drenaje es bueno. El suelo tiene una erosionabilidad mediana (Tabla 10).

Tabla 10. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas del sitio San Antonio de las Minas 1.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ²)	Capacidad de Campo (L/m ²)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ²				Humus (Kq/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P46	11.2	5 - 11.5	168.16	328.96	1 - 100	0.43	173.45 (65.44 %)	79.82 (30.12 %)	1.85 (0.70 %)	9.93 (3.75 %)	11.09	0.59	7.2 - 19.5

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en por ciento de la suma de cationes intercambiables.

La mayor densidad de raíces finas se encuentra en el primer horizonte, la de raíces gruesas en el segundo (Fig. 37). El pH varía de muy ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.8 –7.7), la cantidades de materia orgánica es suficiente, la de N es ligeramente baja (1 y 0.06 % respectivamente) (Fig. 37), la relación C/N es buena (9.6 – 11.1) y el contenido de fósforo es en general bajo (Tabla 10), deficiencia que podría limitar el crecimiento de la planta. La CIC es suficiente en todo el perfil, en la saturación de cationes domina el Ca, lo sigue el Mg presente en altas cantidades, luego el Na y finalmente el K que tiene concentraciones bajas, lo que indica una insuficiencia de este nutriente para las plantas (Fig. 37). Para una CIC de esa magnitud la saturación del K debe ser del 4 % (Reynier, 2005). Este suelo no tiene problemas de acumulación de sales (Fig. 37).

Sitio San Antonio de las Minas 1, P46

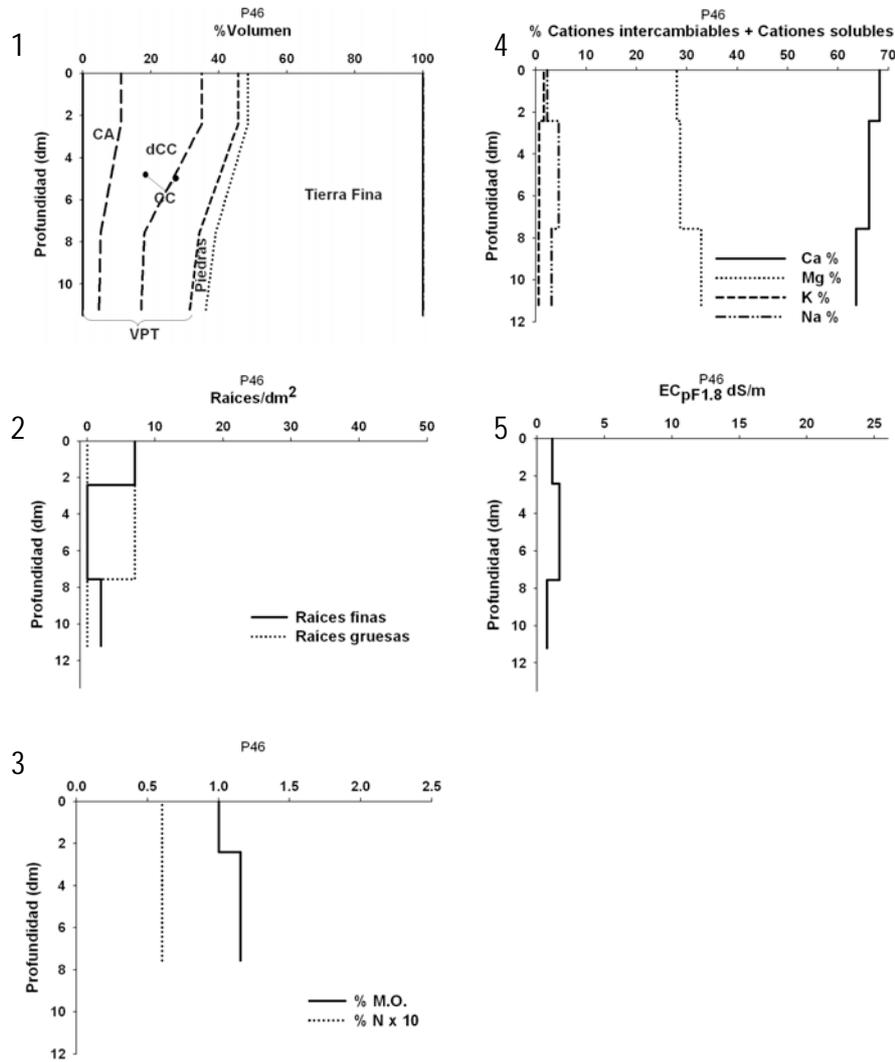


Figura 37. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

4.4.9 Catena 8 San Antonio de las Minas 2

Los puntos de observación que a continuación se describen se realizaron en el mismo poblado que la Catena 7, en San Antonio de las Minas (Fig. 3 Cap. 3 y Anexo 1), en las subunidades de paisaje de ladera erosiva (LE) (perfiles P44 y P45) y pie de ladera (PL) (perfil P47) (Fig. 38). Estas subunidades de paisaje están asociadas a rocas graníticas saprolitizadas como material parental.

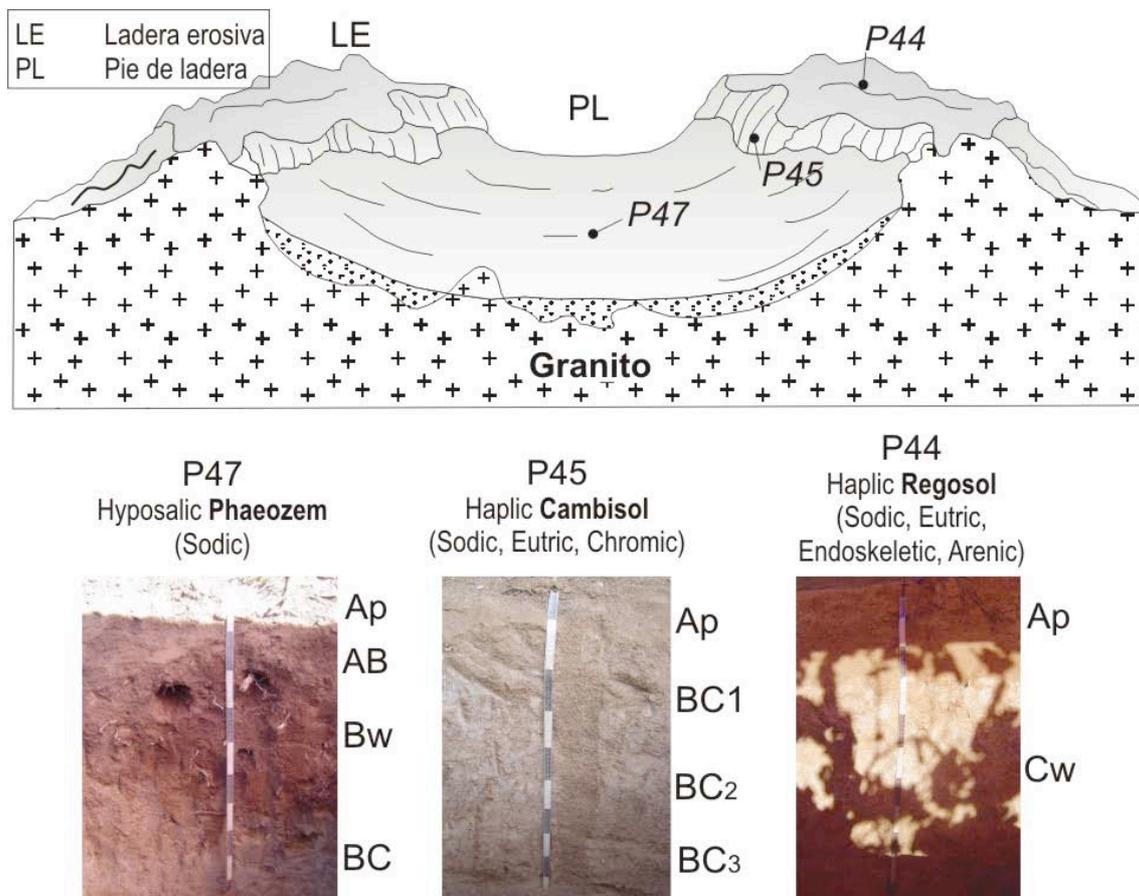


Figura 38. Diagrama esquemático que describe el paisaje edafológico, catena 8 San Antonio de las Minas 2. Ubicación de los perfiles de suelo en el relieve y esquemas de los perfiles de suelo.

La subunidad LE, que son lomeríos bajos de granito, se formó bajo el proceso de intemperismo de las rocas graníticas y por efecto de la erosión laminar continua y prolongada (Fig. 38). Esta subunidad está representada por los perfiles P44 y P45, el primero se realizó en la cima de una

de estas lomas y el segundo en la ladera. Se observó en campo que muchas de las plantas de vid en estas subunidades de paisaje tienen las raíces expuestas, como resultado de los procesos activos de erosión pluvial severa (*splash*) y erosión laminar y debido a la pobre agregación de estos suelos.

Perfil P44

El sitio de muestreo P44 corresponde a la superficie cumbre de una loma granítica; tiene una pendiente de entre 1° y 2°, está a una altura de 235 msnm y es inestable debido a que el terreno está compuesto prácticamente de arena gruesa y es muy susceptible a la erosión pluvial (Fig. 38). El suelo se clasificó como *Haplic Regosol (Sodic, Eutric, Endoskeletal, Arenic)*, tiene una secuencia de horizontes Ap-Cw y una profundidad de desarrollo de 30 cm. Es un suelo poco desarrollado, con drenaje bueno debido a su posición en el relieve, de color homogéneo, con pedregosidad alta de manera general, texturas gruesas, no estructurado y con porosidad total baja. En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas. Las plantas se ven débiles, pierden las hojas en época de cosecha, lo que es muy pronto para perder la hoja, y las plantas son poco vigorosas.

Es un suelo fisiológicamente profundo, con capacidades de aireación y de agua disponible medianas, penetrabilidad (Kf) mediana y de erosionabilidad baja (Tabla 11).

Tabla 11. Resumen de las propiedades edafo-ecológicas de la catena 8 San Antonio de las Minas 2.

Perfil	Profundidad fisiológica (dm)	Capacidad de Aireación (%Vol)	Capacidad de Agua Disponible (L/m ³)	Capacidad de Campo (L/m ³)	Kf cm/día	Erosionabilidad Factor K	Cationes intercambiables en molc/m ³				Humus (Kg/m ²)	N Total (kg/m ²)	P disponible (mg/kg)
							Ca	Mg	K	Na			
P44	10.8	9-12	107.52	318.36	10-40	0.22	114.14 (64.47 %)	52.34 (29.56 %)	0.62 (0.35 %)	9.96 (5.63 %)	2.13	0.16	5.4 - 9.3
P45	9.6	6-9	119.48	192.19	1-100	0.25	93.47 (71.66 %)	33.01 (25.31 %)	0.61 (0.47 %)	3.34 (2.56 %)	4.65	0.32	2.25 - 8
P47	11	3-13.5	127.28	255.42	1-100	0.18	94.72 (48.09 %)	76.75 (38.96 %)	1.50 (0.76 %)	24.01 (12.19 %)	9.21	0.45	1.1 - 10.7

Nota: valores entre paréntesis equivalen a la saturación de cada catión en por ciento de la suma de cationes intercambiables.

La mayor densidad de raíces finas se observa en superficie (nótese que en la gráfica de raíces de la Fig. 39, la escala para la profundidad es negativa, indicando la exposición de raíces). Se observaron muy pocas raíces finas en el subsuelo, la mayor densidad es de raíces gruesas, las cuales se encuentran en el primer horizonte (Fig. 39). El pH es muy ligeramente ácido en superficie y muy ligeramente alcalino en el resto del perfil (6.9 – 7.3), los contenidos de materia orgánica y de N son insuficientes (0.8 y 0.06 % respectivamente) (Fig. 39), el índice de mineralización C/N es bueno (8) y la concentración de fósforo disponible es baja (Tabla 11). La

Catena 8 San Antonio de las Minas 2

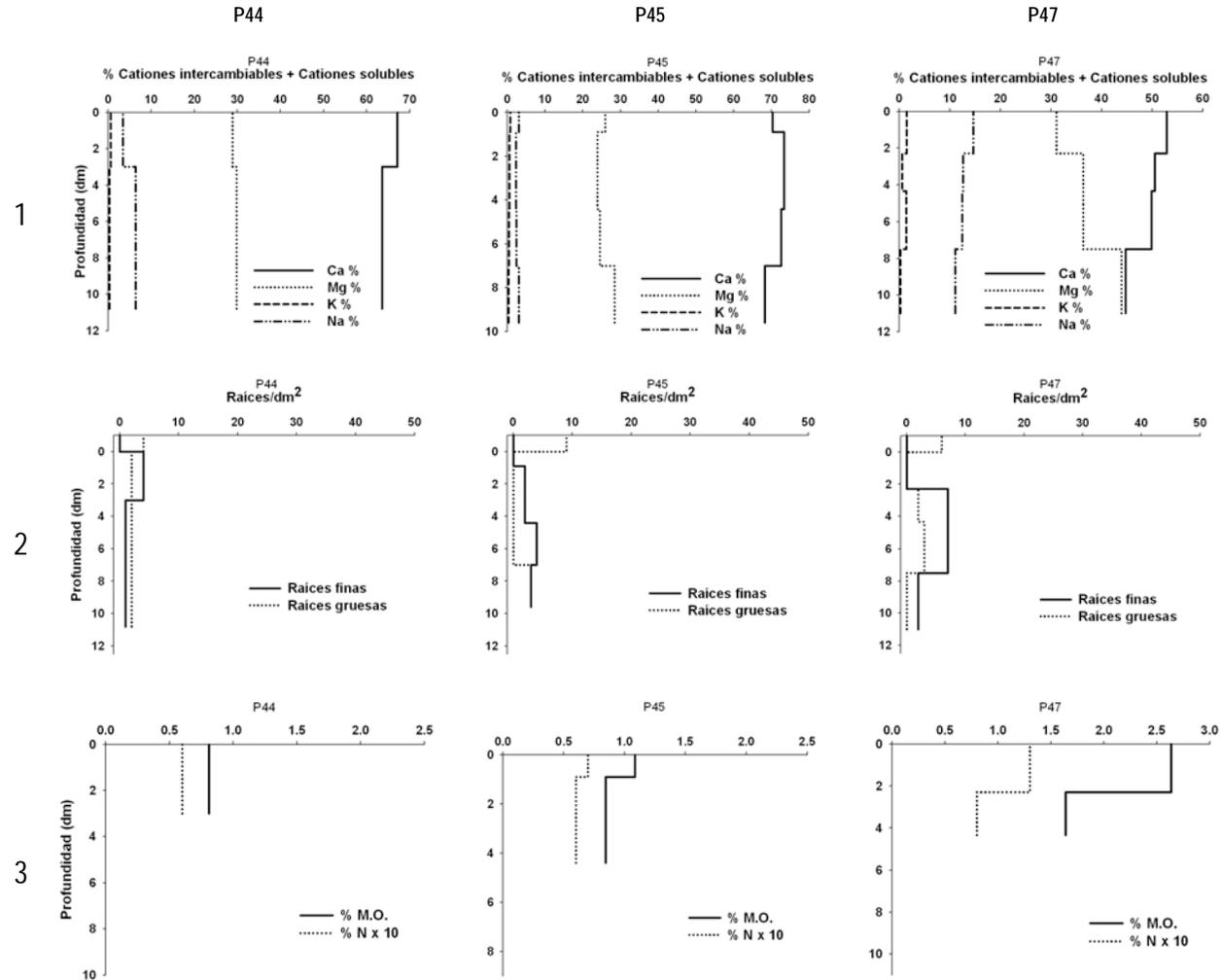


Figura 39. Gráfica 1: Contenidos de piedras, tierra fina y distribución de los poros en cada perfil de suelo (en %). CA es la capacidad de aireación, dCC es la capacidad de retención de agua disponible, CC es la capacidad de campo y VPT es el espacio poroso total. Gráfica 2: Distribución del sistema de raíces finas y gruesas en cada perfil de suelo. Gráfica 3: Porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno disponible en los horizontes orgánicos de cada perfil de suelo.

Catena 8 San Antonio de las Minas 2

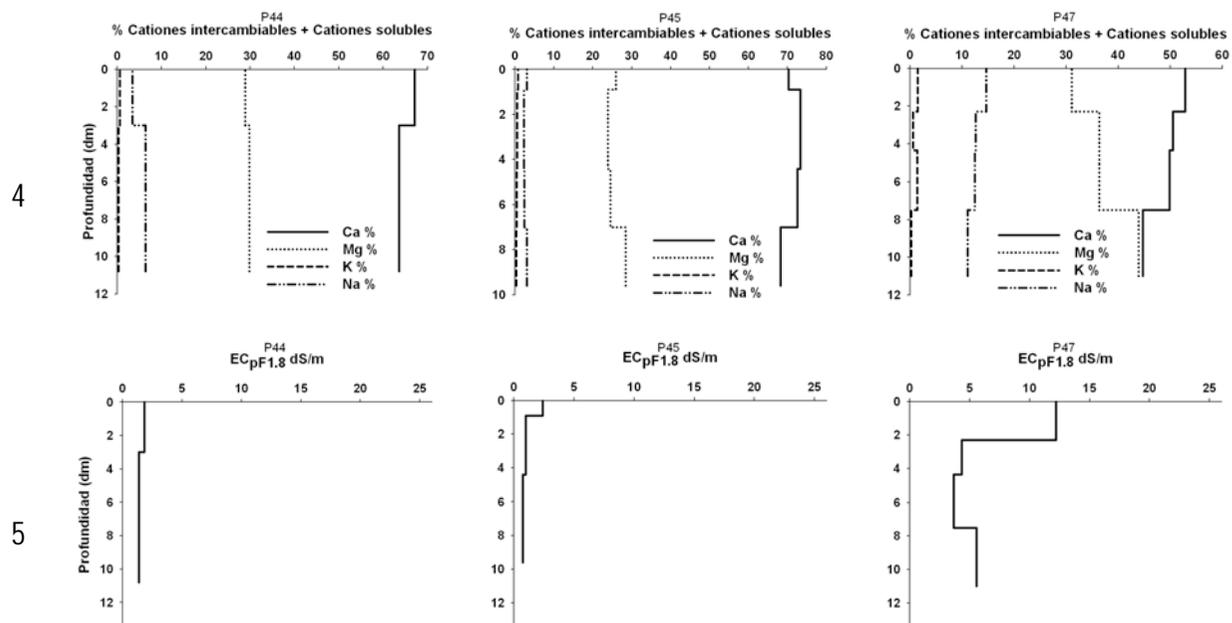


Figura 40. Gráfica 4: Porcentaje de saturación de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) por horizonte de suelo. Gráfica 5: Conductividad eléctrica (EC en dS/m) en el extracto de saturación de cada horizonte del suelo.

CIC es suficiente, el Ca tiene una buena concentración en la saturación de bases, el Mg y el Na están presentes en cantidades altas y este suelo tiene una marcada carencia de K (Fig. 40). Este suelo no presenta acumulación importante de sales.

Una deficiencia en K podría provocar la decoloración y caída prematura de las hojas. Las carencias en K están ligadas a la fijación de este elemento en el suelo, a una mayor demanda relacionada a un exceso de carga en la planta (no es éste el caso) o bien, a un funcionamiento incorrecto de las raíces relacionado a una insuficiencia de agua en el suelo (Reynier, 2005). En este sitio es necesario equilibrar los nutrientes, especialmente llevar al N, fósforo y K a concentraciones adecuadas para el buen crecimiento y rendimiento de las plantas (Fig. 40). Una deficiente colonización de raíces está relacionada con carencias en fósforo, sobre todo durante los primeros años que siguen a la plantación (Reynier, 2005). Es posible también que, debido a la posición en el paisaje, estos lugares estén sujetos a un lavado subsuperficial que provoca la movilización ladera abajo de nutrientes y de suelo.

Perfil 45

El sitio de la observación P45 está a 230 msnm y se encuentra en una ladera de lomerío de granito, es inestable debido a la fuerte pendiente (18°) (Fig. 38). Presenta un suelo *Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic)*, con una secuencia de horizontes Ap-BC₁-BC₂-BC₃ y una profundidad de desarrollo de 44 cm. El suelo es poco desarrollado, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta de manera general, texturas gruesas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total y densidad de raíces bajas. A excepción de la clasificación del suelo, este sitio tiene características edafo-ecológicas muy similares al P44 (Tabla 11).

Las plantas en este sitio también tienen expuestas las raíces finas, no se observaron raíces finas a profundidad y la mayor cantidad de raíces gruesas se encuentra en el tercer horizonte. La evaluación de las características físico-químicas de este suelo, pH, materia orgánica, N, relación C/N, P, CIC, saturación de cationes, es igual a la evaluación de las de P44 (Figuras 39 y 40). El sitio tiene por tanto las mismas carencias y necesidades.

Perfil 47

La subunidad de pie de ladera (PL) es la zona de acumulación coluvial entre las lomas, formada por acción de un intemperismo profundo y acumulación de material coluvial de las laderas de lomerío. Esta subunidad bajo condiciones de cultivo está sujeta al proceso activo de erosión laminar y erosión pluvial severa, es un sitio estable. El perfil P47 es la observación hecha en este sitio, el cual está a 255 msnm y tiene una pendiente de 3° (Fig. 38). La unidad edáfica se caracterizó como *Hyposalic Phaeozem (Sodic)*, con una secuencia de horizontes Ap-AB-Bw-BC, tiene una profundidad de desarrollo de 75 cm. El color varía en este perfil de café a café amarillento, la pedregosidad es baja en superficie y media en profundidad, tiene texturas franco-arenosas en superficie y la cantidad de arcilla aumenta con la profundidad, el suelo tiene poca estructura y una densidad mediana de raíces de manera general. El perfil es poco poroso, los procesos pedogenéticos importantes son la incipiente formación de estructura y la acumulación importante de humus, razón por la cual el horizonte superficial se clasificó como mólico.

Este suelo es fisiológicamente profundo, con capacidades de aireación y de agua disponible para las plantas medianas, su erosionabilidad es baja y la conductividad hidráulica (Kf) es en general alta (Tabla 11).

En general, en este sitio los pies de vid también tienen las raíces expuestas; tanto las raíces finas como las gruesas se encuentran sobre todo entre los 23 y 75 cm de profundidad, la densidad de las raíces finas es la más importante (Fig. 39). El pH de este suelo varía de muy ligeramente ácido a muy ligeramente alcalino (6.7 – 7.2), tiene carbonato de calcio secundario en el horizonte superficial, el contenido es muy bajo (Anexo 10). Los contenidos de materia orgánica y N son buenos para los requerimientos de la vid y disminuyen con la profundidad (2.64 a 1.64 % para la materia orgánica y 0.13 a 0.08 % para el N) (Fig. 39). La relación C/N indica una mineralización rápida de la materia orgánica (12). La CIC es en general suficiente en todo el perfil, el Ca es el catión de mayor cantidad en la saturación de bases pero tiene una concentración baja y disminuye con la profundidad, el Mg y el Na tienen concentraciones muy altas (el Mg aumenta con la profundidad y el Na disminuye con la profundidad) y el K es el catión que está presente en menor cantidad y su concentración es baja (Fig. 40), para esta CIC su saturación debe ser de 4 % (Reynier, 2005). El contenido en fósforo es en general bajo (Tabla 11).

Las concentraciones de K y fósforo deben cuidarse para evitar deficiencias de estos nutrientes en la planta. Este suelo acumula cantidades de sales importantes en la mayor parte del perfil, la salinidad es moderada a alta (4.3 a 12 dS/m) (Fig. 40). Concentraciones de sales de esa magnitud podrían provocar una pérdida de la producción en más del 50 % si las plantas de vid no han sido injertadas en una especie tolerante a la salinidad (White, 2003). El exceso en Na señala un cierto riesgo de sodicidad, el Na se acumula en exceso en la mayor parte del perfil (11 a 14 % de saturación) (White, 2003).

5. Discusión de resultados

5.1 Evaluación del paisaje y patrón general de distribución de suelos.

Las geoformas del Valle de Guadalupe son características de zonas semi-áridas, sobre todo la formación de un glacís al pie de las montañas y la presencia de abanicos aluviales coalescentes de edades diferentes, con actividad y procesos distintos. Además de lo anterior se delimitó en esta zona una planicie aluvial importante en extensión y un lomerío de granito producto de la erosión intensa.

A continuación se discuten los resultados obtenidos en relación a la distribución y evolución de los suelos de la zona de estudio y las relaciones encontradas entre los suelos y las geoformas del Valle de Guadalupe. Para ello se hace referencia a la Tabla 12 y a las Figuras 41 y 42.

Tabla 12. Área en km² y porcentajes de cada subunidad respecto al total del área de estudio (se excluye la unidad de montaña)

Subunidad	Área (km ²)	%	
Lomerío (L)	27.33	21.61	Lomerío
Ladera erosiva (LE)	11.66	9.22	
Pie de ladera (PL)	2.66	2.10	
Planicie (P)	13.54	10.70	Llanura aluvial
Cauce principal del río (Cp)	5.90	4.67	
Abanico (A)	1.24	0.98	Glacís
Canal coluvio-aluvial (O)	4.00	3.16	
Glacís acumulativo alto (GAa)	14.80	11.70	
Glacís acumulativo bajo (GAb)	36.81	29.10	
Glacís erosivo (GE)	8.53	6.74	

Las grandes unidades de paisaje del valle son la montaña (M), el lomerío (L), la llanura aluvial y el glacís. En la unidad de M no se realizaron observaciones ya que esta unidad no es de interés para este estudio. Esta unidad se excluyó por lo tanto de la relación de superficies ocupadas por cada subunidad, desglosada en la Tabla 12.

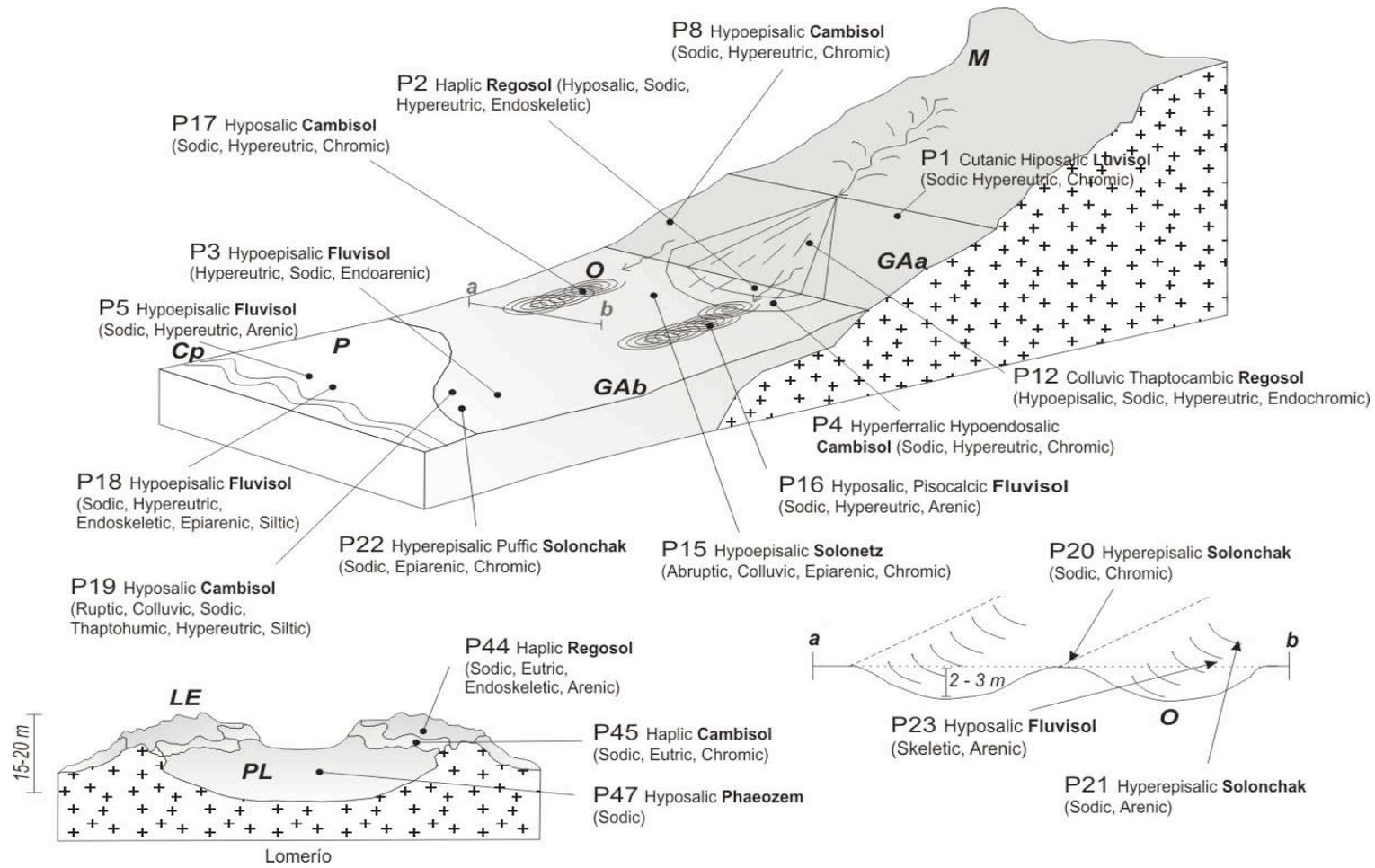


Figura 41. Diagrama esquemático del Valle de Guadalupe que muestra los tipos de suelos que se desarrollan en geformas construidas sobre granito o a partir de material de origen granítico. a) Catena esquemática sobre glaciés, b) catena esquemática en lomeríos, c) catena en lomos de ballena y canales coluvioaluviales.

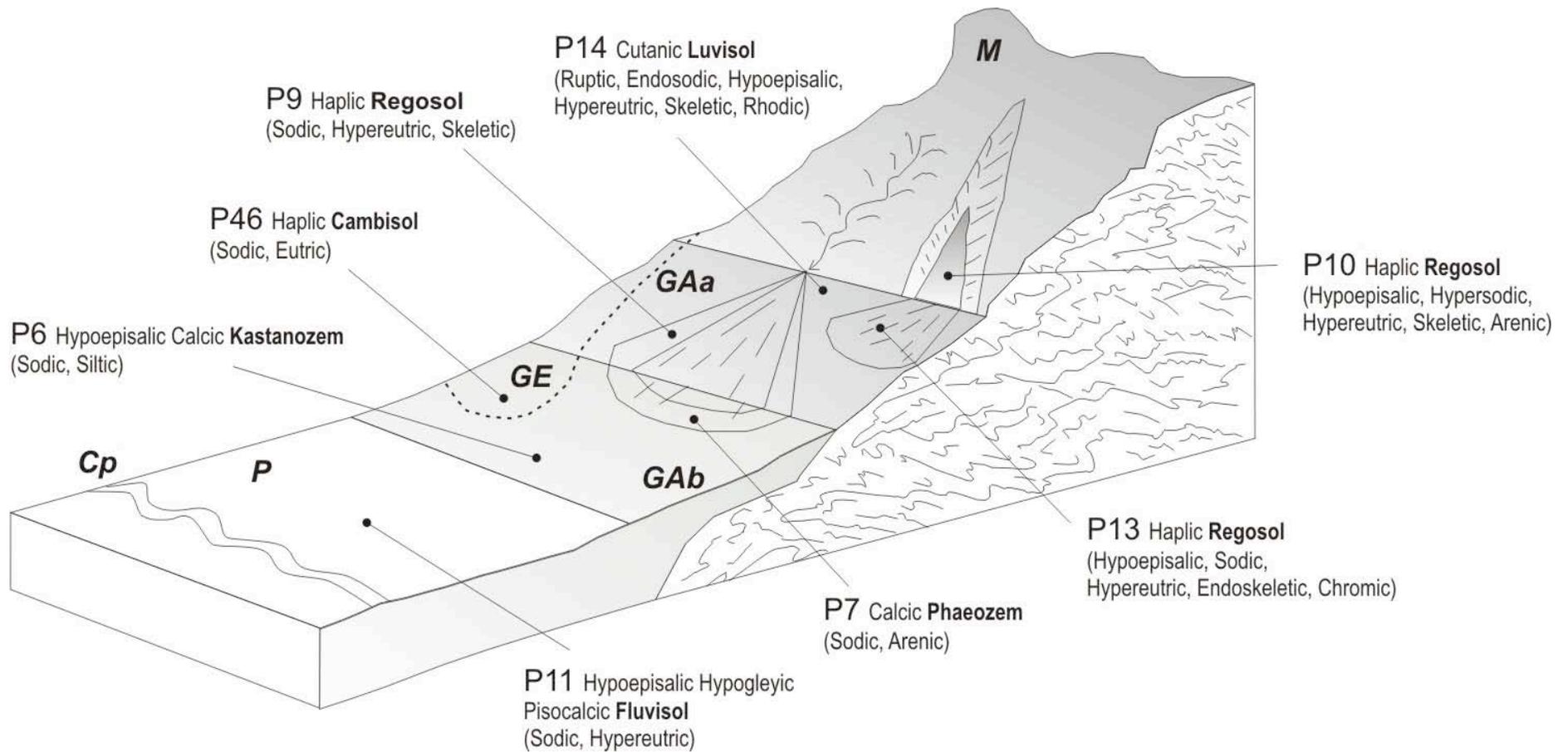


Figura 42. Diagrama esquemático del Valle de Guadalupe que muestra los tipos de suelos que se desarrollan en geofomas construidas a partir de roca metasedimentaria o de material de origen de esta roca.

La unidad de lomerío (L) abarca 32.9% (incluye LE y PL) de la superficie del valle y tiene un patrón de distribución de suelos de *Regosols* y *Cambisols* en la ladera erosiva (LE) y de *Phaeozems* en el pie de ladera (PL) (Fig. 41 b)). Las laderas erosivas son sitios inestables, el intemperismo y el proceso de erosión parecen ser intensos. Los *Regosols* son suelos de muy poco desarrollo, de texturas gruesas y pobres en nutrientes; los *Cambisols* tienen poco desarrollo pedogenético y sólo difieren de los anteriores, porque tienen más arcilla a profundidad. Los pies de ladera son sitios que acumulan material transportado de las laderas erosivas, los *Phaeozems* tienen mayor cantidad de arcilla a profundidad y comparativamente mayor cantidad de materia orgánica. El lomerío es una unidad importante, abarca casi el 33% del área de estudio, en dos terceras partes de esta unidad no fue posible mapear las zonas acumulativas (PL) ni las erosivas (LE) a la escala a la cual se realizó la fotointerpretación, por esta razón, la extensión de los *Phaeozems*, que representan un 2.1% del área (Tabla 12), probablemente está subestimada. Esto es el mismo caso para los suelos desarrollados en LE, mientras que la superficie ocupada por la subunidad de L se encuentra sobreestimada.

De acuerdo a las observaciones hechas en campo los *Phaeozems* representan la mitad del área de L, y por lo tanto estarían presentes en un área aproximada de 16 km² en esta parte del valle (en la unidad de lomerío) y los *Regosols* y *Cambisols* en una de 25 km². En esta unidad se realizaron pocas observaciones, ya que el patrón de suelos se repite y es muy homogéneo.

La planicie (P) se encuentra dentro de la llanura aluvial, tiene una extensión de 13.5 km² y representa el 10.7% del área de estudio, es un sitio muy inestable, incluso peligroso si las lluvias, y por lo tanto las descargas en ríos y cañones, son intensas; pueden destruir viñedos enteros y depositar paquetes de material de gran espesor durante un solo evento extraordinario (Tabla 12 y Anexo 1). Los suelos de P en su mayoría son *Fluvisols*, hay sitios donde P es muy estrecha y el último evento de depósito dejó un paquete de gran espesor (>100 cm); en estos sitios los suelos se clasifican como *Regosols* (Fig. 42). En la planicie la morfogénesis domina, por lo que no hay evidencia de procesos pedogenéticos.

La morfogénesis de los abanicos (A) ha cambiado a lo largo de su formación: en la actualidad algunos están sujetos a una erosión-acumulación intensa que forma canales coluvio-aluviales (O). Los suelos en las secciones de abanicos no erosionadas presentan pedogénesis avanzada: hay evidencia de procesos de neoformación de óxidos de hierro así como desarrollo de estructura; además hay una clara acumulación de sales solubles por lo que se

clasificaron como *Solonchaks*. Los suelos en los canales coluvio-aluviales tienen poco desarrollo, tenderían a ser *Fluvisols* pero la acumulación de sales desvía la clasificación hacia *Solonchaks*; sin embargo, en algunas secciones de estos canales pero más someras (< 1 m de profundidad), también hay *Fluvisols* y en ciertos sitios *Cambisols*, dependiendo de la magnitud del aporte reciente de material. Es importante resaltar que la excesiva acumulación de sales en estos sitios parece ser resultado de un proceso antrópico, atribuible a la mala calidad del agua de riego.

La unidad de glacis es la más importante del valle, tiene un área de 60 km² y casi en su totalidad se utiliza para el cultivo de la vid. Esta unidad se dividió en glacis acumulativo alto y bajo (GAa y GAb) y glacis erosivo (GE) con base en los cambios de la pendiente, el material parental y la morfodinámica. En la actualidad están sujetos a morfodinámicas distintas: el GE se erosiona, mientras que el GAa y el GAb acumulan material, en el GAb además hay zonas de depósito y de erosión al mismo tiempo.

Los suelos identificados en el GE son *Cambisols* de desarrollo poco pronunciado, el proceso más importante es la formación de estructura. Esta subunidad ocupa el 6.7% (Tabla 12) del área de estudio, es un sitio penestable y de las subunidades del glacis es la menos explotada para la viticultura. En casi 12% del área se extiende el GAa (Tabla 12), dentro de esta subunidad hay sitios con la pedogénesis más avanzada del valle (*Luvisols*) y otros con poco desarrollo, hay zonas erosionadas y zonas estables. Debido a las características anteriores, el patrón de distribución de suelos es *Luvisols*, *Cambisols* y *Regosols*. La alta pedregosidad es una característica de estos suelos, incluso de los *Luvisols*, ya que se desarrollaron a partir de un coluvión que tiene como origen otro suelo evolucionado (Anexos 3 y 10). En porciones de terreno estables del GAa, que no han sido cubiertas por abanicos recientes, se ubican los únicos *Luvisols* identificados en este estudio; en el GAb hay una tendencia a formarse este tipo de suelos pero están sepultados. Los procesos de iluviación de arcillas y neoformación de óxidos de hierro resultan raros en este tipo de clima, provienen de paleosuelos de pedogénesis mucho más avanzada que se desarrollaron seguramente durante un periodo más húmedo que el actual y bajo condiciones morfodinámicas más estables.

El GAb es el de mayor extensión en la zona, ocupa un área de casi 37 km² (Tabla 12). Es una zona heterogénea en donde hay sitios estables donde la pedogénesis ha podido avanzar, y otros sitios inestables, con suelos poco evolucionados. Los principales procesos en los suelos

en sitios estables son la neoformación de óxidos de hierro y la formación de estructura. En esta subunidad se pueden distinguir dos zonas con propiedades edáficas distintas al parecer en función del material parental: aluvión formado a partir de derrubios de roca metasedimentaria o de roca granítica. Los suelos que se desarrollan sobre roca metasedimentaria o depósitos que resultaron de la erosión e intemperización de ésta, son suelos donde la acumulación de materia orgánica y de carbonato de calcio secundario es muy importante. Como resultado de los procesos anteriores, los suelos que se encontraron fueron *Phaeozems* y *Kastanozems* cálcicos. En la parte del valle donde el material parental es roca granítica, se desarrollan *Regosols*, *Cambisols*, *Fluvisols*, *Solonetz* y *Solonchaks*. Los *Regosols* y *Cambisols* se encuentran tanto en las partes altas como en las partes bajas de la subunidad; en la parte baja del GAb los *Cambisols* están enterrados por un depósito coluvial que ha interrumpido su evolución (probablemente hacia *Luvissols*, como los del GAa) y tienen alto contenido de materia orgánica. Los *Fluvisols* se localizan cerca de la llanura de inundación del río. En el GAb se observa un problema grave de acumulación de sales, los *Solonetz* y *Solonchaks* además muestran evidencia de procesos como iluviación de arcillas y formación de estructura, lo que indica una relativa estabilidad de la geoforma en el tiempo. Sin embargo, han acumulado tal cantidad de sales que han desarrollado un horizonte nátrico o sálico según sea el caso. De igual forma que en A y O, la acumulación de sales se considera un proceso antrópico atribuible a la mala calidad del agua utilizada para el riego.

5.2 Aptitud para el cultivo de la vid para la producción de vinos

En el capítulo del marco teórico se mencionan las propiedades más importantes para determinar la aptitud de los suelos para el cultivo de la vid. Éstas son: la profundidad, la estructura, la textura y la capacidad de retención de agua, la resistencia al corte, la actividad biológica, los nutrientes y las propiedades químicas del suelo que determinan su disponibilidad. También se mencionó, que la profundidad pierde importancia cuando el suelo es irrigado. A continuación se analizan estas propiedades en los diferentes suelos encontrados en el Valle de Guadalupe.

Una generalidad de los suelos de la zona de estudio es el desequilibrio observado entre los nutrientes en la solución del suelo o en fases intercambiables. Para analizar qué factores determinan la variabilidad en las concentraciones de los cationes Ca, Mg, K y Na en los

diferentes perfiles estudiados, éstos se agruparon primero según el material parental dominante con la finalidad de resaltar si es el origen del suelo el factor que predominantemente explica la distribución de los cationes (Figura 43). Las concentraciones altas de Ca se observan principalmente en los suelos donde hay carbonato de calcio secundario; los suelos desarrollados sobre roca volcánica tienen concentraciones altas de Ca y Mg (P46), es posible que se deban a la influencia del material parental, aunque es necesario realizar más observaciones en esta zona para corroborar lo anterior. Las cantidades altas de Mg de P47 podrían provenir de la roca volcánica (relativamente cercana) o del agua que se filtra por esa roca y se utiliza para riego. Como P47 se encuentra en una zona de acumulación lo anterior resulta factible (Fig. 41). El K se encuentra en general en concentraciones bajas en todos los suelos de la zona. Sólo pocos sitios muestran concentraciones relativamente altas en comparación con la mayoría de los suelos; sin embargo, esto no parece estar asociado con disolución de minerales ricos en potasio del granito (por ejemplo ortoclasas o micas), ya que este comportamiento sólo se observa en pocos suelos y no corresponde a aquellos desarrollados o influenciados por materiales graníticos. La distribución un tanto errática del potasio en los suelos analizados sugiere que su fuente sea la fertilización de algunos de los suelos (P22).

Las concentraciones altas en Na coinciden en los suelos con cantidades de arcilla importantes (P1, P15, P22, P17, P19), pero al parecer el relieve también define la acumulación de este catión; las zonas bajas de acumulación también presentan cantidades altas (P47 y P6). El agua de riego es la fuente más probable de estas altas concentraciones en Na, dado que los sitios no cultivados y no irrigados presentan las concentraciones más bajas de Na, y también de Mg y Ca en el valle (P9). Los sitios altamente arenosos y permeables (P5 y P10) no acumulan Na, pero tampoco retienen los otros cationes; son de los más pobres en nutrientes. Uno de los sitios más pobres en K es el lomerío de granito (P44 y P45); debido a que el material parental es rico en minerales que contienen potasio, se esperaría lo contrario. El relieve y las texturas pueden ser causas de esta deficiencia, dado que estos sitios son de desarrollo incipiente, están altamente erosionados, presentan texturas muy gruesas y están en pendientes pronunciadas, lo que favorece la movilización de nutrientes y material a las partes bajas.

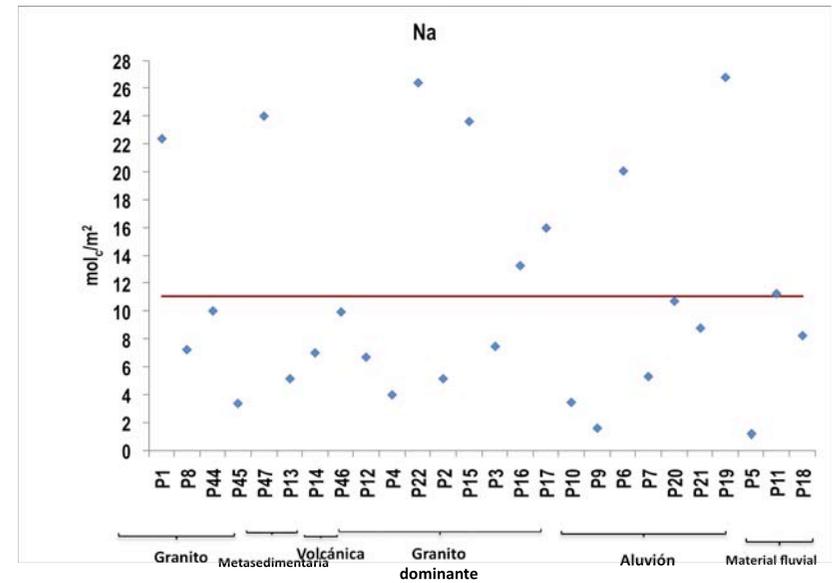
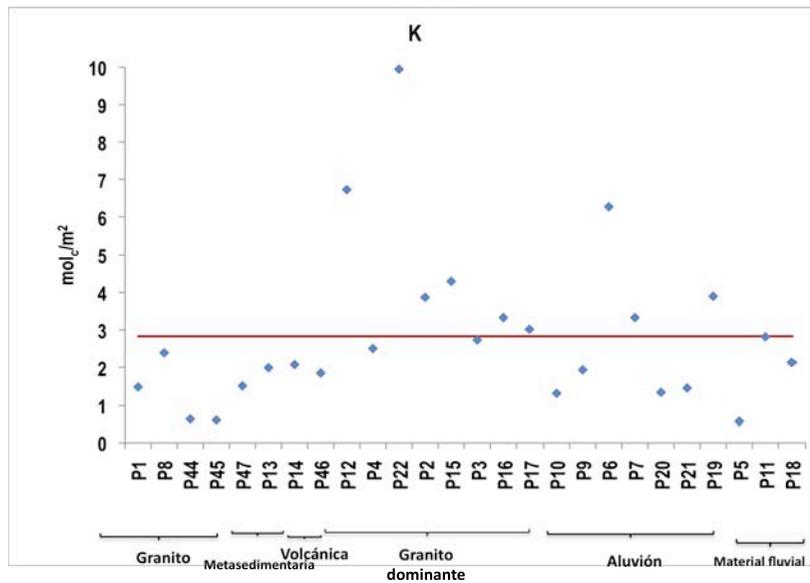
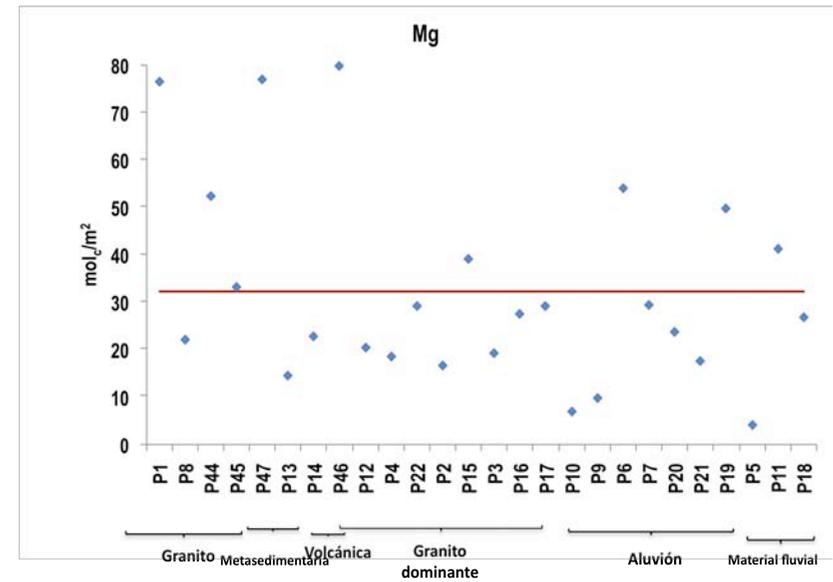
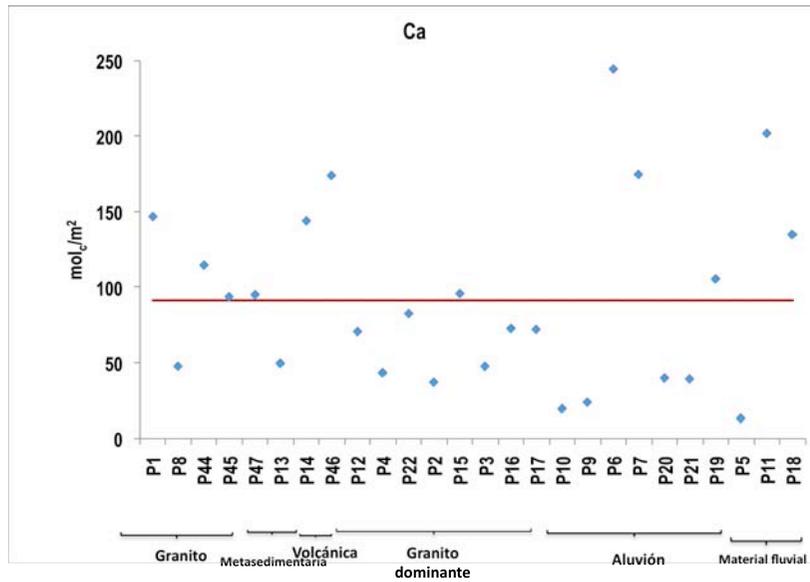


Figura 43. Relaciones de Ca, Mg, K y Na con los sitios de muestreo, la línea roja es el valor promedio el cual es 91.5, 32.3, 2.8 y 11.1 mol_e/m² respectivamente.

Para el análisis de aptitud se hicieron además dos ponderaciones de las variables determinantes en cada sitio de muestreo: en la primera se le asignó una puntuación a cada variable importante para el cultivo de la vid y se sumaron los puntos considerando a todas las variables con la misma importancia, mientras que en la segunda se seleccionaron sólo algunas variables clave, las cuales a su vez se ponderaron de forma distinta en función de su importancia utilizando un factor de 0 a 1. La puntuación asignada a cada variable se realizó con base en qué tanto correspondían las variables medidas con valores reportados en la literatura como óptimos o adecuados para el cultivo de la vid (Anexo 9). Para la evaluación de la mayoría de las variables se utilizaron los valores del horizonte con mayor densidad de raíces y en algunos casos los del horizonte superficial.

El suelo mejor evaluado siguiendo ambos procedimientos (Figuras 44 y 45) es el P46, que se encuentra en el GE: tiene una alta cantidad de bases intercambiables, pH neutro, no acumula sales, tiene una buena cantidad de humus, es profundo, tiene una alta capacidad de aireación (CA) y de retención de agua disponible (dCC), su característica negativa, lo que más limitaría el desarrollo de la vid, es la concentración alta de Mg y baja de K y fósforo lo que es fácilmente corregible por medio de una fertilización y que mejoraría mucho la calidad del sitio. El resto de los suelos se distribuyen en 4 grupos según la puntuación obtenida al aplicar la primera ponderación (Fig. 44).

El primer grupo es del P46 al P8 (en el orden en que están graficados) (Fig. 44), estos suelos tienen un pH menor a 8, no acumulan sales en el horizonte con mayor densidad de raíces, tienen una baja densidad aparente (D.A.), su contenido de Ca y K es relativamente alto, en su mayoría tienen concentraciones bajas de Na, son fisiológicamente profundos, la CA y dCC son medianamente buenas. Por otro lado, la mayoría de estos suelos acumulan sales en superficie, tienen una alta cantidad de Mg, el cual podría provocar desbalances nutricionales con Ca y K, son pobres en humus y en fósforo. Este grupo de suelos se distribuye en el GAa de granito y en el GAb de granito y de roca metasedimentaria. Una fertilización adecuada, un aporte de materia orgánica y el uso de agua de riego de mejor calidad mejorarían la aptitud de estos suelos.

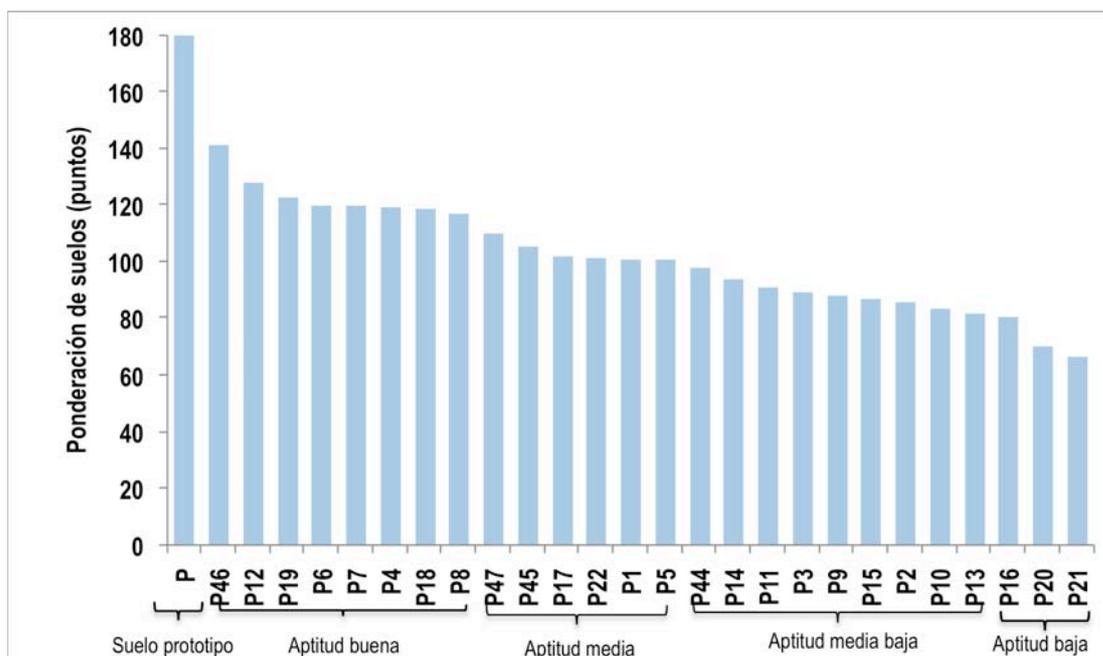


Figura 44. Primera ponderación de los suelos (las variables utilizadas se reportan en el anexo 9).

El segundo grupo de suelos es del P47 al P5 (Fig. 44). Éstos tienen cantidades de bases intercambiables medias, una buena D.A., tienen una moderadamente buena concentración de Ca, tienen buena profundidad fisiológica y buena CA. Sin embargo el pH de estos suelos puede aumentar hasta 8.5 (con riesgo de clorosis), acumulan cierta cantidad de sales tanto en el horizonte con mayor densidad de raíces como en el superficial, las concentraciones de Mg y Na son altas y las de K y fósforo son bajas, son pobres en humus y tienen baja dCC. En estos suelos no sólo se deben equilibrar los nutrientes, sino se debe mejorar la estructura del suelo (mediante el aporte de materia orgánica y aumentando el Ca para mejorar su dCC y favorecer su agregación) y mejorar la calidad del agua de riego para lavar las sales solubles. P5 y P45 no acumulan muchas sales y tienen baja cantidad de Na, pero coinciden en el resto de las deficiencias de los suelos de este grupo. La mayoría de estos suelos se localizan en el lomerío de granito y en el GAb de granito, P5 está en la planicie y P1 en el GAa.

El tercer grupo de suelos contiene los sitios de muestreo P44 al P13 (Fig. 44). Estos sitios tienen pH menor a 8 (algunos con cierto riesgo de clorosis), concentración mediana de Ca (a excepción de P11 que es muy baja), buena profundidad fisiológica (a excepción de P11 que es poco profundo) y relativamente buena CA. En este grupo es más difícil hacer generalizaciones, tienen concentraciones altas de sales, ya sea en el horizonte de mayor densidad de raíces o en el

superficial (a excepción de P9 que no es irrigado y P44), con cantidades de Na relativamente altas, la concentración de Mg es elevada, son pobres en humus y en fósforo y tienen baja capacidad de retención de agua disponible (dCC). Estos suelos necesitan un monitoreo integral de sus deficiencias, se deben equilibrar los nutrientes, mejorar la estructura, aumentar el contenido de materia orgánica y disminuir la cantidad de Na si es posible lavando los suelos. Estos suelos se encuentran en el GAb de granito, en el lomerío de granito y en la planicie y GAa de roca metasedimentaria.

El último grupo de suelos (de P16 a P21) (Fig. 44) tiene pH menor a 8.3 (algunos con riesgo de clorosis), buena D.A. y mediana concentración de Ca. Estos suelos tienen alta acumulación de sales, muy bajas cantidades de bases intercambiables, las cantidades de Mg y Na son muy altas y las de K son bajas, son muy pobres en humus y en fósforo, tienen desarrollo incipiente (a excepción de P20), baja CA y dCC (a excepción de P16 que son medias). Es muy probable que debido a la elevada concentración en Na, P20 (que es el suelo de este grupo de moderado desarrollo) se esté degradando, su baja dCC y CC así lo indican. La principal variable a monitorear en estos suelos es la CE, es necesario reducir la salinidad del suelo aplicando riegos de lavado, también es necesario aumentar y equilibrar la cantidad de nutrientes, mejorar la actividad biológica y la cantidad de materia orgánica para así mejorar la CA y la dCC. Estos suelos se ubican en zonas evolucionadas del GAb de granito, donde los abanicos en la actualidad se erosionan.

La segunda ponderación se restringió a las variables de CE, contenidos de K, Na, humus y fósforo, a la CA y dCC. Tomando en cuenta los datos reportados en la literatura y la percepción personal del sitio, a las variables que se les dio mayor peso (factor de 1) son la CE, el contenido de K y de materia orgánica, la CA y la dCC. El factor de ponderación aplicado para el resto de las variables fue menor a 1. (Fig. 45, anexo 9).

Como se puede apreciar en la Fig. 45, el sitio mejor evaluado es el mismo que para la ponderación anterior (P46) y por las mismas razones. En esta gráfica los suelos se separan en tres grupos, el primero de este caso coincide con el primer grupo del caso anterior (Fig. 44) (P18 a P8), a excepción de P6 que tiene una evaluación menor, y se debe a sus altas CE y

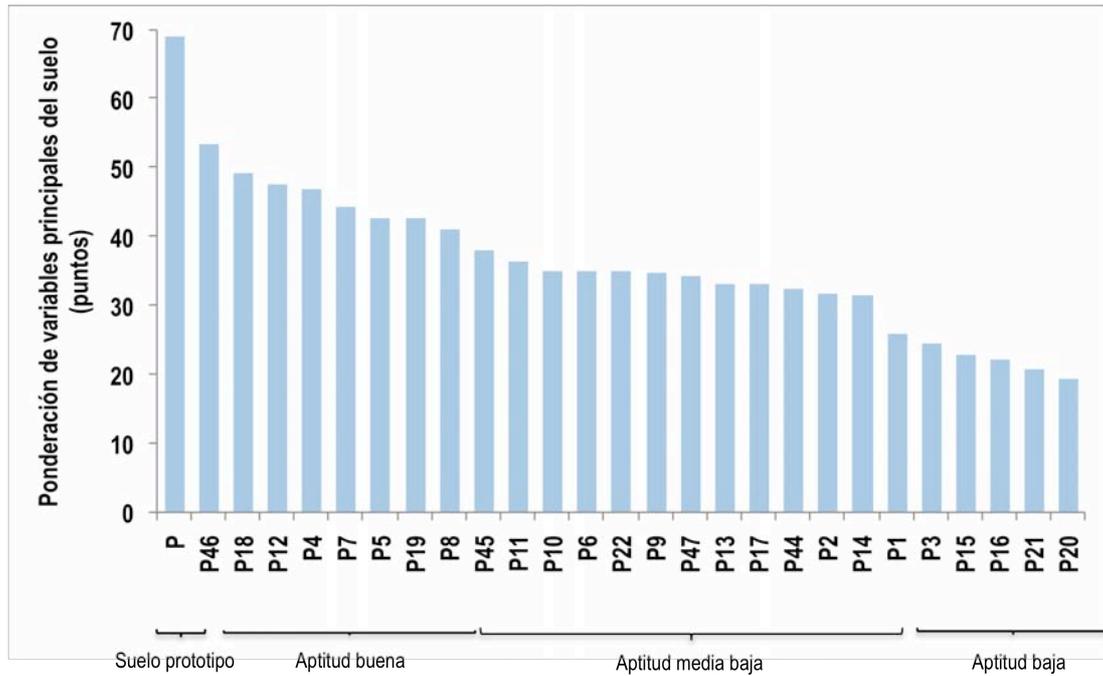


Figura 45. Segunda ponderación de los suelos (las variables utilizadas se reportan en el anexo 9).

alta coconcentración de Na. El segundo grupo de suelos (P45 a P14) tiene altas CE en superficie sobre todo, algunos también en el horizonte de mayor densidad de raíces, la mayoría son pobres en humus. P44 y P45 caen en este grupo porque tienen CE baja y no acumulan grandes cantidades de Na, sin embargo son sitios donde el K, el humus y el fósforo son muy bajos. De este grupo P22 necesita una mención especial, ya que este suelo acumula grandes cantidades de sales y Na en superficie, pero su CA es relativamente buena y su dCC no es tan baja, además tiene una buena cantidad de K. El último grupo de suelos (P1 a P20) coincide también con el de la Fig. 44 pero en este grupo se incluyen además P1, P3 y P15. A excepción de P1, todos estos suelos tienen graves problemas de acumulación de sales. P1 cae en este grupo sobre todo por sus deficiencias en K, fósforo y materia orgánica.

Desde el punto de vista de la clasificación de suelos (WRB, 2006), según la primera ponderación (Fig. 44, Tabla 13), la mayoría de los suelos de aptitud buena son *Cambisols* y dos de los 3 suelos de mayor contenido de materia orgánica. Los suelos de este grupo se distribuyen en la unidad de glacis (GE, GAa y GAb).

Tabla 13. Distribución del tipo suelos según la primera ponderación (Fig. 44).

Tipo de Suelo (WRB, 2006)	Perfil	Subunidad	Aptitud
Haplic Cambisol (Sódico, Eútrico)	P46	GE	Buena
Colluvic ThaptoCambic Regosol (Hypoepisalic, Sódico, Hypereútrico, Endochromico)	P12	GAa	
Hyposalic Cambisol (Rúptico, Colluvic, Sódico, Thaptohumico, Hypereútrico, Silítico)	P19	GAb	
Hypoepisalic Calcic Kastanozem (Sódico, Silítico)	P6	GAb	
Calcic Phaeozem (Sódico, Arenico)	P7	GAb	
Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sódico, Hypereútrico, Cromico)	P4	GAb	
Hypoepisalic Fluvisol (Sódico, Hypereútrico, Endoskeletalico, Epiarenico, Silítico)	P18	P	
Hypoepisalic Cambisol (Sódico, Hypereútrico, Cromico)	P8	GAa	
Hyposalic Phaeozem (Sódico)	P47	PL	Media
Haplic Cambisol (Sódico, Eútrico, Cromico)	P45	LE	
Hyposalic Cambisol (Sódico, Hypereútrico, Cromico)	P17	O	
Hyperepisalic Puffic Solonchak (Sódico, Epiarenico, Cromico)	P22	GAb	
Cutánico Hyposalic Luvisol (Sódico, Hypereútrico, Cromico)	P1	GAa	
Hypoepisalic Fluvisol (Sódico, Hypereútrico, Arenico)	P5	P	
Haplic Regosol (Sódico, Eútrico, Endoskeletalico, Arenico)	P44	LE	Media baja
Cutánico Luvisol (Rúptico, Endosódico, Hypoepisalic, Hypereútrico, Skeletalico, Rhodico)	P14	GAa	
Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sódico, Hypereútrico)	P11	P	
Hypoepisalic Fluvisol (Hypereútrico, Sódico, Endoarenico)	P3	GAb	
Haplic Regosol (Sódico, Hypereútrico, Skeletalico)	P9	GAa	
Hypoepisalic Solonetz (Abrúptico, Colluvic, Epiarenico, Cromico)	P15	GAb	
Haplic Regosol (Hyposalic, Sódico, Hypereútrico, Endoskeletalico)	P2	GAb	
Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hipersódico, Hypereútrico, Skeletalico, Arenico)	P10	P	
Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sódico, Hypereútrico, Endoskeletalico, Cromico)	P13	GAa	
Hyposalic Pisocalcic Fluvisol (Sódico, Hypereútrico, Arenico)	P16	O	Baja
Hyperepisalic Solonchak (Sódico, Cromico)	P20	A	
Hyperepisalic Solonchak (Sódico, Arenico)	P21	O	

Para los suelos de aptitud media, no hay en realidad una tendencia en cuanto a su clasificación, tampoco la hay de las subunidades donde se localizan. Los suelos de aptitud media baja se clasificaron como *Regosols*, *Fluvisols* y en este grupo hay un *Luvisol* (debido a su alta pedregosidad), se distribuyen en la unidad de glaciés (GAa y GAb) y en la subunidad P. Los suelos de aptitud baja son sobretodo los *Solonchaks* y se localizan en la subunidad O.

Según la segunda ponderación (Fig. 45, Tabla 14), los suelos de aptitud buena son los *Cambisols*, algunos *Fluvisols* y uno de los dos *Phaeozems*, se localizan en la unidad de glaciés (GE, GAa y GAb) y en la subunidad P.

Tabla 14. Distribución del tipo suelos según la segunda ponderación (Fig. 45).

Tipo de Suelo (WRB, 2006)	Perfil	Subunidad	Aptitud
Haplic Cambisol (Sodio, Eutric)	P46	GE	Buena
Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Siltic)	P18	P	
Colluvic Thaptocambic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endochromic)	P12	GAa	
Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)	P4	GAb	
Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic)	P7	GAb	
Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic)	P5	P	
Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic)	P19	GAb	
Hypoepisalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)	P8	GAa	
Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic)	P45	LE	Media
Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric)	P11	P	
Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hypersodic, Hypereutric, Skeletic, Arenic)	P10	P	
Hypoepisalic Calcic Kastanozem (Sodic, Siltic)	P6	GAb	
Hyperepisalic Puffic Solonchak (Sodic, Epiarenic, Chromic)	P22	GAb	
Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic)	P9	GAa	
Hyposalic Phaeozem (Sodic)	P47	PL	
Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic)	P13	GAa	
Hyposalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)	P17	O	
Haplic Regosol (Sodic, Eutric, Endoskeletal, Arenic)	P44	LE	
Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal)	P2	GAb	
Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic, Hypoepisalic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic)	P14	GAa	
Cutanic Hyposalic Luvisol (Sodic, Hypereutric, Chromic)	P1	GAa	
Hypoepisalic Fluvisol (Hypereutric, Sodic, Endoarenic)	P3	GAb	Baja
Hypoepisalic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic)	P15	GAb	
Hyposalic Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic)	P16	O	
Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Arenic)	P21	O	
Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Chromic)	P20	A	

Para los suelos de aptitud media, ni su clasificación ni las subunidades donde se localizan siguen una tendencia definida. Los suelos de aptitud baja son los *Solonetz*, los *Solonchaks* y algunos *Fluvisols*, se ubican en las subunidades de GAb y O.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Determinantes de la calidad de la vino en la región

Las principales determinantes de la calidad del vino en el valle son la acumulación creciente de sales en los suelos, causada aparentemente por la mala calidad del agua de riego, y/o por la capacidad del suelo de retener sales o de no permitir su lavado. Al parecer los factores que determinan la acumulación de sales son la cantidad de arcilla en el suelo y la posición en el relieve; los suelos arenosos tienen menor acumulación de sales debido a su mayor permeabilidad.

La capacidad de retención de agua a capacidad de campo y de agua disponible así como la capacidad de aireación de los suelos dependen de su textura y estructura. La mayoría de los suelos del valle tienen moderado o poco grado de desarrollo, por lo que la evolución de la estructura sólo se observa en algunos casos, en los sitios estables sobretodo. A lo anterior se añade lo pobre que son en actividad biológica y en materia orgánica, lo que no ayuda ni a la estructura del suelo ni a la porosidad.

En los viñedos con sistemas de irrigación, el factor crítico de la calidad del agua de riego es la concentración de sales disueltas, principalmente de NaCl, CaCl₂ y MgSO₄. El principal efecto de la concentración de sales en la vid es a través de la absorción de los iones Na y Cl. Estos iones no sólo afectan el crecimiento de la planta, sino que son perjudiciales a la calidad del vino. En la Unión Europea, el vino importado debe tener menos de 394 y 606 mg/L de Na y Cl respectivamente (White, 2008).

El análisis aquí realizado es una primera clasificación de aptitud. Queda por probar si las variables utilizadas para las ponderaciones son las relevantes y para ello es necesario analizar variables de respuesta de la vid como son el crecimiento, el contenido de nutrimentos en los peciolos, variables indicadoras de la calidad de la uva y del vino. Será necesario seleccionar parcelas dentro de las subunidades morfoedafológicas descritas, y realizar estas observaciones para después correlacionarlas con las propiedades del suelo .

Es necesario mencionar que no se pueden tomar decisiones basadas sólo en la observación y el estudio de suelos, sobre todo porque cada tipo de cepa tiene necesidades específicas en nutrientes y en agua, pero además, las decisiones sobre los aportes y modificaciones en los suelos deben también estar basadas en el estilo de vino de la casa.

6.2 Recomendaciones

Para mejorar la estructura, y a su vez mejorar la CC y la dCC, la concentración de Ca debe llevarse a niveles adecuados para proteger al suelo de un exceso de Na, el cual provoca la dispersión de los agregados. Es importante también aumentar y equilibrar la cantidad de materia orgánica.

Como parte de una solución integral al problema de sales, se pueden utilizar portainjertos tolerantes a la salinidad, por ejemplo, las variedades tolerantes (> 6.6 dS/m, CE medida en la zona de mayor densidad de raíces) son 1103 Paulsen y Ramsey; las variedades moderadamente tolerantes y moderadamente sensibles (3.6 a 6.6 dS/m, CE medida en la zona de mayor densidad de raíces) son la 420A, 99 y 110 Richter, SO 4, 5BB Kober, 5C Teleki Schwarzmann, 101 – 14 y 140 Ruggeri (White, 2008). Los portainjertos derivados de la variedad *Vitis berlandieri* son los que muestran menos sensibilidad a la clorosis, por ejemplo el 110 R (Vaudour, 2003, White, 2003). Según los resultados de este estudio, las sales se acumulan con mayor frecuencia en horizontes con texturas finas y mucho menos en suelos arenosos, de ser posible una selección de los pozos de agua de riego, se podría utilizar el agua menos salada en zonas con suelos rojos y arcillosos. Aún utilizando portainjertos adaptados y adecuando el agua de riego a las condiciones de los suelos, es necesario cuidar al suelo de una posible degradación debido a la acumulación de sales, cuidar que la CE en el extracto de saturación se mantenga por debajo de 2 dS/m. Si las condiciones de lluvia o aporte de agua dulce al suelo no cambian con los años, las sales se concentrarán con el tiempo.

Un seguimiento organoléptico de los mostos y vinos es deseable, el registro de cómo las sales en los suelos están afectando, no sólo a la planta y al fruto, sino también organolépticamente al vino según las condiciones climáticas de cada año sería necesario. Los análisis para cuantificar Na y Cl en mostos y vinos podrían ser parte de los controles frecuentes en la bodega.

Por otro lado, un buen equilibrio en nutrientes es necesario, sobre todo para el K y el N. Se recomienda generar una base de datos sobre la cantidad de N necesario para cada tipo de uva, de tal forma que no produzca un exceso en el vigor pero que se mejoren las condiciones de la biota de los suelos. Aquí el reto será encontrar el mejor compromiso.

Finalmente, si se desea determinar o evaluar con mayor exactitud las deficiencias nutricionales más determinantes para las plantas, se sugiere completar el estudio de suelos con análisis peciolares. Aquí deberá considerarse que la demanda de nutrimentos de la vid varía con el potencial genético de cada variedad.

7 Referencias bibliográficas

Bouwer, C.A., R.F. Reitmeyer y R. Fireman. 1952. Exchangeable Cation Analysis of Saline and Alkali Soils. *Soil Sci.* 73, 251

Comisión Nacional del Agua (CNA), 2002, Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Guadalupe, Estado de Baja California: Comisión Nacional del Agua, Subdirección General Técnica, Gerencia de Aguas Subterráneas, Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológicas, 17 p.

Cooke, R. U., Warren, A., Goudie, A., 1993, *Desert Geomorphology*: London, U.C.L. Press, 526 p.

Crespy, A., 2003, *Fonctionnement des terroirs et savoir-faire viticole: les clés de la qualité: France*, Collection Avenir Œnologie, 191 p.

Gastil, R. G., Phillips, R. P., Allison, E. C., 1975, *Reconnaissance Geology of the State of Baja California*: Boulder, Colorado, The Geological Society of America, INC., 170 p.

Gastil, R. G., Phillips, R. P., Allison, E. C., 1971, *Reconnaissance Geologic Map of the State of Baja California*, escala 1:250,000, incluido en la memoria de Gastil *et al.*, 1975

Gerrard, J., 1992, *Soil Geomorphology. An integration of pedology and geomorphology: Great Britain*, Chapman and Hall, 269 p.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), 2007: ERIC III: Extractor Rápido de Información Climatológica v.1.0, Comisión Nacional del Agua, México, base de datos en formato digital.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000. Francisco Zarco, carta topográfica, escala 1:50,000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000. Primo Tapia, carta topográfica, escala 1:50,000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000. El Sauzal de Rodríguez, carta topográfica, escala 1:50,000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000. Ensenada, carta topográfica, escala 1:50,000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2003. Fotografías aéreas línea 12, fotos 17-22; línea 13, fotos 16-22; línea 14, fotos 17-21, escala 1:37,000. INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 1993. Ortofotos H11-B22e, H11-B22f, H11-B33d, H11-B33e, I11-D82b, I11-D82d y I11-D82e, escala 1:75,000. INEGI, México.

ISRIC, 1992: Procedures for soil analysis. Reeuwijk, L.P. (de.). International Soil Reference and Information Centre, Wageningen.

IUSS Working Group WRB, 2007. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

Jenny, 1941. Factors of soil formation. A system of quantitative pedology. McGraw Hill, New York.

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, **15**, 259-263. DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.

Kurczyn-Robledo, J. A., Kretschmar, T., Hinojosa-Corona, A., 2007, Evaluación del escurrimiento superficial en el noreste del Valle de Guadalupe, B.C., México, usando el método de curvas numeradas y datos del satélite: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 24, núm. 1, 2007, p 1-14.

Legros, J. P., 2006, Mapping of the soil: New Hampshire, U.S.A., Science Publishers, 331 p.

Manual de operación del Analizador de CNHS Perkin Elmer 2400 Series II

Martín, B. A., Delgado, A. L. A., 1995, Inventario de Recursos Minerales del Estado de Baja California: Ensenada, B.C., CICESE, 147 p.

Método de Olsen *et al.* reportado en: Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, 1965, C.A. Black, editor in Chief. Number 9 in the series Agronomy: American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Madison, Wisconsin, USA. Pag. 1045-1046.

Morlat, R., 2001, Terroir viticoles: Étude et valorisation: Chaintré-France, Oenoplurimédia Sarl, 118 p.

Pagel, H., J. Enzmann, H. Mutscher, 1982, Pflanzennaehrstoffe in tropischen Boeden- ihre Bestimmung und bewertung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 272 p.

Procedures for Soil Analysis, 1992, Edited by L.P. van Reeuwijk. International Soil Reference and Information Centre, Wageningen 9-6 – 9-8.

Reynier, A., 2005, Manuel de Viticulture: Paris, France, Éditions Tec & Doc, 554 p.

Ribéreau-Gayon P., Dubourdiou D., Donèche B., Lonvaud A., 1998 : Traité d'Œnologie, Tome 1. Microbiologie du vin. Vinifications : Paris, France, Dunod, 617 p.

Ribéreau-Gayon, P., Gloreis, Y., Maujean, A., Dubourdiou, D., 1998, Traité d'Œnologie. Tome 2. Chimie du vin. Stabilisation et traitements: Paris, France, Dunod, 519 p.

Schaetzl, R., Anderson, S., 2005, Soils. Genesis and geomorphology: United Kingdom, Cambridge University Press, 817 p.

Schlichting, E., H.-P. Blume y K. Stahr, 1995: Bodenkundliches Praktikum: eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler. Pareys Studentexte 81, 2., neubearb. Aufl. - Berlin, Oxford, p. 96-97.

Siebe, C., R. Jahn y K. Stahr, 1996: Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo. Publicación Especial 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México

Sumner, M. N., 2000, Handbook of soil science: Boca Raton, U.S.A., CRC Press, 2,148 p.

SURFER version 8. Método de interpolación Krigging, geostadístico de interpolación de datos

Troll, C., 1950. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale 3: 163-181. Heidelberg.

Troll, C., 1968. Landschaftsoekologie. En : Tüxen, R. 1968 (Editor) Ber. Int. Symp Ver. Vegetationskunde. Stolzenau/Weser : 1-21. Traducido por Stephan Scheibner con la colaboración de Claudia Ramírez de Arellano. Gaceta Ecológica, Núm. 68.

Vaudour, E., 2003, Les terroirs viticoles. Définitions, caractérisation et protection: Paris, France, Dunod, 293 p.

White, R.E., 2003, Solis for Fine Wines: New York, Oxford University Press, 279 p.

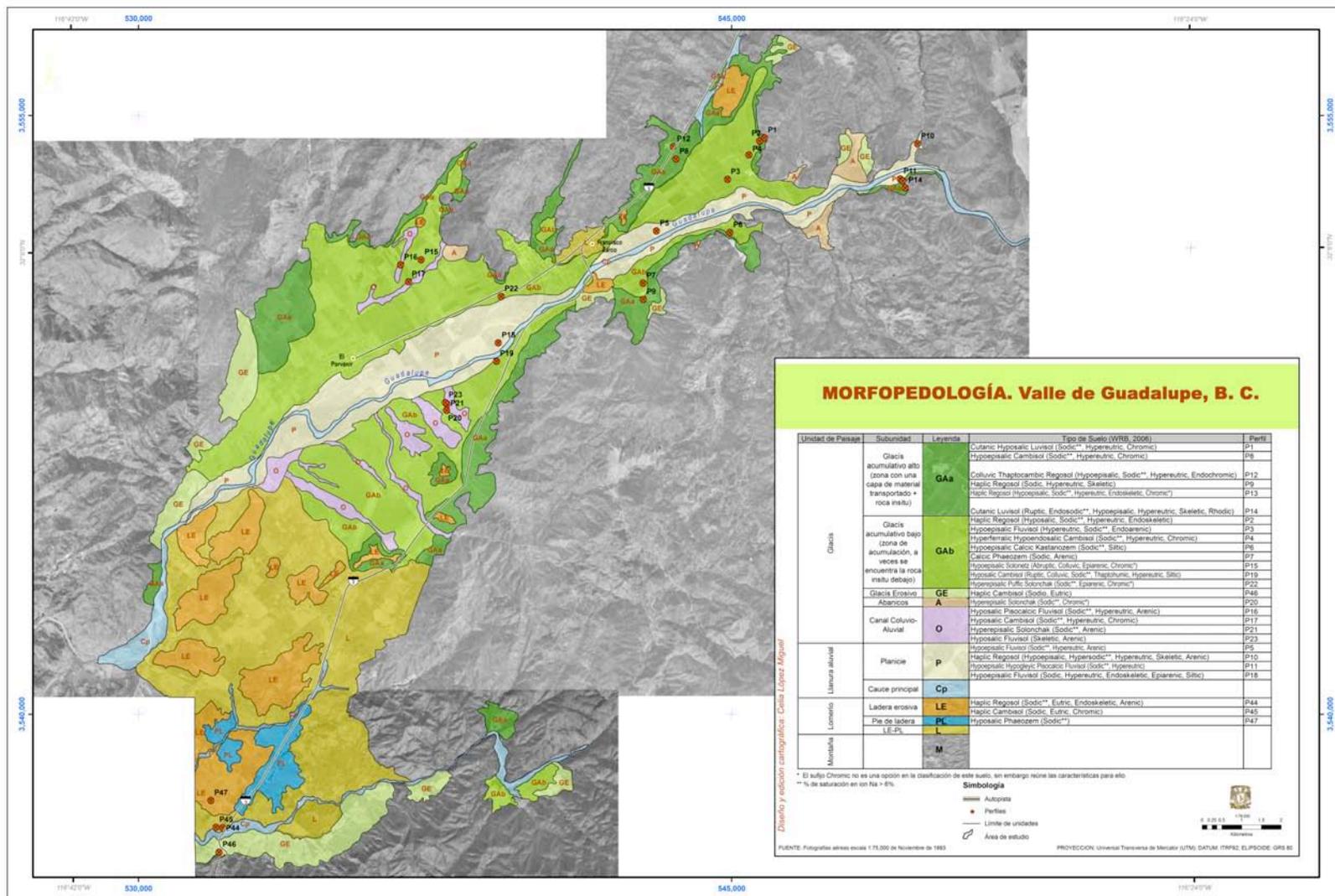
White, R., 2009, Understanding vineyard soils: New York, U.S.A., Oxford University Press, 230 p.

Zinck, J. A., 1989, Physiography and soils. Soil survey courses. Subject Matter: K6: Enschede, Netherlands, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), 156 p.

Zonneveld, I. S., 1995, Land Ecology: an introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation: Amsterdam, SPB Academic Publishing, 199 p.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa morfopedológico del Valle de Guadalupe



Anexo 2. Características fisicoquímicas y químicas A.

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	Extracto 1:2,5 (mS/cm)			Carbono				P dispo mg/kg	
				pH	CE	CEpF1,8	CTotal %	Corg%*	MO (%)*	N %		C/N
P1	0-12	Ap	001	7.08	0.54	4.138	1.545	1.545	2.66	0.15	10.30	9.9
	12-30	Bt1	002	7.80	0.43	5.548	0.34	0.34	0.59	0.05	6.80	0.03
	30-50	Bt2	003	7.84	0.44	7.040	0.23	0.17	0.29	0.04	4.25	0
	50-68	BC	004	8.09	0.47	6.065						0
	68-90	CB	005	8.42	0.37	5.550						0.10
P2	0-20	Ap	006	7.01	0.58	11.905	0.875	0.82	1.41	0.09	9.06	21.80
	20-60	BC1	007	7.71	0.27	5.699	0.19	0.19	0.33	0.04	4.75	18.40
	60-95	BC2	008	8.03	0.21	4.274						13.70
P3	0-18	Ap	009	7.08	2.13	20.934	1.35	1.29	2.22	0.14	9.21	26.60
	18-40	C1	010	7.87	0.17	2.092	0.56	0.50	0.86	0.06	8.33	4.8
	40-85	C2	011	8.18	0.08	1.318						3.20
	85-125	C3	012	8.32	0.05	1.116						1.10
	>125	C4	013	8.54	0.07	1.416						0.90
P4	0-14	Ap	014	6.99	0.32	3.496	1.02	1.02	1.76	0.10	10.20	20.40
	14-30	Bw	015	6.96	0.16	1.503	1.10	1.10	1.90	0.11	10.00	19.60
	30-84	BC	016	7.80	0.29	2.696						3.70
	>84	Cw	017	8.21	0.32	5.670						3.20
P5	0-26	Ap	018	7.57	0.30	4.615	0.285	0.23	0.39	0.04	5.63	5.00
	26-31	C1	019	8.44	0.08	1.500	0.15	0.09	0.16	0.02	4.50	2.30
	31-42	C2	020	8.77	0.06	1.125						0.65
	42-50	C3	021	8.96	0.05	0.938						0.10
	50-78	C4	022	8.78	0.06	1.031						0
	78-96	C5	023	8.68	0.03	0.563						0
	>96	C6	024	8.46	0.04	0.750						0.10
P6	0-8	Ap1	025	7.36	3.35	25.735	2.12	2.06	3.55	0.19	10.84	38.50
	8-16	Ap2	026	7.71	1.54	13.827	2.17	2.17	3.74	0.18	12.06	32.30
	16-38	AB	027	8.10	0.35	3.255	1.72	1.72	2.97	0.13	13.23	15.40
	38-70	BCK	028	8.44	0.31	2.817						3.60
	70-86	BC	029	8.50	0.27	2.743						2.20
P7	0-8	Ap1	030	7.77	0.30	3.106	0.78	0.72	1.24	0.07	10.29	6.7
	8-24	Ap2	031	7.95	0.20	2.260	0.81	0.75	1.29	0.08	9.38	7.50
	24-54	AC	032	8.64	0.17	1.977	0.60	0.54	0.93	0.05	10.80	1.60
	54-76	Ck1	033	8.99	0.14	1.795						0.50
	76-94	2Ck	034	8.96	0.24	2.303						19.00
P8	0-5	Ap1	035	7.14	0.45	5.194	0.59	0.59	1.02	0.07	8.43	14.60
	5-13/22	Ap2	036	7.14	0.28	3.357	0.55	0.55	0.95	0.06	9.17	12.20
	20-85	Bw	037	8.13	0.24	2.492						4.10
	85-100	BCw	038	8.16	0.24	2.240						3.70
P9	0-9	Ap	039	6.75	0.29	2.079	0.985	0.985	1.70	0.09	10.94	14.70
	9-90	Cw	040	7.62	0.06	0.306						8.7
P10	0-12	Ap	041	7.69	1.95	14.301	0.54	0.48	0.83	0.05	9.60	17.6
	12-32	AC	042	8.02	0.09	0.759	0.26	0.26	0.45	0.03	8.67	10.50
	32-106	C1	043	8.07	0.09	0.850						8.20
	106-115	C2	044	8.19	0.06	0.491						5.80
P11	0-14	Ap1	045	7.60	1.06	9.505	1.04	0.98	1.69	0.11	9.33	67.30
	14-30	Ap2	046	7.68	0.28	3.043	0.70	0.64	1.10	0.07	9.14	29.40
	30-50	C	047	8.09	0.10	2.136	0.18	0.12	0.21	0.02	6.00	3.80
	50-60	2Ckg1	048	7.74	0.42	3.421						27.60
	60-100	2Ckg2	049	8.08	0.33	3.239						9.20
	100-135	2Cg3	050	7.60	0.22	2.061						15.5
P12	0-34	Ap	051	6.82	0.55	7.708	0.865	0.865	1.49	0.10	8.65	22.10
	34-64	AC	052	7.86	0.14	2.100	0.46	0.46	0.79	0.05	9.20	6.80
	64-77/97	2Bw	053	7.87	0.26	2.284						3.20
	77-97	2BC	054	8.13	0.24	3.048						1.80
P13	0-10	Ap1	055	7.49	1.42	7.245	1.35	1.29	2.22	0.12	10.75	32.60
	10-20	Ap2	056	7.66	0.36	2.506	1.12	1.06	1.83	0.10	10.60	17.30
	20-48	BC	057	7.78	0.26	1.646	0.77	0.77	1.33	0.07	11.00	7.30
	48-115	Cw	058	8.27	0.26	2.395						2.90

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	Extracto 1:2,5 (mS/cm)			Carbono			N %	C/N	P dispo mg/kg
				pH	CE	CEpF1,8	CTotal %	Corg%*	MO (%)*			
P14	0-18	Ap	059	7.56	1.15	6.506	1.255	1.20	2.06	0.11	10.86	9.60
	18-35	2Bw	060	7.56	0.26	1.889	0.65	0.59	1.02	0.06	9.83	1.55
	35-57	2BC	061	7.59	0.20	1.750						3.25
	57-85	2BCt	062	7.56	0.18	1.641						2.00
P15	0-14	Ap	063	7.38	1.84	22.267	0.29	0.23	0.40	0.04	5.75	18.90
	14-42	B	064	8.16	0.20	2.069	0.21	0.15	0.26	0.03	5.00	19.50
	42-90	2Btn	065	7.46	0.54	4.974						0.30
P16	0-19	Ap	066	7.18	1.82	19.627	0.625	0.565	0.97	0.07	8.07	28.90
	19-36	C1	067	7.74	0.47	6.950	0.27	0.21	0.36	0.04	5.25	12.20
	36-64	C2	068	7.47	0.56	8.723						9.50
	64-90	C3	069	7.67	0.10	1.557						5.50
	90-96	C4	070	7.30	0.35	5.310						5.4
P17	0-20	Ap	071	8.09	0.40	5.841	0.27	0.21	0.36	0.03	7.00	11.60
	20-50	Bw1	072	7.90	0.34	5.681	0.22	0.16	0.28	0.04	4.00	3.50
	50-110	Bw2	073	7.75	0.34	4.397						5.10
P18	0-12	Ap1	074	7.18	0.19	4.177	0.39	0.24	0.41	0.04	6.00	12.90
	12-19	Ap2	075	7.78	0.12	2.553	0.30	0.24	0.41	0.03	8.00	12.10
	19-29	C1	076	7.63	0.05	1.048	0.07	0.01	0.02	0.00		5.50
	29-76	C2	077	8.09	0.26	2.188						9.80
	76-99	C3	078	8.52	0.23	1.977						5.00
	99-128	C4	079	8.92	0.14	1.608						1.60
P19	0-10	Ap1	080	7.22	0.51	8.116	0.315	0.255	0.44	0.04	6.38	17.35
	10-30	Ap2	081	7.86	0.26	3.289	0.35	0.29	0.50	0.04	7.25	12
	30-59	2Ah	082	7.73	0.83	9.235	1.16	1.16	2.00	0.09	12.89	32.30
	59-85	2Bw1	083	8.06	0.26	2.858						13.90
	85-125	2Bw2	084	7.94	0.51	6.375						9.50
P20	0-7	Ap1	085	6.98	5.42	45.032	0.8	0.74	1.28	0.10	7.40	12.90
	7-17	Ap2	086	7.89	0.44	4.090	0.77	0.71	1.22	0.08	8.88	5.50
	17-60	BC	087	7.97	0.36	2.803						9.60
	60-80	CB	088	8.06	0.34	2.763						2.80
P21	0-5	Ap	089	6.93	2.42	24.324	0.61	0.55	0.95	0.06	9.17	28.10
	5-10	C1	090	6.85	3.22	37.474	0.62	0.62	1.07	0.06	10.33	23.4
	10-30	C2	091	7.84	0.47	4.623	0.59	0.59	1.02	0.05	11.80	20.50
	30-85	C3	092	8.31	0.46	5.440						6.00
P22	0-4	Ap	093	7.39	11.76	83.028	0.765	0.705	1.22	0.13	5.64	54.70
	4-37	B1	094	8.25	0.43	6.596	0.64	0.58	1.00	0.07	8.29	41.30
	37-50	B2	095	8.44	0.28	2.500						45.10
	50-80	B3	096	8.41	0.34	2.865						46.30
P23 no muestreado (datos de campo)	0-13	Ap		7	3.37	28.559		0.87	1.50			
	13-33	C1		7	0.1	0.847		0.87	1.50			
	33-44	C2		7	0.18	1.098						
	44-81	C3		7	0.05	0.500						
	81-92	C4		7	0.48							
>92	C5		7	0.34								
P44	0-30	Ap	188	6.93	0.17	1.833	0.47	0.47	0.81	0.06	7.83	9.30
	30-108	Cw	189	7.32	0.06	1.357						5.40
P45	0-9	Ap	190	6.68	0.22	2.397	0.63	0.63	1.09	0.07	9.00	8.00
	9-44	BC1	191	6.84	0.06	0.990	0.49	0.49	0.84	0.06	8.17	2.25
	44-70	BC2	192	7.20	0.07	0.742						2.30
	70-96	BC3	193	7.21	0.07	0.728						2.50
P46	0-24	Ap	194	6.86	0.16	1.127	0.58	0.58	1.00	0.06	9.67	19.50
	24-71/80	Bw1	195	7.35	0.13	1.652	0.67	0.67	1.16	0.06	11.17	7.70
	71/80-112	Bw2	196	7.75	0.05	0.714						7.20
P47	0-23	Ap	197	6.77	1.20	12.182	1.59	1.53	2.64	0.13	11.77	10.70
	23-38/49	AB	198	7.18	0.40	4.322	0.95	0.95	1.64	0.08	11.88	2.40
	38/49-75	Bw	199	7.26	0.35	3.680						1.70
	75-110	BC	200	7.02	0.40	5.555						1.10

Anexo 2. Características fisicoquímicas y químicas B.

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	CIC cmol/kg	% de saturación de cada catión			
					Ca	Mg	K	Na
P1	0-12	Ap	001	20.54	65.16	30.56	1.51	2.78
	12-30	Bt1	002	24.02	60.24	31.41	0.44	7.91
	30-50	Bt2	003	19.14	58.18	30.56	0.52	10.74
	50-68	BC	004	20.77	56.92	31.11	0.53	11.44
	68-90	CB	005	16.84	59.28	30.62	0.48	9.62
P2	0-20	Ap	006	10.07	65.04	24.03	4.77	6.16
	20-60	BC1	007	6.73	55.05	28.23	8.02	8.69
	60-95	BC2	008	6.45	57.44	27.13	5.35	10.08
P3	0-18	Ap	009	14.33	55.50	22.79	6.07	15.64
	18-40	C1	010	7.08	66.57	25.02	2.26	6.15
	40-85	C2	011	4.75	64.42	26.21	2.21	7.16
	85-125	C3	012	2.35	62.34	27.66	2.77	7.23
	>125	C4	013	2.47	63.36	27.13	2.83	6.68
P4	0-14	Ap	014	8.66	68.48	22.52	5.31	3.70
	14-30	Bw	015	8.99	69.35	21.25	5.62	3.78
	30-84	BC	016	6.59	58.27	31.94	1.97	7.81
	>84	Cw	017	9.48	52.66	33.88	1.37	12.08
P5	0-26	Ap	018	2.84	73.94	16.55	4.23	5.28
	26-31	C1	019	2.18	76.78	15.63	3.68	3.91
	31-42	C2	020	2.05	72.86	16.38	2.20	8.56
	42-50	C3	021	1.45	67.59	25.17	2.07	5.17
	50-78	C4	022	1.63	61.85	29.85	1.54	6.77
	78-96	C5	023	1.68	60.12	30.95	1.79	7.14
	>96	C6	024	1.59	59.75	30.19	1.26	8.81
P6	0-8	Ap1	025	33.36	60.76	18.85	3.27	17.12
	8-16	Ap2	026	27.04	66.42	19.60	3.77	10.21
	16-38	AB	027	22.43	70.35	20.51	2.45	6.69
	38-70	BCK	028	42.22	81.86	13.43	1.16	3.55
	70-86	BC	029	21.76	75.80	18.08	1.68	4.43
P7	0-8	Ap1	030	16.46	78.07	15.43	4.80	1.70
	8-24	Ap2	031	10.95	73.52	20.09	4.66	1.74
	24-54	AC	032	18.17	82.39	13.37	1.60	2.64
	54-76	Ck1	033	24.44	86.25	10.92	0.78	2.05
	76-94	2Ck	034	42.98	83.15	13.45	0.47	2.93
P8	0-5	Ap1	035	7.09	62.34	19.18	11.85	6.63
	5-13/22	Ap2	036	6.37	66.72	20.33	8.48	4.47
	20-85	Bw	037	6.27	59.49	29.35	1.44	9.73
	85-100	BCw	038	6.20	56.13	31.13	1.13	11.61
P9	0-9	Ap	039	7.71	58.88	20.10	16.73	4.28
	9-90	Cw	040	6.80	65.00	26.91	3.82	4.26
P10	0-12	Ap	041	11.70	57.01	15.38	5.30	22.31
	12-32	AC	042	4.72	65.25	24.58	4.24	5.93
	32-106	C1	043	4.81	64.10	25.70	3.64	6.56
	106-115	C2	044	5.50	64.91	25.64	3.45	6.00
P11	0-14	Ap1	045	12.33	66.26	20.03	2.76	10.95
	14-30	Ap2	046	7.31	69.08	21.75	2.74	6.43
	30-50	C	047	8.88	20.61	76.69	0.79	1.91
	50-60	2Ckg1	048	43.63	86.50	12.84	0.66	0.00
	60-100	2Ckg2	049	19.99	85.14	8.85	0.75	5.25
	100-135	2Cg3	050	16.89	74.54	19.89	1.18	4.38
P12	0-34	Ap	051	7.56	71.69	15.87	8.99	3.44
	34-64	AC	052	6.66	70.27	17.72	8.11	3.90
	64-77/97	2Bw	053	6.37	65.62	23.39	3.30	7.69
	77-97	2BC	054	6.98	58.02	25.21	2.29	14.47
P13	0-10	Ap1	055	16.67	67.34	20.07	0.00	12.60
	10-20	Ap2	056	13.95	67.03	20.79	6.52	5.66
	20-48	BC	057	11.37	63.59	22.87	5.89	7.65
	48-115	Cw	058	14.89	71.99	19.95	2.22	5.84

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	CIC		% de saturación de cada catión			
				cmol/kg	Ca	Mg	K	Na	
P14	0-18	Ap	059	117.77	94.34	3.22	0.70	1.75	
	18-35	2Bw	060	13.37	67.61	23.26	2.62	6.51	
	35-57	2BC	061	12.07	63.05	27.75	1.99	7.21	
	57-85	2BCt	062	11.21	59.77	30.73	1.34	8.16	
P15	0-14	Ap	063	12.87	63.48	13.29	4.35	18.88	
	14-42	B	064	12.77	78.15	13.23	2.82	5.79	
	42-90	2Btn	065	15.49	50.29	30.79	2.13	16.79	
P16	0-19	Ap	066	17.67	66.67	17.71	3.40	12.22	
	19-36	C1	067	8.46	64.89	23.17	3.19	8.75	
	36-64	C2	068	9.09	56.99	27.72	2.31	12.98	
	64-90	C3	069	2.99	57.86	32.11	2.34	7.69	
	90-96	C4	070	7.33	58.66	30.15	1.91	9.28	
P17	0-20	Ap	071	9.76	73.46	17.42	1.54	7.58	
	20-50	Bw1	072	7.59	55.86	24.51	3.56	16.07	
	50-110	Bw2	073	7.29	56.52	27.02	2.33	14.13	
P18	0-12	Ap1	074	5.05	76.63	16.83	5.15	1.39	
	12-19	Ap2	075	5.04	76.79	19.05	3.57	0.60	
	19-29	C1	076	2.81	75.09	19.57	4.80	0.53	
	29-76	C2	077	19.54	80.91	14.33	0.82	3.94	
	76-99	C3	078	12.26	73.49	17.37	1.14	7.99	
	99-128	C4	079	8.00	73.25	17.38	0.88	8.50	
P19	0-10	Ap1	080	7.23	57.40	26.00	5.12	11.48	
	10-30	Ap2	081	7.34	62.40	27.93	2.86	6.81	
	30-59	2Ah	082	19.98	55.71	27.53	1.65	15.12	
	59-85	2Bw1	083	9.69	56.35	27.24	1.96	14.45	
	85-125	2Bw2	084	10.24	56.35	24.90	2.05	16.70	
P20	0-7	Ap1	085	26.84	52.61	20.83	3.43	23.14	
	7-17	Ap2	086	12.59	62.15	27.16	2.42	8.26	
	17-60	BC	087	10.77	50.05	37.33	0.84	11.79	
	60-80	CB	088	11.99	48.12	35.53	0.83	15.51	
P21	0-5	Ap	089	16.17	57.27	22.39	2.78	17.56	
	5-10	C1	090	14.63	61.18	25.22	3.62	9.98	
	10-30	C2	091	10.29	57.90	25.23	3.01	13.86	
	30-85	C3	092	10.34	58.80	27.47	1.26	12.48	
P22	0-4	Ap	093	56.33	35.26	14.98	3.96	45.80	
	4-37	B1	094	15.29	66.64	19.56	5.36	8.44	
	37-50	B2	095	17.03	40.46	14.86	15.38	29.30	
	50-80	B3	096	10.88	54.14	26.84	5.51	13.51	
P23 no muestread									
P44	0-30	Ap	188	16.27	67.12	28.83	0.61	3.44	
	30-108	Cw	189	15.11	63.62	29.79	0.26	6.32	
P45	0-9	Ap	190	12.50	70.34	25.93	0.72	3.02	
	9-44	BC1	191	12.16	73.37	23.85	0.49	2.29	
	44-70	BC2	192	13.74	72.61	24.52	0.44	2.43	
	70-96	BC3	193	13.66	68.28	28.37	0.37	2.99	
P46	0-24	Ap	194	12.99	68.21	27.95	1.54	2.30	
	24-71/80	Bw1	195	18.10	66.17	28.67	0.61	4.55	
	71/80-112	Bw2	196	17.58	63.55	32.83	0.57	3.06	
P47	0-23	Ap	197	14.04	52.85	31.05	1.42	14.68	
	23-38/49	AB	198	13.09	50.50	36.37	0.53	12.60	
	38/49-75	Bw	199	14.15	49.83	36.33	1.41	12.42	
	75-110	BC	200	22.59	44.74	43.92	0.24	11.09	

Leyenda de clasificación

	CEpF1.8 (dS/m)	Descripción de la salinidad	% M.O.	% N	C/N	Descripción del contenido
	< 2	No salino	< 1	< 0.08		Insuficiente
	2 - 4	Ligera	1 - 2	0.08 - 0.1	< 10	Suficiente
	4 - 8	Moderada	> 2	> 0.1		Bueno
	8 - 16	Alta				
	> 16	Muy alta				

	P Olsen mg/kg	Descripción del contenido	CIC cmol _e /kg	Descripción
	0 - 10	Bajo	< 5	Baja
	10 - 20	Mediano	5 - 10	Mediana
	20 - 30	Alto	10 - 20	Suficiente
	> 30	Muy alto	> 20	Alta

Saturación de cationes			
Cation	% de saturación recomendado	CIC cmol _e /kg	% K recomendado
Ca ²⁺	70 - 80	< 5	2 %
Mg ²⁺	5 - 10	5 - 10	3 %
Na ⁺	< 5	10 - 20	4 %
		> 20	5 %
Si en % recomendado, entonces			
Si por arriba del % recomendado, entonces			
por debajo del % recomendad			

Anexo 3. Características físicas.

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	D.A. Labo	D.A. Campo	Textura		Clases texturales en %			Piedras	Penetrabilidad	VPT	CA	dCC	CC
				Kg/dm3	kg/dm3	Labo	Campo	A (arena)	L (limo)	R (arcilla)	% Vol	de raíces	%Vol	%Vol	%Vol	%Vol
P1	0-12	Ap	001	1.272	<1		C-CR				15	Buena	47	5	15	39.5
	12-30	Bt1	002		1.6	CRA	CR	52.24	25.37	22.39	1	Buena	34	3	10	31
	30-50	Bt2	003		1.6	CA	CRA	70.53	19.02	10.45	1	Buena	32	7	17	25
	50-68	BC	004		1.6	CRA	CRA	51.61	28.32	20.07	16	Mediana	34	3	10	31
	68-90	CB	005		1.5	CA	CRA	67.75	23.33	8.92	26	Deficiente	32	7	17.00	25.00
P2	0-20	Ap	006	1.601	<1		AC-A				33	Mediana	35	15.5	13	19.5
	20-60	BC1	007	1.520	1.4		A-AC				41	Mediana	33.5	15.5	12.5	18
	60-95	BC2	008	1.465	1.3		A-AC				50	Mediana	33.5	15.5	12.50	18.00
P3	0-18	Ap	009	1.278	1	CA	CRA-CA	69.71	24.42	5.87	25	Mediana	42.5	10	21	32.5
	18-40	C1	010	1.427	1.2	CA	CRA-CA	77.19	19.04	3.77	18	Buena	38	9	20	29
	40-85	C2	011	1.476	1.2	AC	AC	80.65	15.09	4.26	27	Mediana	33	12	14	21
	85-125	C3	012	1.429	1.1	A	A	93.52	5.10	1.38	21	Buena	38	22	11	16
	>125	C4	013	1.294	1.1	A	A	92.59	4.82	2.59	4	Buena	38	22	11.00	16.00
P4	0-14	Ap	014	1.354	<1		CA				10	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	14-30	Bw	015	1.334	1.2		CA-CRA				5	Buena	42.5	6.5	16.5	35.5
	30-84	BC	016		1.4		CRA				30	Mediana	41	3	12	37
	>84	Cw	017		1.8		CA				90	Deficiente	32	7	17.00	25.00
P5	0-26	Ap	018		1.2		A-AC				10	Buena	38.5	19	13.5	19.5
	26-31	C1	019		1.2		A				10	Buena	38	22	11	16
	31-42	C2	020		1.2		A				30	Mediana	38	22	11	16
	42-50	C3	021		1.2		A				10	Buena	38	22	11	16
	50-78	C4	022		1.2		A				40	Mediana	38	22	11	16
	78-96	C5	023		1.2		A				10	Buena	38	22	11	16
	>96	C6	024		1.2		A				5	Mediana	38	22	11.00	16.00
P6	0-8	Ap1	025	1.137	<1		CLf-C				1	Buena	45.5	8.5	20.5	37
	8-16	Ap2	026	1.347	1,1-1,2		CLf				1	Buena	46	8.5	25	37.5
	16-38	AB	027	1.415	1.4		CLf				3	Mediana	46	8.5	25	37.5
	38-70	Bck	028	1.256	1.3		CLf				10	Mediana	41	7	24	34
	70-86	BC	029	1.408	1.3		CLf				7	Mediana	41	7	24.00	34.00
P7	0-8	Ap1	030	1.284	<1	CA	CA	68.24	28.13	3.64	3	Buena	38	7.5	20.5	30.5
	8-24	Ap2	031	1.379	<1	CA	CA	67.22	28.59	4.20	3	Buena	38	7.5	20.5	30.5
	24-54	AC	032	1.419	1.3	CA	CA	67.78	30.41	1.81	40	Mediana	38	7.5	20.5	30.5
	54-76	Ck1	033	1.180	1.1	AC	CA	75.72	21.63	2.65	40	Mediana	39	16	16	23
	76-94	2Ck	034	1.137	1.3	CA	CRA	52.04	47.43	0.53	0	Deficiente	38	9	20.00	29.00

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	D.A. Labo	D.A. Campo	Textura		Clases texturales en %			Piedras % Vol	Penetrabilidad de raíces	VPT %Vol	CA %Vol	dCC %Vol	CC %Vol
				Kg/dm3	Kg/dm3	Labo	Campo	A (arena)	L (limo)	R (arcilla)						
P8	0-5	Ap1	035	1.408	<1		CA				2	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	5-13/22	Ap2	036	1.391	1		CA				2	Buena	39.5	9	20.5	29
	20-85	Bw	037		1.4		CA-CRA				8.5	Mediana	39.5	6	16	33
	85-100	BCw	038		1.4		CRA-RA				15	Mediana	41.5	3.5	12.00	37.50
P9	0-9	Ap	039	1.152	<1		CRA				50	Deficiente	44	3.5	12.5	39.5
	9-90	Cw	040		1		CRA				40	Mediana	49	4	15.00	45.00
P10	0-12	Ap	041		1		CA				35	Mediana	45	11	24	34
	12-32	AC	042		1		AC				40	Mediana	45	18	20	28
	32-106	C1	043		1		AC-A				60	Mediana	45.5	21	18	25
	106-115	C2	044		1		AC				60	Mediana	45	18	20.00	28.00
P11	0-14	Ap1	045	1.099	<1		CA				5	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	14-30	Ap2	046	1.326	1.1		CA				20	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	30-50	C	047	1.439	<1		A				70	Mediana	38	22	11	16
	50-60	2Ckg1	048	1.108	1.1		CLf				0	Mediana	41	7	24	34
	60-100	2Ckg2	049	1.256	1.1		CA				0	Buena	39.5	8	22	31.5
	100-135	2Cg3	050	1.180	1.1		CA				0	Buena	39.5	8	22.00	31.50
P12	0-34	Ap	051	1.499	<1		CA				5	Mediana	33.5	7	17.5	26.5
	34-64	AC	052		1.5		CA				2	Deficiente	32	7	17	25
	64-77/97	2Bw	053		1.3		CRA				3	Mediana	41	3	12	37
	77-97	2BC	054		1.6		CRA-RA				12.5	Deficiente	34.5	3	9.50	31.50
P13	0-10	Ap1	055		1		CRA				30	Mediana	54.5	5.5	16.5	49
	10-20	Ap2	056		1.1		CRA				50	Mediana	44	3.5	12.5	39.5
	20-48	BC	057		1		CRA				70	Mediana	44	3.5	12.5	39.5
	48-115	Cw	058		1.4		RA				70	Deficiente	42	4	12.00	38.00
P14	0-18	Ap	059		1		C				50	Mediana	53.5	9.5	21.5	44
	18-35	2Bw	060		1.2		CR				30	Deficiente	45	4.5	12.5	40.5
	35-57	2BC	061		1.4		CR-R				40	Deficiente	43.5	3.5	12	40
	57-85	2BCt	062		1.5		CR-R				40	Deficiente	43.5	3.5	12.00	40.00
P15	0-14	Ap	063	1.408	<1		CA				1	Buena	38	9	20	29
	14-42	B	064		1.2		CA				10	Mediana	38	9	20	29
	42-90	2Btn	065		1.4		RA				5	Mediana	42	4	12.00	38.00

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	D.A. Labo	D.A. Campo	Textura		Clases texturales en %			Piedras % Vol	Penetrabilidad de raíces	VPT %Vol	CA %Vol	dCC %Vol	CC %Vol
				Kg/dm3	Kg/dm3	Labo	Campo	A (arena)	L (limo)	R (arcilla)						
P16	0-19	Ap	066	1.319	<1	CA	CA	63.05	30.47	6.47	1	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	19-36	C1	067	1.495	1,4 *	CA	CA-AC	70.80	23.65	5.55	6	Deficiente	32	7	17	25
	36-64	C2	068	1.558	1.3	CA	CRA-C	56.82	36.28	6.91	5	Deficiente	32	7	17	25
	64-90	C3	069	1.432	1,4 *		AC				27.5	Mediana	39	16	16	23
	90-96	C4	070	1.517	1.2	CA	CA	62.37	33.76	3.86	1	Deficiente	32	7	17.00	25.00
P17	0-20	Ap	071	1.343	<1		AC				1	Mediana	39	16	16	23
	20-50	Bw1	072	1.537	1.3		CA-AC				5	Deficiente	32.5	9.5	15.5	23
	50-110	Bw2	073	1.470	1.1		CA-CRA				5	Deficiente	33	5	13.50	28.00
P18	0-12	Ap1	074	1.407	1,2*	A	A	100.00	0.00	0.00	0	Buena	38	22	11	16
	12-19	Ap2	075	1.421	1,3*	A-AC	A	87.23	10.43	2.34	0	Buena	38.5	19	13.5	16
	19-29	C1	076	1.341	1,2*	A	A	92.73	5.61	1.66	0	Buena	38	22	11	16
	29-76	C2	077	1.195	1.5		CLg-L				0	Mediana	41	7	24	35.5
	76-99	C3	078	1.195	1.4		CLg				40	Mediana	41	7	24	34
	99-128	C4	079	1.057	1.3	AC	A-AC*	83.41	14.59	2.01	0	Buena	39	16	16.00	23.00
P19	0-10	Ap1	080	1.464	<1		CA-AC				10	Mediana	32.5	9.5	15.5	23
	10-30	Ap2	081	1.341	1		CA-AC				10	Buena	38.5	12.5	18	26
	30-59	2Ah	082		1.5		CLf				5	Deficiente	38	4.5	21.5	33.5
	59-85	2Bw1	083		1.3		CA ?				15	Deficiente	38	9	20	29
	85-125	2Bw2	084		1.3		CA-AC				10	Mediana	38.5	12.5	18.00	26.00
P20	0-7	Ap1	085	1.313	<1		CRA	50.92	38.30	10.78	22.5	Buena	44	3.5	12.5	39.5
	7-17	Ap2	086	1.320	1	C	C	49.16	40.28	10.56	22.5	Deficiente	41.5	7	15.5	35.5
	17-60	BC	087		1.2	C	CR	44.03	38.45	17.52	27.5	Deficiente	42	4	12	38
	60-80	CB	088		1.3	C	CR-R	42.41	37.34	19.95	90	Deficiente	43.5	3.5	12.00	40.00
P21	0-5	Ap	089	1.226	<1	CA	CA-AC	65.31	28.55	6.14	27.5	Mediana	39.5	9	20.5	30.5
	5-10	C1	090	1.420	<1	CA	CA-AC	64.29	31.02	4.68	27.5	Deficiente	39.5	9	20.5	30.5
	10-30	C2	091		1.2	CA	CA-AC	65.57	30.49	3.94	27.5	Deficiente	39.5	9	20.5	30.5
	30-85	C3	092		1.1	AC	CA-AC	72.88	23.72	3.40	45	Deficiente	39	16	16.00	23.00
P22	0-4	Ap	093	0.918	<1		AC-CA				1	Ausente	46.5	14.5	22.5	32.5
	4-37	B1	094	1.503	1.1		CA-AC				1	Deficiente	34	9.5	16	24.5
	37-50	B2	095		1.2		CRA-CA				15	Buena	39.5	6	16	33
	50-80	B3	096		1.3		RA				30	Deficiente	42	4	12.00	38.00
P23 no muestreado (datos de campo)	0-13	Ap			1		AC				30	Mediana	46.5	18	20.5	29.5
	13-33	C1			1		AC				40	Mediana	46.5	18	20.5	29.5
	33-44	C2			1		CLg				25	Mediana	50	9	27	41
	44-81	C3			1		A-AC				80	Mediana	45.5	21	18	25
	81-92	C4			1		CLg + AC				2	Mediana				
	>92	C5					CLf				1	Mediana				

Perfil	Profundidad	Horizonte	Muestra	D.A. Labo	D.A. Campo	Textura		Clases texturales en %			Piedras % Vol	Penetrabilidad de raíces	VPT %Vol	CA %Vol	dCC %Vol	CC %Vol
				Kg/dm3	Kg/dm3	Labo	Campo	A (arena)	L (limo)	R (arcilla)						
P44	0-30	Ap	188	1.25	1.2	CA	CA	73.90	13.60	12.50	30	Deficiente	38	9	20	29
	30-108	Cw	189		1.9	AC	AC-A	82.27	11.96	5.77	40	Deficiente	33	12	14.00	21.00
P45	0-9	Ap	190	1.33	<1		CA				25	Mediana	39.5	9	20.5	30.5
	9-44	BC1	191		1.8	CA	CA	73.31	16.42	10.28	31	Deficiente	32	7	17	25
	44-70	BC2	192		1.4		CRA-CA				31	Deficiente	39.5	6	16	33
	70-96	BC3	193		1.3	CA	CRA	70.38	19.95	9.67	31	Deficiente	38	9	20.00	29.00
P46	0-24	Ap	194		1	CA	CRA-CA	69.46	17.42	13.13	3	Ausente	47	11.5	24.5	35.5
	24-71/80	Bw1	195		1.55		C				5	Deficiente	36	5.5	13.5	30.5
	71/80-112	Bw2	196		1.6	C	C	52.19	27.97	19.84	5	Deficiente	33	5	13.00	28.00
P47	0-23	Ap	197	1.20	1		CA-AC				23	Buena	43	13.5	19	29.5
	23-38/49	AB	198	1.34	1.5		CA				20	Buena	39.5	9	20.5	30.5
	38/49-75	Bw	199	1.39	1.5		CRA-CA				20	Mediana	39.5	6	16	33
	75-110	BC	200		1.8		RA				37.5	Mediana	35	3	9.00	32.00

Leyenda de clasificación VPT, CA, dCC , CC

	Muy bajo
	Bajo
	Mediano
	Alto
	Muy alto

Anexo 4. Concentraciones por metro cuadrado y características edafológicas.

Perfil	BI molc/m2	Cationes intercambiables en molc/m2				Humus Total Kg/m2	Nt Total Kg/m2	Nd Total g/m2	Pd Total g/m2	Profundidad Fisiológica dm	CA %Vol	dCC L/m2	CC L/m3	Coductividad Hidráulica Kf	Erosionabilidad Factor K
		Ca	Mg	K	Na										
P1	247.11	146.86	76.40	1.48	22.37	6.06	0.46	1.51	1.32	9	Baja-Mediana	108.05	234.64	Mediana-Alta	0.20
P2	62.28	36.84	16.49	3.85	5.09	4.19	0.34	1.05	14.79	9.5	Alta	68.80	100.11	Alta-Mediana	0.10
P3	76.57	47.29	19.16	2.72	7.40	6.06	0.40	1.51	7.87	12.5	Mediana-Alta	145.18	215.74	Mediana-Muy alta	0.20
P4	67.88	43.08	18.34	2.50	3.96	6.84	0.39	1.71	9.41	8.4	Mediana	96.27	232.25	Mediana-Alta	0.30
P5	18.83	13.01	4.12	0.56	1.15	1.17	0.12	0.29	1.59	9.6	Alta	89.23	129.47	Extremadamente	0.06
P6	324.92	244.63	53.96	6.27	20.06	16.14	0.76	4.04	13.33	8.6	Mediana	194.22	287.54	Mediana	0.30
P7	212.25	174.22	29.43	3.32	5.27	6.38	0.37	1.60	6.65	9.4	Mediana-Alta	141.74	208.46	Mediana	0.38
P8	81.03	47.56	21.91	2.37	7.17	2.32	0.15	0.58	7.16	10	Mediana-Baja	149.28	302.10	Mediana-Alta	0.50
P9	37.05	23.84	9.70	1.93	1.58	0.881	0.05	0.22	4.99	9	Baja	78.53	236.48	Alta-Muy alta	0.12
P10	30.99	19.30	6.96	1.31	3.42	1.18	0.08	0.30	5.27	11.5	Alta-Mediana	103.20	144.20	Muy alta	0.20
P11	256.54	201.40	41.16	2.80	11.25	4.52	0.29	1.13	29.24	3	Mediana-Alta	249.11	359.46	Mediana	0.34
P12	104.00	70.35	20.26	6.73	6.65	10.72	0.70	2.68	15.13	10.7	Mediana-Baja	149.90	296.77	Baja-Mediana	0.36
P13	70.79	49.24	14.48	1.99	5.08	3.68	0.20	0.92	4.66	2	Baja-Mediana	52.42	163.61	Alta-Mediana	0.17
P14	175.64	143.85	22.72	2.06	7.01	3.31	0.18	0.83	2.19	8.5	Baja-Mediana	70.23	207.80	Mediana	0.08
P15	162.61	95.85	38.90	4.29	23.58	1.56	0.17	0.39	9.78	9	Mediana-Baja	132.84	286.55	Mediana	0.48
P16	116.40	72.35	27.47	3.32	13.25	3.28	0.27	0.82	15.99	9.6	Mediana-Alta	151.20	222.03	Baja-Mediana	0.42
P17	120.29	72.16	29.18	3.01	15.94	2.17	0.26	0.54	8.89	11	Mediana	152.81	270.69	Mediana-Alta	0.36
P18	171.79	134.83	26.63	2.14	8.19	1.13	0.10	0.28	10.94	12.8	Alta-Mediana	225.97	326.87	Alta-Mediana	0.12
P19	185.58	105.21	49.67	3.89	26.81	10.05	0.52	2.51	26.97	12.5	Mediana-Baja	214.58	317.48	Mediana-Alta	0.33
P20	75.40	39.73	23.63	1.33	10.72	2.16	0.15	0.54	5.15	6	Baja-Mediana	58.60	175.41	Mediana-Alta	0.28
P21	67.02	39.32	17.47	1.44	8.79	2.74	0.14	0.69	8.02	8.5	Mediana-Alta	92.99	135.91	Mediana	0.21
P22	147.85	82.48	29.08	9.95	26.34	5.35	0.39	1.34	40.89	8	Mediana	104.06	209.18	Mediana-Alta	0.32
P23	21.80	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17	0.16	0.79	31.65	4.4	Mediana-Alta	78.85	114.57	Alta-Muy alta	0.12
P44	177.06	114.14	52.34	0.62	9.96	2.13	0.16	0.53	7.25	10.8	Mediana	107.52	318.36	Mediana	0.22
P45	130.43	93.47	33.01	0.61	3.34	4.65	0.32	1.16	2.86	9.6	Mediana	119.48	192.19	Mediana-Baja	0.25
P46	265.05	173.45	79.82	1.85	9.93	11.09	0.59	2.77	12.53	11.2	Mediana	168.16	328.96	Muy Baja	0.43
P47	196.98	94.72	76.75	1.50	24.01	9.21	0.45	2.30	3.83	11	Mediana	127.28	255.42	Alta-Mediana	0.18

Leyenda de clasificación

BI, cationes intercambiables, humus, Nt, Nd, Pd		Prof. fisiológica	dCC, CC, K
	Muy bajo		Muy bajo
	Bajo	Muy somero	Bajo
	Regular	Somero	Regular
	Mediano	Mediano	Mediano
	Medianamente alto	Profundo	Medianamente alto
	Alto	Muy profundo	Alto
	Muy alto		Muy alto
	Extremadamente alto		Extremadamente alto

 Barrera física por alta pedregosidad

Anexo 5. Resumen de procesos pedogenéticos y geomorfológicos

Proceso	Catena 1. Valle de Calafia 1					Catena 2 El Milagro/El Encinal			Catena 3. Valle de Calafia 2	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P8	P12
Clasificación (WRB,2006)	Cutanic Hyposalic Luvisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic**, Hypereutric, Endoskeletal)	Hypopepialic Fluvisol (Hypereutric, Sodic**, Endoarenic)	Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	Hypopepialic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric, Arenic)	Hypopepialic Calcic Kastanozem (Sodic**, Siltic)	Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic)	Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic)	Hypopepialic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	Colluvic Thaptocambic Regosol (Hypopepialic, Sodic**, Hypereutric, Endochromic)
Litología. Material Parental	Saprolita de granito	Material coluvio-aluvial	Aluvión joven	Saprolita de granito +Material coluvio-aluvial	Material fluvial	Aluvión de granito y metasedimentaria	Aluvión de granito y pizarra	Aluvión de pizarra	Saprolita de granito	Saprolita de granito +Aluvión de granito
Pendiente (grados)	10°	4-5°		2°				3°	6°	
Posición-forma del paisaje	Glacis Acumulativo alto (parte alta)	Glacis Acumulativo bajo (parte alta)	Glacis Acumulativo bajo (parte baja)	Glacis Acumulativo bajo (parte media)	Planicie	Glacis Acumulativo bajo (parte baja)	Glacis Acumulativo bajo (parte alta)	Glacis Acumulativo bajo (parte media)	Glacis Acumulativo alto (parte baja)	Glacis Acumulativo alto (parte media)
Morfogénesis (procesos formadores del relieve)	Unidad acumulativa coluvial	Unidad acumulativa coluvio-aluvial	Acumulación aluvial asociada a la migración lateral del río	Unidad acumulativa coluvio/aluvial	Acumulación aluvial asociada a la migración lateral del río	Unidad acumulativa coluvio-aluvial fina	Unidad acumulativa coluvio-aluvial fino	Acumulación coluvio-aluvial gruesa	Acumulación coluvio-aluvial	Unidad de acumulación coluvio-aluvial
	Antigua y estable	Joven; acumulación episódica	Aluvión joven	Joven; acumulación episódica	Aluvión muy joven			Coluvión joven	Coluvión fino y reciente	Episódica; acumulación muy reciente
Morfodinámica (procesos activos)	Erosión laminar, importante. Penestable	Penestable	Inestable	Estable. Actividad acumulativa episódica	Inestable	Estable	Penestable	Indicios de erosión laminar. Penestable	Erosión laminar. Estable	Acumulación ocasional. Penestable

* El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.

** % de saturación en ion Na > 6%.

Proceso	Catena 1. Valle de Calafia 1					Catena 2 El Milagro/EI Encinal			Catena 3. Valle de Calafia 2	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P8	P12
Altitud (msnmm)	400	390	325	355	335	332	330	350	368	385
Profundidad de desarrollo del suelo (dm)	9	2	1.8	8.4	2.6	8.6	5.4	9	9.75	3.4
Acumulación de materia orgánica (Kg/m2)	6.06	4.19	6.06	6.84	1.17	16.14	6.38	0.88	2.32	10.72
Acumulación de sales CE pF1.8 mS/cm (máxima y mínima en el perfil)	7 - 4.1	11.9 - 4.2	20.9 - 1.1	5.6 - 1.5	4.6 - 0.5	25.7 - 2.7	3.1 - 1.7	2.0 - 0.3	5.1 - 2.2	7.7 - 2.1
Formación de estructura	++	(+)		(+)		+	(+)		+	(+)
Iluviación de arcillas	++									
Reductomorfía										
pH (mínimo y máximo en el perfil)	7.0 - 8.4	7.0 - 8.0	7.0 - 8.5	6.9 - 8.2	7.5 - 8.9	7.3 - 8.5	7.7 - 8.9	6.7 - 7.6	7.1 - 8.1	6.8 - 8.1
CaCO3 secundario	(+)				(+)	++	++			
(+) , + , ++ , +++ Importancia del proceso										

Proceso	Catena 4. Las Bellotas				Catena 5. El Porvenir				
	P10	P11	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P22
Clasificación (WRB,2006)	Haplic Regosol (Hypopepialic, Hypersodic**, Hypereutric, Skeletic, Arenic)	Hypopepialic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric)	Haplic Regosol (Hypopepialic, Sodic**, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic*)	Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic**, Hypopepialic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic)	Hypopepialic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic*)	Hyposalic, Pisocalcic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric, Arenic)	Hyposalic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	Hypopepialic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Siltic)	Hyperepialic Puffic Solonchak (Sodic**, Epiarenic, Chromic*)
Litología. Material Parental	Aluvi3n de metasedimentaria	Material fluvial	Roca metasedimentaria saprolitizada	Roca metasedimentaria saprolitizada	Material coluvio-aluvial	Material coluvio-aluvial	Material coluvio-aluvial	Material fluvial	Granito in situ + Material coluvio-aluvial
Pendiente (grados)			3-5°	8°					
Posici3n-forma del paisaje	Planicie	Planicie	Glacis Acumulativo alto (parte media)	Glacis Acumulativo alto (parte alta)	Glacis Acumulativo bajo	Canal coluvio-aluvial	Canal coluvio-aluvial	Planicie	Glacis Acumulativo bajo (parte baja)
Morfog3nesis (procesos formadores del relieve)	Dep3sito coluvio-aluvial de abanico	Dep3sito de llanura aluvial	Acumulaci3n coluvial epis3dica	Acumulaci3n coluvial epis3dica	Unidad coluvio-aluvial antigua fina, con acumulaci3n aluvial reciente	Acumulaci3n coluvio-aluvial reciente	Acumulaci3n coluvio-aluvial	Dep3sito de llanura de aluvial	Unidad coluvio-aluvial
	Coluvion muy joven, grueso		Coluvi3n grueso	Coluvi3n grueso					Antigua y fina, con acumulaci3n aluvial reciente
Morfodin3mica (procesos activos)	Penestable a inestable	Inestable Inundaciones epis3dicas	Erosi3n laminar y pluvial. Estable	Erosi3n laminar y pluvial. Penestable	Estable, espor3dicamente recibiria material aluvial arenoso	Inestable Canal espor3dicamente activo	Penestable	Inestable. Erosi3n por migraci3n lateral del cauce	Penestable, espor3dicamente recibiria material aluvial fino

* El sufijo *Chromic* no es una opci3n en la clasificaci3n de este suelo, sin embargo reune las caracteristicas para ello.

** % de saturaci3n en ion Na > 6%.

Proceso	Catena 4. Las Bellotas				Catena 5. El Porvenir				
	P10	P11	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P22
Altitud (msnmm)	386	374	377	395	329	328	326	320	320
Profundidad de desarrollo del suelo (dm)	3.2	3	4.8	8.5	9	1.9	11	1.9	8
Acumulación de materia orgánica (Kg/m ²)	1.18	4.52	3.68	3.31	1.56	3.28	2.17	1.13	5.35
Acumulación de sales CE pF1.8 mS/cm (máxima y mínima en el perfil)	14.3 - 0.4	9.5 - 2.0	7.2 - 1.6	6.5 - 1.6	22.2 - 2.0	19.6 - 1.5	5.8 - 4.3	4.1 - 1.0	83.0 - 2.5
Formación de estructura			++	++	++	(+)	(+)	(+)	+
Iluviación de arcillas				+	(+)				
Reductomorfía	+								
pH (mínimo y máximo en el perfil)	7.6 - 8.1	7.6 - 8.0	7.4 - 8.2	7.5	7.3 - 8.1	7.1 - 7.7	7.7 - 8.0	7.1 - 8.9	7.3 - 8.4
CaCO ₃ secundario	(+)	+++				(+)	(+)	+	
	(+) , + , ++ , +++ Importancia del proceso								

Proceso	Catena 6. Guadalupe				Unidad de paisaje (7). San Antonio de las Minas 1	Catena 8. San Antonio de las Minas 2		
	P19	P20	P21	P23	P46	P44	P45	P47
Clasificación (WRB,2006)	Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic**, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic)	Hyperepisalic Solonchak (Sodic**, Chromic*)	Hyperepisalic Solonchak (Sodic**, Arenic)	Hyposalic Fluvisol (Skeletal, Arenic)	Haplic Cambisol (Sodic, Eutric)	Haplic Regosol (Sodic**, Eutric, Endoskeletal, Arenic)	Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic)	Hyposalic Phaeozem (Sodic**)
Litología. Material Parental	Saprolita de granito, + Coluvión. + Material Fluvial	Aluvión de granito y pizarra	Material coluvio-aluvial	Material coluvio-aluvial	Roca volcánica + material transportado	Saprolita de granito	Saprolita de granito + mat. transportado	Mat. transportado de granito+saprolita de granito
Pendiente (grados)					7-8°	1-2°	18°	3°
Posición-forma del paisaje	Glacis Acumulativo bajo	Lomo de ballena (Abanico disectado)	Canal coluvio-aluvial	Canal coluvio-aluvial	Glacis Erosivo	Ladera erosiva	Ladera erosiva	Pie de ladera
Morfogénesis (procesos formadores del relieve)	Unidad coluvio-aluvial (facies distal de abancio).	Alto de lomo de ballena	Acumulación coluvio-aluvial.	Acumulación coluvio-aluvial.	Erosión laminar, continua y prolongada	Intemperismo. Erosión laminar continua y prolongada	Intemperismo. Erosión laminar continua y prolongada	Acumulación coluvial e intemperismo profundo.
	Probable acumulación aluvial si desbordamiento del río.		Disección seguida de acumulación coluvio-aluvial	Disección seguida de acumulación coluvio-aluvial				
Morfodinámica (procesos activos)	Penestable, actividad muy esporádica en la parte alta de los abanicos y del río	Penestable, zona de erosión a largo plazo.	Penestable-Inestable, canal esporádicamente activo	Penestable-Inestable, canal esporádicamente activo	Erosión laminar Penestable	Inestable Erosión laminar. Erosión pluvial severa (splash)	Inestable Erosión laminar. Erosión pluvial severa (splash)	Estable Erosión laminar. Erosión pluvial severa (splash)

* El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.

** % de saturación en ion Na > 6%.

Proceso	Catena 6. Guadalupe				Unidad de paisaje (7). San Antonio de las Minas 1	Catena 8. San Antonio de las Minas 2			
	P19	P20	P21	P23	P46	P44	P45	P47	
Altitud (msnm)	323	325	323	323	260	235	230	255	
Profundidad de desarrollo del suelo (dm)	12.5	6	5	1.3	11.2	3	4.4	7.5	
Acumulación de materia orgánica (Kg/m ²)	10.05	2.16	2.74	3.17	11.09	2.13	4.65	9.21	
Acumulación de sales CE pF1.8 mS/cm (máxima y mínima en el perfil)	8.1 - 2.8	45.0 - 2.7	37.4 - 4.6	28.5 - 0.5	1.1 - 0.7	1.8 - 1.3	2.3 - 0.7	12.1 - 3.6	
Formación de estructura	(+)	+	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	
Iluviación de arcillas									
Reductomorfía									
pH (mínimo y máximo en el perfil)	7.2 - 8.0	6.9 - 8.0	6.8 - 8.3	7.0	6.8 - 7.7	6.9 - 7.3	6.6 - 7.2	6.7 - 7.2	
CaCO ₃ secundario	(+)								
	(+) , + , ++ , +++ Importancia del proceso								

Anexo 6. Leyenda mapa morfopedoógico

Unidad de Paisaje	Subunidad	Leyenda	Tipo de Suelo (WRB, 2006)	Perfil
Glacis	Glacis acumulativo alto (zona con una capa de material transportado + roca insitu)	GAa	Cutanic Hyposalic Luvisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	P1
			Hypoepisalic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	P8
			Colluvic Thaptocambic Regosol (Hypoepisalic, Sodic**, Hypereutric, Endochromic)	P12
			Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic)	P9
			Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sodic**, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic*)	P13
			Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic**, Hypoepisalic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic)	P14
	Glacis acumulativo bajo (zona de acumulación, a veces se encuentra la roca insitu debajo)	GAb	Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic**, Hypereutric, Endoskeletal)	P2
			Hypoepisalic Fluvisol (Hypereutric, Sodic**, Endoarenic)	P3
			Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	P4
			Hypoepisalic Calcic Kastanozem (Sodic**, Siltic)	P6
			Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic)	P7
			Hypoepisalic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic*)	P15
			Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic**, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic)	P19
			Hyperepisalic Puffic Solonchak (Sodic**, Epiarenic, Chromic*)	P22
	Glacis Erosivo	GE	Haplic Cambisol (Sodio, Eutric)	P46
Abanicos	A	Hyperepisalic Solonchak (Sodic**, Chromic*)	P20	
Canal Coluvio-Aluvial	O	Hyposalic Pisocalcic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric, Arenic)	P16	
		Hyposalic Cambisol (Sodic**, Hypereutric, Chromic)	P17	
		Hyperepisalic Solonchak (Sodic**, Arenic)	P21	
		Hyposalic Fluvisol (Skeletal, Arenic)	P23	
Llanura aluvial	Planicie	P	Hypoepisalic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric, Arenic)	P5
			Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hypersodic**, Hypereutric, Skeletic, Arenic)	P10
			Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic**, Hypereutric)	P11
			Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Siltic)	P18
	Cauce principal	Cp		
Lomerío	Ladera erosiva	LE	Haplic Regosol (Sodic**, Eutric, Endoskeletal, Arenic)	P44
			Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic)	P45
	Pie de ladera	PL	Hyposalic Phaeozem (Sodic**)	P47
	LE-PL	L		
Montaña		M		

* El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.

** % de saturación en ion Na > 6%.

Anexo 7. Análisis químicos de agua de riego.

Clave pozo	Fecha de muestreo	Fecha de recepción	pH	Dureza	CE mmhos/cm 25C	TSD (ppm)	Boro (mg/L)	Cationes meq/L				Aniones meq/L				NO3	RAS
								K	Na	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	CO3		
13	11/10/06	13/10/06	7.5	465	1.3	835	0.12	0.15	3.55	6.6	2.69	5.8	4.29	2.92	0	NO	1.65
13	09/12/05	03/01/06	6.9	290	0.67	430	0.52	0.15	0.78	4.2	1.59	0.26	3.65	2.8	0	NO	0.46
14	11/10/06	13/10/06	8.1	520	1.39	888	0.13	0.13	3.35	6.7	3.68	6.9	4.38	2.46	0	NO	1.47
14	09/12/05	03/01/06	6.8	440	1.07	685	0.31	0.13	1.83	8.5	2.29	3.24	4.47	2.85	0	NO	0.87
14	20/10/04	20/10/04	6.6	520	1.34	661	0.05	0.14	3.17	6.6	3.78	6.34	4.49	2.75	0		1.39
14	10/07/03	14/07/03	7.8	340	1.32	844.8	0.19	0.17	6.41	4.56	2.23	5.63	4.69	2.93	0		3.48
15	11/10/06	13/10/06	7.4	460	1.134	726	0.12	0.13	2.04	6.1	3.09	4.65	3.9	2.69	0	NO	0.95
15	09/12/05	03/01/06	7.4	305	0.63	404	0.36	0.1	0.74	4	1.58	0.85	3.04	2.44	0	NO	0.44
15	20/10/04	20/10/04	6.3	595	1.42	706	0.05	0.16	2.29	7.3	4.58	6.83	4.5	2.93	0		0.94
15	10/07/03	14/07/03	7.3	372	1.29	825.6	0.12	0.17	5.63	5.92	1.51	5.35	4.57	3.02	0		2.92
12	11/10/06	13/10/06	8.3	355	1.12	716	0.07	0.06	4	4.8	2.29	5.79	3.15	2.16	0	NO	2.12
12	09/12/05	03/01/06	6.9	350	0.78	500	0.15	0.06	0.83	5.1	1.89	2.54	2.98	2.31	0	NO	0.44
12	20/10/04	20/10/04	7	415	1.07	526	0.05	0.06	2.4	4.8	3.49	6.44	2	2.26	0		1.18
12	10/07/03	14/07/03	7.6	351	1.26	806.4	0.16	0.09	5.52	5.04	1.97	7.03	2.96	2.62	0		2.95
8	11/10/06	13/10/06	7.4	465	1.28	820	0.14	0.08	3.39	6.1	3.19	6.06	4.1	2.44	0	NO	1.57
8	20/10/04	20/10/04	7	460	1.22	600	0.05	0.08	2.96	5.7	3.49	5.99	3.41	2.75	0		1.38
8	10/07/03	14/07/03	7	738	2.45	1568	0.32	0.14	9.96	8.42	6.31	14.01	5.52	4.95			3.67
Calz	11/10/06	13/10/06	8.1	525	1.18	756	0.09	0.08	1.3	6.7	3.78	5.49	3.75	2.48	0	NO	0.57
9	11/10/06	13/10/06	7.4	475	1.13	724	0.14	0.13	1.74	6.2	3.29	4.9	3.84	2.48	0	NO	0.8
9	10/07/03	14/07/03	7.4	289	1.01	646.4	0.1	0.11	4.3	3.46	2.31	3.59	3.84	2.72	0		2.53
10	11/10/06	13/10/06	6.8	630	1.68	1075	0.28	0.11	4.09	8.6	3.98	9.15	4.45	3	0	NO	1.63
10	09/12/05	03/01/06	7.4	500													
10	20/10/04	20/10/04	7.2	645	1.7	850	0.04	0.12	4.17	7.8	5.08	10.07	4.17	3.03	0		1.64
10	10/07/03	14/07/03	7.3	578	1.96	1254.4	0.21	0.15	8.91	8.6	2.95	11.32	5.01	4.05	0		3.71
Curv	09/12/05	03/01/06	6.3	280	0.59	380	0.41	0.08	0.35	4.4	1.2	1.2	2.83	1.93	0	NO	0.21
11	11/10/06	13/10/06	7.4	820	2.12	1357	0.09	0.1	4.78	11	5.38	14.37	4.38	2.33	0	NO	1.67
11	09/12/05	03/01/06	7.1	380	0.98	630	0.62	0.15	2.09	5.2	2.39	0.16	4.45	5.28	0	NO	1.07
11	20/10/04	20/10/04	7.3	765	2.1	1058	0.19	0.11	5.78	9.4	5.88	13.87	4.38	2.98	0		2.09
11	10/07/03	14/07/03	7.3	349	1.33	851.2	0.19	0.11	6.37	4.78	2.19	5.63	4.34	3.38			3.41
11	02/02/01	02/02/01	7	965	2.6	1664	0.21	0.0997	6.6322	11.5	7.768	15.024	7.107	3.869	0		2.14
7	11/10/06	13/10/06	7.1	1175	3.09	1978	0.28	0.18	7.35	15.6	7.87	21.41	3.92	5.33	0	NO	2.15
7	09/12/05	03/01/06	7.4	745	1.89	1210	0.59	0.19	3.91	10.7	4.18	10.14	5.52	3.21	0	NO	1.43
7	20/10/04	20/10/04	7.4	1020	3.1	1591	0.24	0.19	10.61	13	7.37	13.24	11.98	6	0		3.32
7	10/07/03	14/07/03	7.1	997	3.62	2316.8	0.33	0.23	16.52	12.94	6.97	12.11	17.55	6.61	0		5.24
1	11/10/06	13/10/06	8.1	385	0.89	568	0.08	0.09	1.09	4.9	2.79	2.37	3.61	2.77	0	NO	0.55
1	20/10/04	20/10/04	7.2	640	1.68	839	0.16	0.13	4	8	4.78	6.34	6.07	4.44	0		1.58
1	10/07/03	14/07/03	7.2	522	1.74	1113.6	0.2	0.15	6.97	7.68	2.75	8.45	4.8	4.38	0		3.05
3	11/10/06	13/10/06	8.2	495	1.18	753	0.07	0.1	1.74	6.6	3.29	4.65	4.01	3.08	0	NO	0.78
3	09/12/05	03/01/06	7.8	340	0.66	422	0.39	0.08	0.74	4.8	1.1	0.16	3.38	3.08	0	NO	0.43
3	20/10/04	20/10/04	7.1	740	1.81	906	0.22	0.13	3.17	9.2	5.58	8.45	6.04	3.9	0		1.17
3	10/07/03	14/07/03	7.4	528	1.57	1004.8	0.18	0.12	5.08	6.74	3.8	6.48	4.8	4.46	0		2.21
2	11/10/06	13/10/06	7.6	465	1.26	806	0.08	0.1	3.13	6.2	3.09	5.49	4.04	2.79	0	NO	1.45
4	11/10/06	13/10/06	7.4	455	1.14	728	0.16	0.13	2.26	6.2	2.89	5.15	3.93	2.13	0	NO	1.06
4	09/12/05	03/01/06	7.7	1070	2.94	1682	0.71	0.14	7.83	15.6	5.56	7.61	16.89	5.03	0	NO	2.38
4	20/10/04	20/10/04	7.1	1085	2.91	1486	0.31	0.1	7.55	13.3	8.37	15.56	8.23	5.44	0		2.29
4	10/07/03	14/07/03	7.2	916	3.21	2054.4	0.22	0.13	13.61	14.12	4.18	18.17	8.13	5.89	0		4.5
5	11/10/06	13/10/06	8.4	860	2.4	1536	1.65	0.1	6.65	10.9	6.27	15.63	5.53	2.82	0	NO	2.27
6	11/10/06	13/10/06	7.2	885	2.72	1741	1.65	0.08	9.48	11.7	5.98	18.03	5.31	3.69	0	NO	3.19
Noria	09/12/05	03/01/06	7	810	2.06	1318	0.32	0.03	4.74	9.9	6.27	13.52	3.18	3.85	0	NO	1.67
16	09/12/05	03/01/06	7.4	735	1.65	1056	0.39	0.02	2.61	9.4	4.58	8.73	2.81	5.02	0	NO	0.99

Anexo 8. Perfiles agrupados según el material parental.

	Material parental	Perfil	mol./m ²			
			Ca	Mg	K	Na
Dominantemente de granito	Granito (saprolita)	P1	146.86	76.40	1.48	22.37
	Granito (saprolita)	P8	47.56	21.91	2.37	7.17
	Granito (saprolita)	P44	114.14	52.34	0.62	9.96
	Granito (saprolita)	P45	93.47	33.01	0.61	3.34
	Granito (saprolita) (subunidad no diferenciable)	P47	94.72	76.75	1.50	24.01
	Roca metasedimentaria (saprolita)	P13	49.24	14.48	1.99	5.08
	Roca metasedimentaria (saprolita)	P14	143.85	22.72	2.06	7.01
	Roca volcánica/material transportado	P46	173.45	79.82	1.85	9.93
	Aluvión de granito y saprolita de granito	P12	70.35	20.26	6.73	6.65
	Saprolita de granito y material coluvio-aluvial	P4	43.08	18.34	2.50	3.96
	Granito insitu y material fluvial	P22	82.48	29.08	9.95	26.34
	Material coluvio-aluvial de granito	P2	36.84	16.49	3.85	5.09
	Material coluvio-aluvial de grantio	P15	95.85	38.90	4.29	23.58
	Aluvión joven de granito	P3	47.29	19.16	2.72	7.40
	Aluvión de granito y material fluvial	P16	72.35	27.47	3.32	13.25
	Aluvión de granito y material fluvial	P17	72.16	29.18	3.01	15.94
	Aluvión de roca metasedimentaria (caliza)	P10	19.30	6.96	1.31	3.42
	Aluvión de pizarra	P9	23.84	9.70	1.93	1.58
	Aluvión de granito y metasedimentaria	P6	244.63	53.96	6.27	20.06
	Aluvión de granito y pizarra	P7	174.22	29.43	3.32	5.27
	Aluvión de granito y pizarra	P20	39.73	23.63	1.33	10.72
	Material coluvio-aluvial de granito y pizarra	P21	39.32	17.47	1.44	8.79
	Granito (saprolita), coluvión de pizarra y material fluvial	P19	105.21	49.67	3.89	26.81
	Material fluvial	P5	13.01	4.12	0.56	1.15
	Material fluvial	P11	201.40	41.16	2.80	11.25
	Material fluvial	P18	134.83	26.63	2.14	8.19

Anexo 9. Tabla primera ponderación.

Perfil	pH		CEpF1,8 mS/cm				CEpF1,8 mS/cm				D.A. kg/dm3		% de saturación de cada catión en ho mayor dens raíces						Humus		Nt		Nd		Pd		Profundidad de desarrollo		Profundidad fisiológica		CA ho sup		dCC		CC		Totales	
	BI	ho mayor	ho mayor		ho mayor		ho superficial		ho superficial		Ca	Mg	K	Na	Total Kg/m2	Total Kg/m2	Total g/m2	Total g/m2	dm	dm	dm	%Vol	L/m2	L/m2	L/m3	L/m3												
	molc/m2	calif	dens raíces	calif	dens raíces	calif	ho superficial	calif	ho superficial	calif	Ca	calif	Mg	calif	K	calif	Na	calif	Total Kg/m2	calif	Total Kg/m2	calif	Total g/m2	calif	Total g/m2	calif	dm	calif	dm	calif	%Vol	calif	L/m2	calif	L/m2	calif		L/m3
P1	247.11	10.00	7.80	8.00	5.55	5.0	4.14	5.0	1.27	10.0	60.24	7.0	31.41	2.0	0.44	0.0	7.91	5.0	6.06	4.0	0.46	6.0	1.51	5.0	1.32	0.0	9	9.0	9	9.0	7	5.0	108.05	5.0	234.64	6.0	101.00	
P2	62.28	3.00	7.71	8.00	5.70	5.0	11.90	1.0	1.60	8.0	55.05	7.0	28.23	4.0	8.02	8.0	8.69	4.0	4.19	3.0	0.34	5.0	1.05	2.0	14.79	1.0	2	2.0	9.5	9.5	15.5	10.0	68.80	3.0	100.11	2.0	85.50	
P3	76.57	4.00	7.08	10.00	20.93	0.0	20.93	0.0	1.28	10.0	55.50	7.0	22.79	4.0	6.07	8.0	15.64	0.0	6.06	4.0	0.40	5.0	1.51	5.0	7.87	0.0	1.8	2.0	12.5	10.0	10	7.0	145.18	7.0	215.74	6.0	89.00	
P4	67.88	3.00	6.96	10.00	1.50	10.0	3.50	8.0	1.35	10.0	69.35	7.0	21.25	4.0	5.62	10.0	3.78	10.0	6.84	4.0	0.39	5.0	1.71	5.0	9.41	0.0	8.4	8.0	8.4	8.0	9	6.0	96.27	5.0	232.25	6.0	119.00	
P5	16.83	1.00	8.44	8.00	1.50	10.0	4.62	5.0	1.20	10.0	76.78	10.0	15.63	4.0	3.68	8.0	3.91	10.0	1.17	1.0	0.12	1.0	0.29	1.0	1.59	0.0	2.6	2.5	9.6	9.5	19	10.0	89.23	4.0	129.47	5.5	100.50	
P6	324.92	10.0	7.71	8.0	13.83	1.0	25.74	0.0	1.14	10.0	66.42	8.0	19.60	2.0	3.77	8.0	10.21	1.0	16.14	10.0	0.76	10.0	4.04	10.0	13.33	1.0	8.6	8.5	8.6	8.5	8.5	6.0	194.22	10.0	287.54	8.0	120.00	
P7	212.25	10.0	7.95	8.0	2.26	8.0	3.11	8.0	1.28	10.0	73.52	9.0	20.09	4.0	4.66	8.0	1.74	10.0	6.38	4.0	0.37	5.0	1.60	5.0	6.65	0.0	5.4	5.0	9.4	9.0	7.5	5.0	141.74	7.0	208.46	5.0	120.00	
P8	81.03	4.0	7.14	10.0	3.36	8.0	5.19	5.0	1.41	10.0	66.72	8.0	20.33	8.0	8.48	10.0	4.47	9.0	2.32	1.0	0.15	1.0	0.58	1.0	7.16	0.0	10	10.0	10	10.0	9	6.0	149.28	7.0	302.10	9.0	117.00	
P9	37.05	2.0	7.62	8.0	0.31	10.0	2.08	8.0	1.15	10.0	65.00	8.0	26.91	2.0	3.82	8.0	4.26	9.0	0.881	0.0	0.05	1.0	0.22	1.0	4.99	0.0	9	9.0	9	9.0	3.5	2.0	78.53	3.0	236.48	7.0	88.00	
P10	30.99	1.5	8.07	8.0	0.85	10.0	14.30	1.0	1.00	8.0	64.10	7.0	25.70	2.0	3.64	8.0	6.56	5.0	1.18	1.0	0.08	1.0	0.30	1.0	5.27	0.0	3.2	3.0	11.5	10.0	11	8.0	103.20	5.0	144.20	4.0	83.50	
P11	256.54	10.0	8.09	8.0	2.14	8.0	9.50	1.0	1.10	9.0	20.61	3.0	76.69	2.0	0.79	0.0	1.91	10.0	4.52	3.0	0.29	2.0	1.13	2.0	29.24	2.0	3	3.0	9	6.0	249.11	10.0	359.46	9.0	91.00			
P12	104.00	5.0	7.86	8.0	2.10	8.0	7.71	5.0	1.50	8.0	70.27	9.0	17.72	8.0	8.11	10.0	3.90	10.0	10.72	7.0	0.70	9.0	2.68	7.0	15.13	1.0	3.4	3.0	10.7	10.0	7	5.0	149.90	7.0	296.77	8.0	128.00	
P13	70.79	3.5	7.78	8.0	1.65	10.0	7.24	5.0	1.00	8.0	63.59	7.0	22.87	4.0	5.89	10.0	7.65	5.0	3.68	2.0	0.20	2.0	0.92	1.0	4.66	0.0	4.8	5.0	2	2.0	4.5	3.0	52.42	2.0	163.61	4.0	81.50	
P14	175.64	9.0	7.56	8.0	1.89	9.0	6.51	5.0	1.00	8.0	67.61	8.0	23.26	2.0	2.62	5.0	6.51	5.0	3.31	2.0	0.18	1.0	0.83	1.0	2.19	0.0	8.5	8.5	8.5	8.5	9.5	6.0	70.23	3.0	207.80	5.0	94.00	
P15	162.61	8.0	7.46	10.0	4.97	5.0	22.27	0.0	1.41	10.0	50.29	6.0	30.79	2.0	2.13	5.0	16.79	0.0	1.56	1.0	0.17	1.0	0.39	1.0	9.78	0.0	9	9.0	9	9.0	9	6.0	132.84	7.0	286.55	7.0	87.00	
P16	116.40	6.0	7.18	10.0	19.63	0.0	19.63	0.0	1.32	10.0	66.67	8.0	17.71	2.0	3.40	7.0	12.22	1.0	3.28	2.0	0.27	2.0	0.82	1.0	15.99	1.0	1.9	2.0	9.6	9.5	9	6.0	151.20	7.0	222.03	6.0	80.50	
P17	120.29	6.0	8.09	8.0	5.84	5.0	5.84	5.0	1.34	10.0	73.46	9.0	17.42	2.0	1.54	4.0	7.58	5.0	2.17	1.0	0.26	2.0	0.54	1.0	8.89	0.0	11	10.0	11	10.0	16	10.0	152.81	7.0	270.69	7.0	102.00	
P18	171.79	8.5	7.63	8.0	1.05	10.0	4.18	5.0	1.41	10.0	75.09	10.0	19.57	4.0	4.80	8.0	0.53	10.0	1.13	1.0	0.10	1.0	0.28	1.0	10.94	1.0	1.9	2.0	12.8	10.0	20.5	10.0	225.97	10.0	326.87	9.0	118.50	
P19	185.58	9.0	7.86	8.0	3.29	8.0	8.12	1.0	1.46	8.0	62.40	7.0	27.93	2.0	2.86	5.0	6.81	5.0	10.05	7.0	0.52	7.0	2.51	7.0	26.97	2.0	12.5	10.0	11	8.0	214.58	10.0	317.48	9.0	123.00			
P20	75.40	4.0	7.89	8.0	4.09	5.0	45.03	0.0	1.31	10.0	62.15	7.0	27.16	2.0	2.42	5.0	8.26	4.0	2.16	1.0	0.15	1.0	0.54	1.0	5.15	0.0	6	6.0	6	6.0	5.25	4.0	58.80	2.0	175.41	4.0	70.00	
P21	67.02	3.0	8.31	8.0	5.44	5.0	24.32	0.0	1.23	10.0	58.80	7.0	27.47	2.0	1.26	4.0	12.48	1.0	2.74	1.0	0.14	1.0	0.69	1.0	8.02	0.0	0.5	0.0	8.5	8.5	9	6.0	92.99	5.0	135.91	4.0	66.50	
P22	147.85	7.5	8.25	8.0	6.60	5.0	83.03	0.0	0.92	8.0	66.64	7.0	19.56	4.0	5.36	10.0	8.44	3.0	5.35	3.0	0.39	5.0	1.34	2.0	40.89	4.0	8	8.0	8	8.0	14.5	9.0	104.06	5.0	209.18	5.0	101.50	
P44	177.06	9.0	7.32	10.0	1.36	10.0	1.83	10.0	1.25	10.0	63.62	6.0	29.79	2.0	0.26	0.0	6.32	5.0	2.13	1.0	0.16	1.0	0.53	1.0	7.25	0.0	3	3.0	10.8	10.0	9	6.0	107.52	5.0	318.36	9.0	98.00	
P45	130.43	6.5	7.20	10.0	0.74	10.0	2.40	8.0	1.33	10.0	72.61	9.0	24.52	2.0	0.44	0.0	2.43	10.0	4.65	3.0	0.32	5.0	1.16	2.0	2.86	0.0	4.4	4.0	9.6	9.5	9	6.0	119.48	6.0	192.19	4.5	105.50	
P46	265.05	10.0	6.86	10.0	1.13	10.0	1.13	10.0	1.00	8.0	68.21	7.0	27.95	2.0	1.54	4.0	2.30	10.0	11.09	9.0	0.59	8.0	2.77	7.0	12.53	1.0	11.2	10.0	11.2	10.0	11.5	8.0	168.16	8.0	328.96	9.0	141.00	
P47	196.98	9.5	7.26	10.0	3.68	8.0	12.18	1.0	1.20	10.0	49.83	5.0	36.33	2.0	1.41	4.0	12.42	1.0	9.21	7.0	0.45	6.0	2.30	7.0	3.83	0.0	7.5	7.5	11	10.0	13.5	9.0	127.28	6.0	255.42	7.0	110.00	
P	>200	10	7	10	1.8	10	1.8	10	1.2-1.4	10	75	10.0	8.5	10.0	5	10.0	4	10	14.82	10.0	0.741	10	3.705	10	148.2	10.0	10	10.0	10	10.0	15	10.0	200	10	400	10.0	180.00	

* El P23 no fue muestreado, por lo tanto no hay análisis de laboratorio

Anexo 9. Tabla segunda ponderación.

Perfil	CEpF1,8 mS/cm		Factor		CEpF1,8		Factor		% de saturación de cada catión en ho mayor dens raíces				Humus		Factor		Pd		Factor		CA ho sup		Factor		dCC		Factor		Totales
	ho mayor	dens raíces	calif	1	ho superficial	calif	0.7	K	calif	0.9	Na	calif	0.8	Total Kg/m2	calif	1	Total g/m2	calif	0.6	%Vol	calif	0.9	L/m2	calif	1				
P1	5.55	5	5	5	4.14	5	3.5	0.44	0	0	7.91	5	4	6.06	4	4	1.32	0	0	7	5	4.5	108.05	5	5	26			
P2	5.70	5	5	5	11.90	1	0.7	8.02	8	7.2	8.69	4	3.2	4.19	3	3	14.79	1	0.6	15.5	10	9	68.80	3	3	31.7			
P3	20.93	0	0	0	20.93	0	0	6.07	8	7.2	15.64	0	0	6.06	4	4	7.87	0	0	10	7	6.3	145.18	7	7	24.5			
P4	1.50	10	10	10	3.50	8	5.6	5.62	10	9	3.78	10	8	6.84	4	4	9.41	0	0	9	6	5.4	96.27	5	5	47			
P5	1.50	10	10	10	4.62	5	3.5	3.68	8	7.2	3.91	10	8	1.17	1	1	1.59	0	0	19	10	9	89.23	4	4	42.7			
P6	13.83	1	1	1	25.74	0	0	3.77	8	7.2	10.21	1	0.8	16.14	10	10	13.33	1	0.6	8.5	6	5.4	194.22	10	10	35			
P7	2.26	8	8	8	3.11	8	5.6	4.66	8	7.2	1.74	10	8	6.38	4	4	6.65	0	0	7.5	5	4.5	141.74	7	7	44.3			
P8	3.36	8	8	8	5.19	5	3.5	8.48	10	9	4.47	9	7.2	2.32	1	1	7.16	0	0	9	6	5.4	149.28	7	7	41.1			
P9	0.31	10	10	10	2.08	8	5.6	3.82	8	7.2	4.26	9	7.2	0.88	0	0	4.99	0	0	3.5	2	1.8	78.53	3	3	34.8			
P10	0.85	10	10	10	14.30	1	0.7	3.64	8	7.2	6.56	5	4	1.18	1	1	5.27	0	0	11	8	7.2	103.20	5	5	35.1			
P11	2.14	8	8	8	9.50	1	0.7	0.79	0	0	1.91	10	8	4.52	3	3	29.24	2	1.2	9	6	5.4	249.11	10	10	36.3			
P12	2.10	8	8	8	7.71	5	3.5	8.11	10	9	3.90	10	8	10.72	7	7	15.13	1	0.6	7	5	4.5	149.90	7	7	47.6			
P13	1.65	10	10	10	7.24	5	3.5	5.89	10	9	7.65	5	4	3.68	2	2	4.66	0	0	4.5	3	2.7	52.42	2	2	33.2			
P14	1.89	9	9	9	6.51	5	3.5	2.62	5	4.5	6.51	5	4	3.31	2	2	2.19	0	0	9.5	6	5.4	70.23	3	3	31.4			
P15	4.97	5	5	5	22.27	0	0	2.13	5	4.5	16.79	0	0	1.56	1	1	9.78	0	0	9	6	5.4	132.84	7	7	22.9			
P16	19.63	0	0	0	19.63	0	0	3.40	7	6.3	12.22	1	0.8	3.28	2	2	15.99	1	0.6	9	6	5.4	151.20	7	7	22.1			
P17	5.84	5	5	5	5.84	5	3.5	1.54	4	3.6	7.58	5	4	2.17	1	1	8.89	0	0	16	10	9	152.81	7	7	33.1			
P18	1.05	10	10	10	4.18	5	3.5	4.80	8	7.2	0.53	10	8	1.13	1	1	10.94	1	0.6	20.5	10	9	225.97	10	10	49.3			
P19	3.29	8	8	8	8.12	1	0.7	2.86	5	4.5	6.81	5	4	10.05	7	7	26.97	2	1.2	11	8	7.2	214.58	10	10	42.6			
P20	4.09	5	5	5	45.03	0	0	2.42	5	4.5	8.26	4	3.2	2.16	1	1	5.15	0	0	5.25	4	3.6	58.60	2	2	19.3			
P21	5.44	5	5	5	24.32	0	0	1.26	4	3.6	12.48	1	0.8	2.74	1	1	8.02	0	0	9	6	5.4	92.99	5	5	20.8			
P22	6.60	5	5	5	83.03	0	0	5.36	10	9	8.44	3	2.4	5.35	3	3	40.89	4	2.4	14.5	9	8.1	104.06	5	5	34.9			
P44	1.36	10	10	10	1.83	10	7	0.26	0	0	6.32	5	4	2.13	1	1	7.25	0	0	9	6	5.4	107.52	5	5	32.4			
P45	0.74	10	10	10	2.40	8	5.6	0.44	0	0	2.43	10	8	4.65	3	3	2.86	0	0	9	6	5.4	119.48	6	6	38			
P46	1.13	10	10	10	1.13	10	7	1.54	4	3.6	2.30	10	8	11.09	9	9	12.53	1	0.6	11.5	8	7.2	168.16	8	8	53.4			
P47	3.68	8	8	8	12.18	1	0.7	1.41	4	3.6	12.42	1	0.8	9.21	7	7	3.83	0	0	13.5	9	8.1	127.28	6	6	34.2			
P	1.8	10	10	10	1.8	10	7	5	10	9	4	10	8	14.82	10	10	148.2	10	6	15	10	9	200	10	10	69			

Anexo 10. Descripción de perfiles

PERFIL No. 1

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 1
- b. Nombre del sitio: glacís acumulativo alto, lote Cornejal, viñedos Cetto, Rancho Agua Honda.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Cutanic Hyposalic Luvisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *ct ws LV (wn heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 19 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: frente a la plaza de toros. Coordenadas: 545828 UTMhor y 3554435 UTMver.
- g. Altitud: 400 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de granito (parte alta).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, fuertemente inclinado, 10°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 6.70 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4-5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 15% cantos medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, bien drenado, de color café rojizo oscuro, con pedregosidad media (del 1% al 25%). Texturas franco arcillosas, moderadamente estructurado y de grado moderado-fuerte a

débil, agregado de tamaño grueso y mediano. El perfil es poroso, presenta grietas e iluviación de arcillas. Tiene una densidad de raíces normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-12 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franca a franco arcillosa (C-CR). Contenido alto de materia orgánica (2.66%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,08 en H ₂ O). Estructura en fragmentos y granular, agregados de tamaño fino a mediano, mas grano simple; estabilidad moderada de agregados. 15% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente media (1,27 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular.
Bt ₁	12 - 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arcillosa (CR). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,59%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,8 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado a fuerte; estabilidad alta de agregados. 1% de pedregosidad, con cantos finos y gruesos. Pocos poros, de forma tubular y tamaño fino; presenta grietas (7), finas y medianas. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muchos y delgados).

Bt ₂	30 - 50 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,40%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,84 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, rompe a bloques angulares mediana y fina, todos los agregados de grado moderado a fuerte; estabilidad media a baja de los agregados (los agregados rompen en lajas verticales muy finas). 1% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de forma intersticial y vesicular, de tamaño fino; presenta grietas (2). Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (pocos y delgados).
BC	50 – 68 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Estructura prismática, agregados de tamaño grueso y de grado moderado, rompe a bloques subangulares, agregados de tamaño mediano y fino de grado moderado. 16% de pedregosidad, 15% cantos finos y 1% cantos medianos. No presenta poros visibles. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muy pocos y delgados).
CB	68-90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,42 en H ₂ O). Horizonte no estructurado (masivo), agregados rompen a subangular, agregados de tamaño grueso y de grado débil. 26% de pedregosidad, 25% cantos finos y 1% cantos medianos. No presenta poros visibles. Densidad aparente alta (1,5 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. La pedregosidad es del 15% en el primer horizonte, luego tan solo de 1% en el subyacente y aumenta hasta el 26% con la profundidad, lo que indica que hay fragmentos traslocados en superficie por movimiento de reptación. El color en todos los horizontes es homogéneo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap), muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Hay iluviación de arcillas evidenciada en el segundo y tercer horizontes por la presencia de cutanes de arcilla en las caras de los agregados. El perfil presenta grietas en los horizontes Bt. Hay sales solubles en todo el perfil. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura y la presencia de cutanes.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje, la disponibilidad de nutrientes es muy alta. La baja capacidad de aireación y la de capacidad de campo podrían ser una limitante de este sitio, así como la muy baja cantidad de P disponible. Contiene sales solubles; la CE en el extracto de saturación varía entre 4 y 7 dS/m, lo que indica una afectación ligera por salinidad. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias. Lo anterior no representa mucho problema para la vid si ésta está en un portainjertos tolerante a la salinidad del suelo.

Son viñedos no cubiertos, en pendiente escarpada, con los surcos en el sentido de la pendiente, por lo tanto, es un sitio muy susceptible a la erosión.

PERFIL No. 2

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 2
- b. Nombre del sitio: glacís acumulativo bajo, lote Testigo 1, viñedos Cetto, Rancho Agua Honda.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal), código *ha RG (wsz so heu nsk)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 21 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización. Coordenadas: 545706 UTMhor y 3554358 UTMver.
- g. Altitud: 390 msnm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo bajo (GAb) de granito (parte alta). Ladera ondulada, fuertemente inclinada.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente compleja, fuerte, 4 - 5°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon. Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.71 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco (pF=5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 33% cantos gruesos y finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil con desarrollo incipiente, bien drenado, de color café oscuro, con pedregosidad media (de 33% al 50%). Texturas arenosas a arenosa francas; estructura en general incipiente, de grado moderado-débil, agregados de tamaño fino a mediano. El perfil es poroso, permeable y con densidad aparente alta. Presenta una densidad de raíces normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-20 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura arenosa franca a arenosa (AC-A). Contenido suficiente de materia orgánica (1.41%). Suelo neutro (pH 7,01 en H ₂ O). Estructura en terrones y grano simple sobretodo. 33% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (3% de cantos gruesos). Muchos poros, de tamaño fino, de forma vesicular. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad baja de raíces. Límite claro e irregular.
BC ₁	20- 60 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,33%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,71 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño fino; estabilidad muy baja de agregados. 41% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (1% de cantos gruesos). Pocos poros, de forma vesicular y tamaño fino, exped. Densidad aparente alta (1,52 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Límite claro e irregular.
BC ₂	60 – 95 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,03 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño fino a mediano; estabilidad muy baja de agregados. 50% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (10% de cantos medianos y gruesos). Pocos poros, de forma vesicular y tamaño fino, exped. Densidad aparente alta (1,47 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo con densidades aparentes altas. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos importantes, sólo una acumulación de sales solubles y formación incipiente de estructura. La clasificación de este suelo se basó en la acumulación de sales, en la pedregosidad, en la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de media a alta, presenta buenas condiciones de drenaje y alta aireación, baja capacidad de agua disponible y muy baja capacidad de retención de agua, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta y el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie y moderada en el resto del perfil. La suma de Mg más Na intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

Son viñedos no cubiertos, en pendiente fuerte, con los surcos en el sentido de la pendiente, por lo tanto es un sitio extremadamente susceptible a la erosión.

PERFIL No. 3

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 3
- b. Nombre del sitio: Lote Chardonnay injerto, viñedos Cetto, Rancho VLACSA.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Hypereutric, Sodic, Endoarenic), código *wpsz FL (heu so nar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6%.
- d. Fecha de la descripción: 22 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 544893 UTMhor y 355397 UTMver (más cerca del camino de entrada que de la planta).
- g. Altitud: 325 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja).
Forma del terreno circundante: plano.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 7.18 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión joven.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: fresco (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir temporalmente, cuando hay crecidas).
- e. Presencia de rocas superficiales: 25% cantos finos, medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, bien drenado, de color café oscuro a café, con pedregosidad baja y texturas gruesas; no estructurado. El perfil es poco poroso. La colonización de raíces es irregular, su mayor densidad es en el primer horizonte.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-18 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/2). Textura franco arcillo-arenoasa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido alto de materia orgánica (2.22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,08 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo) y estructura en terrones (gruesa y muy fina; de grado débil; rompe a grano simple y granular), estabilidad moderada de los agregados. 25% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 5% de cantos medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente mediana (1,28 kg/dm ³). Densidad extremadamente alta de raíces. Límite claro y ondulado.
C ₁	18- 40 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/2). Textura franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0.86%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,87 en H ₂ O). Grano simple sobretudo, estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso; de grado débil. Estructura granular; estabilidad moderada de los agregados. 18% de pedregosidad, 15% de cantos finos, 3% de cantos medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual.

C ₂	40 – 85 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,18 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso; granular y grano simple; de grado débil, estabilidad muy baja de los agregados. 27% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 7% de cantos medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente alta (1,48 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual.
C ₃	85 - 125	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,32 en H ₂ O). Estructura granular, de grado débil, rompe a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 21% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 1% de cantos gruesos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite gradual.
C ₄	> 125 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,54 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, rompe a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 4% de pedregosidad, 2% de cantos finos, 2% de cantos gruesos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,29 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es material fluvial. La pedregosidad es media en casi todo el perfil. El color es heterogéneo dado que el perfil se encuentra estratificado. Es un suelo profundo, con densidades aparentes medianas. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay procesos pedogenéticos evidentes, sólo una acumulación muy importante de sales solubles en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 20,9). La clasificación se basó principalmente en la estratificación del perfil, en la textura y en la presencia de sales.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de media a muy alta, presenta buenas condiciones de drenaje y alta aireación, capacidad de agua disponible regular y baja capacidad de retención de agua, disponibilidad de nutrimentos medianamente alta y la cantidad de P disponible es muy baja. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 4

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 4
- b. Nombre del sitio: glacis acumulativo bajo, lote Cabernet Sauvignon Terrazas, viñedos Cetto, Rancho VLACSA.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *hfl wnsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 22 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 545436 UTMhor y 3554014 UTMver (cerca de la planta VLACSA, detrás si se considera la parte del estacionamiento el frente).
- g. Altitud: 355 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte media). Ladera ligeramente ondulada, ligeramente inclinada.
Forma del terreno circundante: plana, llanura de inundación.
- i. Relieve: pendiente sencilla, ligera, 2°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon. Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.83 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (sapolita) y material coluvio-aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 10% cantos finos, medianos y gruesos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo moderado, bien drenado, de color café rojizo, con pedregosidad de muy baja a media. Texturas franco arcillosas y franco arenosas; estructura en superficie disturbada (terrones), en bloques subangulares y masiva, agregados de estabilidad moderada. El perfil es poroso sobre todo en superficie, y permeable. La densidad de raíces es media a muy alta en casi todo el perfil. Presenta neoformación de óxidos de hierro y neoformación de arcillas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,76%). Suelo neutro (pH 6,99 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados tamaño fino y mediano, de grado débil; estabilidad moderada de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente es mediana (1,35 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular.
Bw	14 - 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,90%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,96 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, gruesa y mediana. Estructura granular, agregados de tamaño fino; estabilidad mediana de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino. Densidad aparente mediana (1,33 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso.

BC	30 - 84 cm	Color café rojizo (húmedo, 5YR 4/4). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,80 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos y algunos cantos gruesos. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino y fino. Densidad aparente mediana (1,4 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Cw	> 84 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,21 en H ₂ O). No estructurado (masivo), rompe a grano simple. 90% de pedregosidad. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino. Densidad aparente alta (1,8 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Hay acumulación de materia orgánica en los primeros dos horizontes, el tipo de humus es mull, el primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). En los horizontes Bw y BC hay evidencia de neoformación de óxidos de hierro y neoformación de arcillas, lo anterior basado en la comparación con el horizonte Cw, que es granito saprolitizado. La clasificación se basó principalmente en el color, la textura, la estructura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje y disponibilidad de nutrientes medianamente alta, capacidades de aireación y de agua disponible medianas, la de capacidad de campo baja podría ser una limitante de este sitio, así como la muy baja cantidad de P disponible. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias. Tiene una susceptibilidad a la erosión mediana.

PERFIL No. 5

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 5
- b. Nombre del sitio: Lote 1-Grenache, viñedos Cetto, Rancho Ocho.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic), código *wpsz FL (so heu ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 23 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 543095 UTMhor y 3552105 UTMver.
- g. Altitud: 335 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: plano, río cercano.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Grenache. Orientación de los surcos: sur-suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 8.79 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material fluvial.
- b. Drenaje natural: excesivo.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco en superficie (pF=5), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir temporalmente cuando haya crecidas)
- e. Presencia de rocas superficiales: 10% cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, con drenaje excesivo, de color heterogéneo, con pedregosidad baja a media y texturas gruesas; estructura de grano simple, los pocos agregados son de grado muy débil. El perfil tiene porosidad baja, la colonización de raíces es muy irregular, su densidad varía de muy baja a alta. El suelo está básicamente formado por capas de material fluvial que

consta de arenas de distinto grosor y paquetes de cantos y piedras depositadas en distintos momentos.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-26 cm	Color café amarillento oscuro (húmedo, 10YR 4/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,39%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,57 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos finos y cantos medianos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₁	26- 31 cm	Color café amarillento oscuro (húmedo, 10YR 4/4). Textura arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,16%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple, con algunos agregados granulares, de grado muy débil). 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	31 – 42 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 6/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,77 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

C ₃	42 - 50	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,96 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos finos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad baja de raíces. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₄	50 - 78 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,78 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 40% de pedregosidad, cantos finos, cantos medianos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₅	78 - 96 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,68 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos gruesos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular.
C ₆	> 96 cm	Color gris (húmedo, 10YR 5/1). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,46 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 5% de pedregosidad, cantos finos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite irregular.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es material fluvial. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Acumula pequeñas cantidades de materia orgánica en los dos primeros horizontes, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos. Ligera acumulación de sales en el horizonte superficial ($CE_{p1,8} = 4,6$ dS/m). La clasificación se basó principalmente en la estratificación del perfil, en la textura, en la presencia de sales solubles y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de muy alta a extremadamente alta y presenta un drenaje excesivo, alta capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y muy baja capacidad de retención de agua, la CIC es muy baja y la disponibilidad de nutrimentos es regular. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

Es una zona potencialmente inundable, se encuentra en la llanura de inundación, cercana al cauce principal del río. Con capacidad de retención (CC) muy baja y conductividad hidráulica (Kf) extremadamente alta, la mayor cantidad del agua de riego se drena rápidamente. Sin embargo las plantas de vid se ven saludables.

PERFIL No. 6

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 6
- b. Nombre del sitio: Lote M-3 Rupestris, viñedos Cetto, Rancho El Encinal I.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Calcic Kastanozem (Sodic, Siltic), código *wpsz cc KS (so sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 23 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 544954 UTMhor y 3552065 UTMver.
- g. Altitud: 332 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) (parte baja).
Forma del terreno circundante: lomerío de granito.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Merlot. Orientación de los surcos: Este-noreste a oeste-suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.94 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de lomeríos de granito y de roca metasedimentaria.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco en superficie (pF=5), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye).
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, café a café oscuro, con pedregosidad muy baja y texturas medianas (franco limosas), el suelo es medianamente estructurado, los agregados son sobretodo de grado moderado-fuerte. El perfil tiene porosidad mediana, la colonización de raíces es pobre y su densidad es baja. Tiene acumulación importante de materia orgánica y de carbonato de calcio secundario.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-8 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina a franca (CL _f - C). Contenido bueno de materia orgánica (3,55%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,36 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, de tamaño grueso y muy gruesa; de grado débil-moderado, rompe a granular de tamaño mediano y fino y grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,14 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	8- 16 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Contenido bueno de materia orgánica (3,74%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,71 en H ₂ O). Grano simple (un poco) y estructura granular, de tamaño mediano, grueso y muy gruesa. Estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y grueso; todos los agregados de grado moderado-fuerte, estabilidad moderada de los agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,35 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular.
AB	16 – 38 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Contenido bueno de materia orgánica (2,97%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,10 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y gruesa, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a granular de tamaño grueso y bloques subangulares de tamaño mediano y fino, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular.

Bck	38 - 70	Color café muy oscuro (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Estructura masiva y estructura en bloques angulares, de tamaño muy grueso, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a bloques subangulares mediana y gruesa y a granular de tamaño grueso, estabilidad baja de los agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,26 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos medio (2-10%).
BC	70 - 86 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,50 en H ₂ O). Estructura masiva que rompe en estructura en bloques angulares, de tamaño mediano, grueso y muy grueso, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a bloques subangulares mediana y gruesa y a granular de tamaño grueso (agregados de grado fuerte), estabilidad muy baja de los agregados. 7% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíz. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el contenido es alto, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales solubles en los horizontes superficiales (CE_{pF1,8} de 25,735 y 13,827 dS/m, en el primero y segundo horizontes respectivamente). La acumulación importante de humus es lo que define el tipo de suelo, esta característica le confiere un horizonte superficial mólico, además tiene también un horizonte de diagnóstico cálcico debido a la acumulación de carbonato de calcio secundario. El proceso de formación de estructura en este suelo empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es alta y un valor muy alto de disponibilidad de Ca, Mg y K, el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

PERFIL No. 7

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 7
- b. Nombre del sitio: Parte baja abanico "El Milagro", viñedos Cetto, Rancho El Milagro.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic), código *cc PH (so ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 25 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 542758 UTMhor y 3550794 UTMver.
- g. Altitud: 330 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) (parte alta).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito y de pizarra.
- i. Relieve: plano (es la parte más baja de un abanico coluvial).
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, en la actualidad no está cultivado. Hasta hace 12 años se cultivaba vid. En 2004 se plantó cebada (creció menos que en la parte alta del glacis acumulativo bajo).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 9.22 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado, es una parte que se inunda ocasionalmente (está relativamente cerca del cauce principal del río).
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 3% gravas y cantos finos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos fueron utilizados para el cultivo de la vid, luego de cebada (no plantados hoy en día).

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo moderado, con drenaje bueno a moderado (se inunda ocasionalmente), de color homogéneo, café grisáceo, con pedregosidad baja en superficie y media en profundidad,

texturas franco-arenosas, es un suelo medianamente estructurado, de grado moderado en general. El perfil tiene porosidad total baja, la densidad de raíces es baja a muy alta. Tiene acumulación importante de materia orgánica y de carbonato de calcio secundario.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-8 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,24%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,77 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, de tamaño fino y mediano, rompe a granular de tamaño fino y muy fino y grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, gravas y cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,28 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	8- 24 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,29%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,95 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño fino y mediano, de grado moderado, que rompe a bloques subangulares de tamaño fino. Estructura granular de tamaño mediano y fino, de grado moderado, que rompe a granular fina y muy fina y a grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, gravas y cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, pocos poros, de tamaño muy fino, de forma tubular e intersticial, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,38 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

AC	24 -54 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1.03%). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,64 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, de tamaño mediano, de grado moderado, que rompe a bloques angulares y a granular de tamaño fino. Estructura granular de tamaño fino y muy fino, de grado moderado, que rompe a granular muy fina y a grano simple; estabilidad baja de los agregados. 40% de pedregosidad, gravas finas y medianas. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ck ₁	54 - 76	Color café grisáceo oscuro (húmedo, 10YR 3/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,99 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares de tamaño fino y grado débil. Estructura granular de tamaño mediano, fino y muy fino, de grado débil, estabilidad muy baja de los agregados. 40% de pedregosidad, gravas finas y medianas. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,18 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso e irregular. Contenido medio de carbonatos (2-10%).
2Ck	76 - 94 cm	Color café grisáceo oscuro (húmedo, 10YR 4/2). Textura franco arenosa (CA). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,96 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a angular y en bloques subangulares de tamaño fino y mediano. Estructura granular de tamaño fino y mediano, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino y a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,14 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido medio de carbonatos (2-10%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Hay acumulación de carbonatos secundarios en el subsuelo y una ligera acumulación de sales solubles en los primeros horizontes. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el contenido de materia orgánica y de carbonatos de calcio, en la acumulación de sales solubles y en la textura.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC en general es suficiente y tiene una disponibilidad de nutrientes muy alta, el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 8

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 8
- b. Nombre del sitio: Parte baja de la bajada, lote Malvasía, viñedos Cetto, Rancho El Encinal II.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *wpsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 25 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Frente a la bodega de Domecq, del otro lado de la carretera. Coordenadas: 543590 UTMhor y 3553908 UTMver.
- g. Altitud: 368 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de granito (parte baja). Ladera ondulada con pendiente fuerte.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente compleja, fuerte, 6°; exposición: sur-sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Malvasía.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 8.59 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), sólo el último horizonte tenía cierta humedad (pF=3, fresco).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 2% gravas finas.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad baja, con texturas francas (gruesas y finas), es un suelo bien estructurado. Tiene porosidad total baja, es

medianamente permeable. Presenta una densidad de raíces baja y muestra evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-5 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,02%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,14 en H ₂ O). Estructura en terrones, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado, rompe a terrones, de tamaño mediano y a grano simple. Estructura granular, de tamaño fino y mediano, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino; estabilidad muy baja de agregados. 2% de pedregosidad, gravas finas. Poros comunes, de tamaño fino y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es media (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular.
Ap ₂	5 – 13/22 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido ligeramente bajo de materia orgánica (0,95%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,14 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y muy gruesa, de grado moderado, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y muy grueso, de grado moderado. Estructura granular, de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. 2% de pedregosidad, gravas finas. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es media (1,39 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular.

Bw	20 - 85 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,13 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy gruesa, grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y mediano, a granular de tamaño fino, y a un poco de grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 8,5% de pedregosidad, con gravas y cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, exped; y poros comunes, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es media (1,4 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso e irregular.
BCw	85 -100 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa a arcillo-arenosa (CRA-RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,16 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy gruesa y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y mediano. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte. Estructura granular, de tamaño mediano, de grado fuerte; estabilidad muy baja de agregados. 15% de pedregosidad, con gravas y cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; y poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es media (1,4 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico se encuentra alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Tiene acumulación moderada de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 5,194 dS/m). Evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo debido al color rojizo del suelo. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica buena, tiene un drenaje bueno y mediana a baja capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la porosidad total es baja, la CIC es suficiente y la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 9

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 9
- b. Nombre del sitio: Parte media del abanico El Milagro, viñedos Cetto, Rancho El Milagro.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic), código *ha RG (so heu sk)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 26 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 542764 UTMhor y 3550388 UTMver.
- g. Altitud: 350 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de pizarra (parte media).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito y de pizarra.
- i. Relieve: pendiente convexa, moderadamente inclinado, 3°; exposición: nor-noreste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, aunque en la actualidad no está plantado. Hasta hace 12 años se cultivaba vid. En 2004 se plantó cebada (creció más que en la parte baja del glacís acumulativo bajo, ver Perfil No. 7).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 9.19 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de pizarra.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil).
- e. Presencia de rocas superficiales: 50% cantos finos, medianos y gruesos. Impedimento a todo uso de máquina excepto la muy liviana, uso para pastoreo o silvicultura.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos fueron utilizados para el cultivo de la vid, luego de cebada (no plantados hoy en día).

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, el suelo tiene pedregosidad alta, texturas arcillosas, es poco estructurado, la densidad de raíces es baja a muy alta. El perfil es medianamente poroso, con buen drenaje y tiene buena acumulación de materia orgánica

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-9 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/2). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,70%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,75 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, los medianos y gruesos de grado fuerte y los finos de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 50% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y gruesos. Poros comunes, de tamaño fino, muy fino y micro, de forma vesicular, exped; Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta.
Cw	9 - 90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura arcillo-arenosa (RA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,62 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, agregados de tamaño, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente es media (1,15 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de otros procesos pedogenéticos. La clasificación de suelo se basó principalmente en en la acumulación de sales solubles, en la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica alta a muy alta, presenta un drenaje bueno y baja capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la porosidad total es mediana, la CIC es suficiente. La alta pedregosidad limita la disponibilidad de nutrimentos (valor mediano), el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 10

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 10
- b. Nombre del sitio: PV-I, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hypersodic, Hypereutric, Skeletic, Arenic), código *ha RG (wpsz hso heu sk ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 28 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549697 UTMhor y 3554288 UTMver.
- g. Altitud: 386 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de roca metasedimentaria.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Verdot.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.43 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de roca metasedimentaria (caliza).
- b. Drenaje natural: bueno, aunque es un sitio que podría ser inundado cuando haya crecidas.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4) y muy seco en profundidad (pF=5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, este sitio está a lado de una corriente fluvial importante).
- e. Presencia de rocas superficiales: 35% cantos finos y medianos. Impedimento a todo uso de máquina excepto la muy liviana, uso para pastoreo o silvicultura.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente formado a partir de material no consolidado. Tiene color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y mal estructurado, tiene porosidad total

mediana y su drenaje es excesivo, la colonización de raíces es irregular y su densidad varía entre muy baja y muy alta.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-12 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido muy bajo de materia orgánica (0,83%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,69 en H ₂ O). Grano simple sobretodo y estructura en terrones, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil (los agregados formados son demasiado pocos). 35% de pedregosidad, con cantos finos medianos. Muchos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
AC	12 – 32 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Contenido extremadamente bajo de materia orgánica (0,45%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,02 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil, rompe a bloques subangulares y granular. Estructura granular, de tamaño mediano y fino, de grado débil, (los agregados formados son demasiado pocos). 40% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

C ₁	32 - 106 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/4). Textura arenosa franca a arenosa (AC-A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,07 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, de tamaño muy fino, (los agregados formados son demasiado pocos). 60% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y bloques. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	106 –115 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,19 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, de tamaño muy fino, fino, mediano y grueso, de grado débil, (los agregados formados son demasiado pocos). 60% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos, sólo una acumulación importante de sales solubles en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 14,301 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica alta a muy alta, presenta un drenaje bueno y alta a mediana capacidad de aireación, mediana capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es baja. La alta pedregosidad limita la disponibilidad de nutrimentos que es mediana, el P disponible es muy bajo, tiene una alta acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad muy importantes en todo el perfil.

Este sitio se encuentra localizado en un barranco, el viñedo corre altos riesgos de ser arrastrado por la corriente de agua en caso de eventos catastróficos de lluvia.

PERFIL No. 11

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 11
- b. Nombre del sitio: PV-V, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric) *wpsz wge cp FL (so heu)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 29 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549260 UTMhor y 3553407 UTMver.
- g. Altitud: 374 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de roca metasedimentaria y llanura aluvial.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Verdot.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.18 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: depósitos de la llanura aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado, es un sitio que se anega en caso de eventos extraordinarios de lluvias abundantes, está cercano al cauce principal del río.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4) y fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: 7mt aproximadamente.
- e. Presencia de rocas superficiales: 5% cantos finos y medianos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente sobre materiales fluviales, con drenaje bueno a moderado, de color muy heterogéneo, con pedregosidad alta en profundidad, texturas gruesas; suelo prácticamente sin estructura. El perfil tiene porosidad media, y con contenido bajo de materia orgánica.

Presenta una densidad de raíces mediana de manera general. Presenta una discontinuidad litológica a los 50 cm de profundidad, donde el material aluvial sepulta a un suelo anterior con un patrón de coloración gléyico moderadamente desarrollado.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (1.69 %). Suelo ligeramente alcalino (pH 7.60 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados de tamaño grueso, mediano, fino, y muy fino, de grado moderado, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granula, de tamaño grueso, mediano y fino; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.10 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
Ap ₂	14 – 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (1.10 %). Suelo ligeramente alcalino (pH 7.68 en H ₂ O). Grano simple, estructura en granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino, y muy fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granula y grano simple; estabilidad baja de agregados. 20% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es

		mediana (1.33 kg/dm ³). Densidad muy alta de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
C	30 - 50 cm	Color anaranjado amarillento claro (húmedo, 10YR 6/4). Textura arenosa (A). Contenido muy bajo de materia orgánica (0.21 %). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Grano simple. 70% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1.33 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
2Ckg1	50 –60 cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1). Textura franco limosa fina (CLf). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,74 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.11 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy alto (10-25%). Presencia de manchas color rojo óxido dentro de los agregados, de los poros y de los canales formados por las raíces; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras con alfa-dipiridilo fue negativa.
2Ckg2	60 – 100 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 4/3). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8.08 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.26 kg/dm ³). Densidad muy baja de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy alto (10-25%). Presencia de manchas color rojo óxido (más difusas que en horizonte anterior) dentro de los agregados; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras fue negativa. Manchas color rojo óxido también sobre la cara del horizonte, del 15 al 20% de abundancia, de forma difusa.
2Cg3	100 – 135 cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 7.60 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano. Estructura granular; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente es mediana (1.18 kg/dm ³). Densidad muy baja de raíces. Presencia de manchas color rojo óxido (más difusas que

		en horizonte anterior) dentro de los agregados; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras fue negativa. Manchas color rojo óxido también sobre la cara del horizonte, del 15 al 20% de abundancia, de forma difusa.
--	--	--

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Los cambios en la textura indican que es un *Fluvisol*, el material que sepulta al suelo de origen y que es fluvial con evidencias reductomórficas por influencia del nivel freático, es material fluvial también, pero de eventos distintos (si fuese coluvión sería rojo, similar al perfil 14, y no lo es). Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 9,505 dS/m) y de carbonato de calcio secundario en profundidad. La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la presencia de carbonatos, en la estratificación, en las evidencias reductomórficas, la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, tiene un drenaje moderado y mediana a alta capacidad de aireación, muy alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente a alta. La disponibilidad de cationes básicos es muy alta, el P disponible es bajo, tiene una alta acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 12

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 12
- b. Nombre del sitio: parte alta bajada Domecq.
- c. Clasificación del suelo: WRB (2006): Colluvic Thaptocambic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endochromic), código *co bcm RG (wpsz so heu ncr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 29 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 543524 UTMhor y 3554218 UTMver.
- g. Altitud: 385 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de granito (parte media).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito.
- i. Relieve: pendiente ondulada, el sitio del perfil es una parte plana dentro de la pendiente; exposición sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon, 30 años.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 8.78 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y granito saprolitizado.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4) y fresco en el tercer horizonte (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida, no influye.
- e. Presencia de rocas superficiales: 5% cantos finos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil poco desarrollado, con drenaje bueno a moderado, de color homogéneo, con pedregosidad baja, texturas gruesas; suelo medianamente estructurado en superficie, material coluvial sepulta a un suelo con un horizonte cámbico de color naranja. El perfil tiene porosidad media, y con

contenido bajo de materia orgánica. Presenta una densidad de raíces muy baja de manera general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-34 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,49%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,82 en H ₂ O). Grano simple sobretodo, estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a terrones. Estructura granular, de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite calro y uniforme.
AC	34 – 64cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (0,79%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,86 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y granular. Estructura granular, de tamaño mediano y fino, de grado moderado; estabilidad baja de agregados. 2% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,5 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso.

2Bw	64 – 77/97 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,87 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad baja de agregados. 3% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,3 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.
2BC	77 –97cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa a arcillo-arenosa (CRA-RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,13 en H ₂ O). Masiva, estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso. Un poco estructura granular, de tamaño mediano y fino; estabilidad baja de agregados. 10-15% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. Es un suelo con densidades aparentes altas sobre todo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. El cambio brusco en la textura y en la estructura son evidencia del coluvión que sepulta a un suelo. Hay un horizonte B que muestra pedregosidad baja y evidencias de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 7,708 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la estructura, en el color y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una buena conductividad hidráulica, tiene un drenaje moderado y mediana a baja capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es bajo; tiene una moderada acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 13

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 13
- b. Nombre del sitio: Parte baja bajada, Sauvignon Blanc Injerto II, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic), código *ha RG (wpsz so heu nsk cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 30 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549326 UTMhor y 3553362 UTMver.
- g. Altitud: 377 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) (parte media).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito y de pizarra y llanura aluvial.
- i. Relieve: moderadamente inclinado, 3-5°; exposición noroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sauvignon Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.04 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: pizarra (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 30% cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo de avanzada pedogénesis, con una barrera física por alta pedregosidad a partir de los 20 cm que no parece disminuir su profundidad fisiológica ya que la mayor densidad de raíces tanto finas como gruesas se encuentra entre los 20 y 48 cm de profundidad. El suelo es de color homogéneo, con alta pedregosidad, porosidad total mediana, texturas finas y medianas y bien estructurado.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-10 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido alto de materia orgánica (2,22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,49 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad moderada de agregados. 30% de pedregosidad, con cantos medianos y finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	10 – 20cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,83%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,66 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad moderada de agregados. 50% de pedregosidad, con cantos medianos y finos. Pocos poros, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BC	20 – 48 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,33%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,78 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad baja de agregados. 60% de pedregosidad, con cantos medianos y gruesos, 10% de cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino, fino y mediano, de forma vesicular y tubular, inped; y muchos poros, de forma vesicular, exped. Se observaron algunas grietas. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces extremadamente alta. Límite claro e irregular.
Cw	48 – 115cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura arcillo-arenosa (RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,27 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 70% cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Nota: al romper los agregados se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, no aparecen en la cara del perfil, sólo dentro de los agregados.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Tiene acumulación de materia orgánica en los tres primeros horizontes, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 7,2 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la estructura, en el color, la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una alta conductividad hidráulica, tiene un drenaje bueno y baja a mediana capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es medianamente alta, el P disponible es muy bajo; tiene una moderada acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 14

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 14
- b. Nombre del sitio: Parte alta bajada, Petit Sirah I, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic, Hypoepisalic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic), código *ct LV (rp nso wpsz heu sk ro)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 31 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549387 UTMhor y 3553185 UTMver.
- g. Altitud: 395 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) (parte alta).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito y de pizarra y llanura aluvial.
- i. Relieve: fuertemente inclinado, pendiente ondulada, 8°; exposición: nor-noroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 2.97 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: pizarra (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizontes superficiales (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 50% cantos finos, medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo profundo, el sitio tiene una capa superficial de material coluvial que cubre a un Luvisol, es un suelo con porosidad total mediana, con colonización de raíces irregular y de densidad alta a muy baja, con texturas finas, pedregosidad importante, presenta iluviación de arcillas y formación de estructura.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-18 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/2). Textura franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (2,06%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño muy grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares y granular, de tamaño muy grueso; estabilidad mediana de agregados. 50% de pedregosidad, cantos gruesos, medianos y finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, fino y mediano, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
2Bw	18 – 35cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco-arcillosa (CR). Contenido suficiente de materia orgánica (1,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares y subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y subangulares y granular; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos medianos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular y tubular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular y tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Presencia de manchas amarillas en la cara del perfil, podría tratarse de un relicto.

2BC	35 – 57 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco-arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,59 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino, fino y mediano, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Nota: se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, de 1 a 2 mm.
2BCt ₂	57 –85cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 4/4). Textura franco-arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Masiva y estructura angular y en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a angular y en bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos gruesos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, de 1 a 2 mm. Se observaron cutanes de arcilla, en caras de los agregados, delgados, muy pequeños.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. La pedregosidad aumenta con la profundidad. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap), muestra acumulación de materia orgánica en los dos primeros horizontes, el tipo de humus es mull. Hay iluviación de arcillas evidenciada en el cuarto horizonte por la presencia de cutanes de arcilla en las caras de los agregados. Acumulación moderada de sales en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 6,506 dS/m). La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura, la presencia de cutanes y la pedregosidad.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente (muy alta en superficie). Tiene capacidad de aireación baja a mediana, las capacidades de campo y de retención de agua disponible son bajas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias.

Son viñedos no cubiertos, en una pendiente con inclinación importante, es un sitio susceptible a la erosión.

PERFIL No. 15

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 15
- b. Nombre del sitio: glacis nivelado (cerca de Châtau Camou), Nebbiolo, viñedos Magoni, Rancho F-5.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic), código *wpsz SN (ap co par cr)*. Nota: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 2 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537146 UTMhor y 3551380 UTMver.
- g. Altitud: 329 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito.
Forma del terreno circundante: plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Nebbiolo.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 14.76 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo profundo, con baja porosidad total de manera general, pobre en materia orgánica, con baja densidad de raíces, drenaje moderado, pedregosidad baja, texturas gruesas y estructurado. Acumula sales y cantidades de Na importantes, presenta iluviación de arcillas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,40%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,38 en H ₂ O). Grano simple (un poco), estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares y granular. Estructura granular, de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
B	14 – 42cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,26%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,16 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y granular. Estructura granular (un poco), de tamaño grueso; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, muy fino y micro, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

2Btn	42 – 90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/6). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,46 en H ₂ O). Estructura masiva. Estructura en bloques angulares (muy poco), de tamaño muy grueso (muy difícil de quebrar los agregados); estabilidad moderada/débil de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño muy fino y micro, de forma vesicular, inped y exped; grietas, tamaño de 1 a 2mm, abundancia 4 a 5 por dm ² . Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muy pocos y delgados).
------	------------	--

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene procesos pedogenéticos importantes: una acumulación de sales de moderada a muy alta ($CE_{pF1,8}$ de 22.3 y 4.974 dS/m en el primer y tercer horizontes respectivamente), y una alta saturación de Mg y Na intercambiable (>15%), rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico nátrico; el proceso de formación de estructura es importante y el de iluviación de arcillas es incipiente pero evidente, tiene cantidades importantes de Na.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana a baja, las capacidades de campo y de agua disponible son medianas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 16

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 16
- b. Nombre del sitio: canal (disecciones), viñedos Cetto, Chenin Rancho Las Parras.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic, Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic), código *wsz cp FL (so heu ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 4 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 536626 UTMhor y 3551253 UTMver.
- g. Altitud: 328 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana, glacís nivelado muy extenso.
- i. Relieve: ondulado.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chenin Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 15.31 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y material fluvial.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- i. Presencia de rocas superficiales: <1% cantos finos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un perfil de desarrollo incipiente, formado a partir de materiales aluviales, de color heterogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas, el suelo tiene una incipiente formación de estructura, baja porosidad total y prácticamente no se observaron raíces.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-19 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (0,97%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte; estabilidad baja de agregados. <1% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,32 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₁	19 – 36cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,36%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,74 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares. Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño fino; estabilidad baja de agregados. 5-7% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,49 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	36 – 64 cm	Color café grisáceo (húmedo, 5YR 4/2). Textura al tacto franco arcillo-arenosa a franca (CRA-C). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,47 en H ₂ O). Estructura laminar (agregados compactados, salen láminas pero horizontalmente), agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a laminar. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano; estabilidad baja de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; poros

		comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,56 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular.
C ₃	64 –90cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto arenosa franca (AC). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,67 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a grano simple; estabilidad baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite abrupto e irregular.
C ₄	>90 cm (profundidad total del perfil 96 cm)	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,30 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares laminar, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a laminar. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped, poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,52 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Los cambios en la textura indican que es un *Fluvisol*. Es un suelo medianamente desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en todo el perfil (CE_{pF1,8} de 19.6 a 5.3 dS/m) y de carbonato de calcio secundario en superficie. La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la presencia de carbonatos, en la estratificación, la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica baja a mediana, tiene un drenaje bueno a moderado y mediana a alta capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es bajo, tiene una alta acumulación de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad importantes en todo el perfil.

PERFIL No. 17

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 17
- b. Nombre del sitio: hondonada II (disecciones), viñedos Cetto, Rubí Cabernet, Rancho Las Parras.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *wsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 5 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 536827 UTMhor y 3550829 UTMver.
- g. Altitud: 326 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial (sito ubicado corriente abajo respecto a la ubicación del perfil 16).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: ondulado.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: mezcla de blancas y tintas (el lugar es conocido como Rubí Cabernet).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 15.11 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y material fluvial.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- j. Presencia de rocas superficiales: <1% cantos finos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, de color homogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y una densidad de raíces muy baja.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-20 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,36%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. <1% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, inped y exped; grietas entre los agregados, tamaño de 1 a 2 mm. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Bw ₁	20 – 50cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,28%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,90 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, rompe a bloques angulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Poros comunes, de tamaño micro, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,54 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BW ₂	50 – >110 cm	Color café rojizo (húmedo, 5YR 4/6). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,75 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a bloques angulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Poros comunes, de tamaño micro, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,47 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
-----------------	--------------	---

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Tiene acumulación moderada de sales en todo el perfil ($CE_{pF1,8}$ de 5,2 a 4.4 dS/m). Evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo debido al color rojizo del suelo. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, tiene un drenaje bueno a moderado y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es muy bajo, tiene una alta acumulación de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad importantes en todo el perfil.

PERFIL No. 18

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 18
- b. Nombre del sitio: Chenin I, viñedos Cetto, Rancho Chico.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Siltic), código *wpsz FL (so heu nsk par sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 8 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539096 UTMhor y 3549299 UTMver.
- g. Altitud: 320 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chenin.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 13.02 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: neblina temprano, pero muy pronto se despejó. Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material fluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie ($pF=4$), fresco a seco en los tres últimos horizontes ($pF=4 / 3$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, sitio cercano al cauce principal del río).
- k. Presencia de rocas superficiales: no.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil se desarrolla a partir de materiales aluviales, es pobre en materia orgánica, estructura muy incipiente y débil, con pedregosidad baja, texturas gruesas y medianas, con bajo contenido de carbonato de calcio secundario en casi todo el perfil. La colonización de las raíces es normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-12 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,41%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular (muy pocos agregados), agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado muy débil; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
Ap ₂	12 – 19cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,41%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,78 en H ₂ O). Grano simple sobretodo, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado débil, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₁	19 – 29 cm	Color gris parduzco (húmedo, 7,5YR 5/1). Textura al tacto arenosa (A). Contenido muy bajo de materia orgánica (0,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,63 en H ₂ O). Grano simple. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial (arena suelta). Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).

C ₂	29 –76cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1 y 3/2). Textura al tacto franco limosa gruesa a limosa (CLg-L). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro y uniforme. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₃	76 –99cm	Color café grisáceo (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto franco limosa gruesa (CLg). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,52 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₄	99 –128cm	Color café amarillo grisáceo (húmedo, 10YR 4/2). Textura al tacto arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,92 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo), estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño grueso, de grado débil; estabilidad baja de agregados. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial (arena suelta). Densidad aparente mediana (1,06 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Contenido de carbonatos medio (2-10%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran ligera acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos. Acumulación moderada de sales en el horizonte superficial ($CE_{p1,8} = 4,6$ dS/m). Se clasificó como tal porque presenta estratificación del suelo, acumulación de sales en superficie, y un porcentaje importante de arena.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene un buen drenaje, alta a mediana capacidad de aireación y muy alta capacidad de agua disponible, la CIC es suficiente y la disponibilidad de cationes básicos es alta. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

Es una zona potencialmente inundable, se encuentra en la llanura de inundación, cercana al cauce principal del río. Con capacidad de retención (CC) mediana y conductividad hidráulica (Kf) mediana a alta.

PERFIL No. 19

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 19
- b. Nombre del sitio: Sauvignon Blanc I, viñedos Cetto, Rancho Grande.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic), código *wsz CM (rp co so bhu heu sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 8 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539054 UTMhor y 3548836 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja, muy cercana al límite con la llanura aluvial. Pizarra detrás de la tonalita, de esta última se forman las montañas más cercanas, y que pudieran tener influencia, en el sitio de observación).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos de granito apenas notorios), glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sauvignon Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 13.16 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S) y con viento, (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

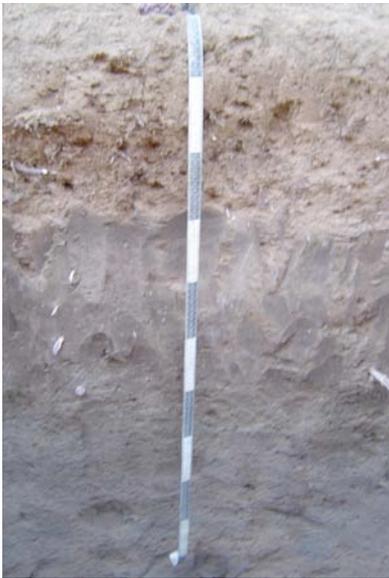
B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito en profundidad, cubierto de material coluvial y material fluvial (es un sitio cercano al río, en alguna crecida pudo depositar ahí).
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en el resto del perfil (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, sitio cercano al cauce principal del río).
- l. Presencia de rocas superficiales: 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El suelo tiene una capa colúvica de color rojizo y el color del suelo en profundidad es predominantemente café, además tiene un horizonte orgánico (Ah) enterrado. Es un perfil profundo, con drenaje moderado, con baja pedregosidad, el suelo tiene texturas gruesas y medianas, bien estructurado, poco poroso, con una colonización irregular de raíces, su densidad varía entre muy alta y baja.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-10 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/6). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,44%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,22 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones (muy pocos agregados), agregados de tamaño grueso y mediano, de grado muy débil; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,46 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite uniforme y claro. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

Ap ₂	10 – 30cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/6). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,50%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,86 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado débil, rompe a grano simple y granular. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares, granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
2Ah	30 – 59 cm	Color café grisáceo (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto franco limosa fina (CLf). Contenido suficiente de materia orgánica (2,00%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,73 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.
2Bw ₁	59 –85cm	Color negro parduzco (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura al tacto franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,06 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 15% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso.
2Bw ₂	85 –125cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,94 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. Los dos primeros horizontes han sido perturbados por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica que aumenta considerablemente en el tercer horizonte, lo que señala un horizonte (Ah) orgánico sepultado. El tipo de humus es mull. Acumulación moderada a alta de sales solubles en todo el ($CE_{pF1,8}$ de 9.2 a 6.4 dS/m). La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura, el cambio litológico y la acumulación de humus a profundidad.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es alta y la disponibilidad de cationes básicos es muy alta, el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

PERFIL No. 20

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 20
- b. Nombre del sitio: Lote 13-Grenache, viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Chromic), código *hpsz SC (so cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 9 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537792 UTMhor y 3547605 UTMver.
- g. Altitud: 325 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: abanico disecado (lomo de ballena).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Grenache.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 14.67 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado, con un poco de neblina, (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en el segundo horizonte (pF=3), seco en el resto del perfil (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- m. Presencia de rocas superficiales: 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un perfil medianamente profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas finas y gruesas, con buena estructura y densidad de raíces baja en general. El perfil tiene porosidad total mediana y acumulación importante de sales.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-7 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,28%). Suelo neutro (pH 6,98 en H ₂ O). Grano simple (un poco), estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte los gruesos y moderado el resto. Estructura granular, agregados de tamaño mediano, fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. <u>En la superficie del suelo, de manera general, se forma una costra.</u> 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,31 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	7 – 17cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (1,22%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,89 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte. Estructura granular y migajón, agregados de tamaño mediano, y fino, de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular e intersticial, exped; muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,32 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BC	17 – 60 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/4). Textura al tacto franco arcillosa (CR). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,97 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques angulares mas algunos agregados granulares; estabilidad moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos, gravas medianas. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso.
CB	60 –80cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto, franco arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,06 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 90% de pedregosidad. Pocos poros, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: Presencia de detritos negros, aproximadamente 10% de abundancia, de forma irregular (como cantos finos).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es aluvión. Los dos primeros horizontes han sido perturbados por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales ($CE_{pF1,8}$ de 45 a 4 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. El proceso de formación de estructura empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, la CIC es suficiente a alta. Tiene capacidad de aireación baja a mediana, las capacidades de campo y de retención de agua disponible son bajas, el P disponible es muy bajo. Tiene una barrera física por alta pedregosidad. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

En el largo plazo, es un sitio que tiende a erosionarse, los arroyos que anteriormente acumulaban se han encajado y seguramente la erosión laminar tiende a lavar los costados.

PERFIL No. 21

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 21
- b. Nombre del sitio: Lote 14, hondonada (disección), viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Arenic), código *hpsz SC (so ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 9 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537802 UTMhor y 3547761 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 14.65 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- n. Presencia de rocas superficiales: 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Impedimento a todo uso de maquinaria excepto la muy liviana.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es de desarrollo incipiente, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y ligeramente estructurado. El perfil tiene porosidad baja, un contenido bajo de materia orgánica y acumulación importante de sales en todo el perfil. Presenta una densidad de raíces muy baja de forma general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-5 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,95%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,93 en H ₂ O). Grano simple (se forma una costra, algunos terrones); estabilidad muy baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente mediana (1,23 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₁	5 – 10cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1,07%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,85 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte los gruesos y débil el resto, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped/exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso.

C ₂	10 – 30 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido bajo de materia orgánica (1,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,84 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado débil; estabilidad baja/moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped/exped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso.
C ₃	30 – 85cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,31 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad baja/moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales ($CE_{pF1,8}$ de 37 a 4.6 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. No hay aún evidencias de procesos pedogenéticos importantes.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación baja a mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible mediana, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 22

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 22
- b. Nombre del sitio: Zinfandel, viñedos Magoni, Rancho Las Delicias (parcela detrás de la oficina).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Puffic Solonchak (Sodic, Epiarenic, Chromic), código *hpsz pu SC (so pa cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 11 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539169 UTMhor y 3550460 UTMver.
- g. Altitud: 320 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja, muy cercana al límite con la planicie).
Forma del terreno circundante: plana.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Zinfandel.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 12.78 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito *in situ* y material fluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: fresco (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% de pedregosidad, cantos finos. Ninguna limitación para la labranza.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: se observaron costras blancuzcas en superficie, de forma muy localizada (sobre todo en zonas de goteo).
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es medianamente profundo, de color homogéneo, con pedregosidad media de manera general, texturas gruesas y finas, medianamente estructurado, tiene porosidad total mediana a

baja, densidad mediana a baja de raíces, altas concentraciones de sales y una saturación de ion Na muy elevada.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 4 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/2). Textura al tacto arenosa franca a franco arenosa (AC-CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,39 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (0,92 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
B ₁	4 - 37cm	Color café rojizo muy oscuro (húmedo, 5YR 2/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1,00%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,25 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite claro y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

B ₂	37 – 50 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado moderado, rompe a bloques angulares y a granular de tamaño mediano y fino. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 15% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso e irregular.
B ₃	50 – 80cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,41 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso (10 cm), de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito *in situ* y material fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales (CE_{pF1,8} de 83 a 6.5 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. Se observaron costras blancuzcas en superficie de forma muy localizada (sobre todo en zonas de goteo). El proceso de formación de estructura empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de cationes básicos es alta, la CIC es suficiente a alta. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible mediana, el P disponible es bajo. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 23

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 23 (Nota: este perfil no fue muestreado debido a su proximidad al sitio del perfil 21, por lo tanto todo el análisis está basado en estimaciones y observaciones de campo).
- b. Nombre del sitio: Lote 14 (a aproximadamente 20 mt del sitio del perfil 21), hondonada (disección), viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo: FAO (WRB, 2006): Hyposalic Fluvisol (Skeletal, Arenic), código *wsz FL (sk ar)*.
- d. Fecha de la descripción: 12 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537757 UTMhor y 3547798 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 14.65 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>)).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: excesivo.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- p. Presencia de rocas superficiales: 30% de pedregosidad, cantos finos. Impedimento a todo uso de maquinaria excepto la muy liviana.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo medianamente profundo, con drenaje excesivo, de color heterogéneo, muy pedregoso, texturas gruesas y medianas, mal estructurado y tiene porosidad total mediana. Presenta una densidad de raíces baja de forma general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 13 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto arenosa franca (AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1.50%). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad mediana de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
C ₁	13 – 33cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto arenosa franca (AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1.50%). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura granular (sobretudo), agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a grano simple. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad alta de agregados. 40% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular y abrupto. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).

C ₂	33 – 44 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 7.5YR 2/3). Textura al tacto franco limosa gruesa (CLg). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares. Estructura granular (sólo un poco); estabilidad alta de agregados. 25% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite irregular y abrupto.
C ₃	44 – 81cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/4). Textura al tacto arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo neutro (pH 7,00 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo), estructura en bloques subangulares (muy pocos agregados, contienen cantos), agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 80% de pedregosidad, cantos finos y piedras. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite irregular y abrupto.
C ₄	81 – 92 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/4). Textura al tacto franco limosa gruesa y arenosa (fina) franca (CLg y AC). Suelo neutro (pH 7,00 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte, bloques medianos y pequeños de grado moderado. Los agregados son grandes y porosos, algunos tienen más arena y otros más limo, los agregados porosos y limosos tienen estabilidad alta, los agregados más arenosos baja. 2% de pedregosidad, cantos finos. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular y abrupto.
C ₅	> 92 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto franco limosa fina (CLf). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad baja de agregados. Pedregosidad no pudo estimarse, horizonte apenas perceptible. Poros no pudieron estimarse, horizonte apenas perceptible.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 28.5 dS/m). No hay evidencias de procesos pedogenéticos importantes. La clasificación se basó principalmente en la estratificación del suelo, el porcentaje importante de arena y la pedregosidad.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una alta a muy alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta. Tiene capacidad de aireación mediana a alta, la capacidad de campo es muy baja y la de retención de agua disponible baja, el P disponible es bajo.

Es un suelo con una barrera física entre los 44 y 80 cm de profundidad debido a la alta pedregosidad, sin embargo estas profundidades coinciden con la zona de mayor densidad de raíces finas.

PERFIL No. 44

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 44
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Viñedos San Antonio, Lote 7.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Regosol (Sodic, Eutric, Endoskeletal, Arenic), código *ha RG (so eu nsk ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 30 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532035 UTMhor y 3536539 UTMver.
- g. Altitud: 235 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: ladera erosiva, lomerío de granito.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos bajos de granito.
- i. Relieve: ligeramente inclinado, 1-2°.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 24.64 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

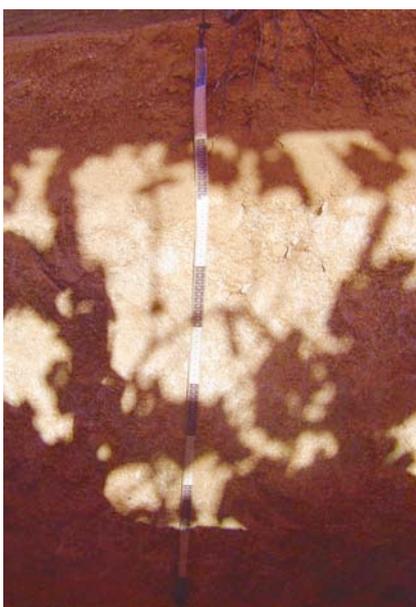
B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito .
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 30% de pedregosidad, cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo poco desarrollado, con drenaje bueno debido a su posición en el relieve, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas, no estructurado y con porosidad total baja. Presenta una densidad de raíces muy baja de forma general. En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 30 cm	Color café – café mate (húmedo, 7,5YR 5/4 y 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,81%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,93 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso (de 5 a 6 cm), rompe a terrones; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1,25 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite abrupto y uniforme.
Cw	30 – 108cm	Color café mate (húmedo, 7,5YR 5/4). Textura al tacto arenosa franca a arenosa (AC-A). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,32 en H ₂ O). Grano simple. 40% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente alta (1,90 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: manchas “negras” sobre la cara del perfil, parece materia orgánica descompuesta.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte muestra acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay procesos visibles importantes en realidad. La clasificación de este suelo se basó principalmente en la pedregosidad, en la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, las capacidad de campo y de retención de agua disponible son medianas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas. Las plantas se ven débiles, pierden las hojas (es época de cosecha, muy pronto para perder la hoja), las plantas son poco vigorosas. Es posible que debido a la posición en el paisaje, estos lugares estén sujetos a un lavado subsuperficial que provoca la movilización ladera abajo de nutrientes y de suelo.

PERFIL No. 45

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 45
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Viñedos San Antonio, Lote 7.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic), código *ha CM (so eu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 30 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532124 UTMhor y 3537152 UTMver.
- g. Altitud: 230 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: ladera erosiva, lomerío de granito.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos bajos de granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, escarpado, 18°; exposición: sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 24.60 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Iluminación deficiente (I), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito y material transportado.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 25% de pedregosidad, cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El suelo es de desarrollado moderado, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total y densidad de raíces bajas. En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 9 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1.09%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6.68 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso (de hasta 8 cm); estabilidad baja de agregados. 25% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.33 kg/dm ³). Ausencia de raíces finas, raíces expuestas. Límite abrupto y uniforme.
BC ₁	9 - 44cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0.84%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6.84 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente alta (1.80 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite gradual e irregular.
BC ₂	44 - 70 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7.20 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares con agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.40 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual e irregular.

BC ₃	77 – 96 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/6). Textura al tacto franco arcillo arenosa (CRA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7.21 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moerado/fuerte, rompe a bloques subangulares con agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.30 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.
-----------------	------------	--

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ* y material transportado de superficie cumbral del lomerío. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay procesos visibles importantes en realidad. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible es mediana, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes, el Na es < 3 % en este caso.

En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas. Las plantas se ven débiles, pierden las hojas (es época de cosecha, muy pronto para perder la hoja), las plantas son poco vigorosas. Es posible que debido a la posición en el paisaje, estos lugares estén sujetos a un lavado subsuperficial que provoca la movilización ladera abajo de nutrientes y de suelo.

PERFIL No. 46

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 46
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Rancho San Gabriel, Lote 1.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Cambisol (Sodic, Eutric), código *ha CM (so eu)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 2 de octubre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532052 UTMhor y 3537173 UTMver.
- g. Altitud: 260 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis erosivo.
Forma del terreno circundante: fuertemente inclinado, lomeríos de roca volcánica.
- i. Relieve: pendiente sencilla, fuertemente inclinado, 7-8°; exposición: noreste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 24.98 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado, despejado (S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: roca volcánica y material transportado (tengo dudas porque se supone que es una zona sólo erosiva y no acumulativa y la capa de encima es sólo suelo retrabajado).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 3 % de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad baja, texturas francas, medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y densidad mediana de raíces.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 24 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,00%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,86 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. 3% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma intersticial y pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite abrupto y uniforme.
Bw ₁	24 – 71/80cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (1,16%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,35 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular y tubular, exped/inped. Densidad aparente alta (1,55 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso.
Bw ₂	71/80 – 112 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franca (C). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,75 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, agregados gruesos rompen a en bloques angulares, los medianos y finos a en bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de

		forma tubular y vesicular exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente alta (1,60 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja.
--	--	---

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es roca volcánica intemperizada *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Los procesos pedogenéticos característicos de los horizontes del subsuelo son la neoformación de arcillas y la formación de estructura. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una baja conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es muy alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es mediana y la de retención de agua disponible es alta, el P disponible es bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes, el Na es < 4.5 %.

El sitio de muestreo tiene una pendiente con inclinación importante, tiene cierto riesgo a la erosión.

PERFIL No. 47

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 47
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Rancho Anova.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Hyposalic Phaeozem (Sodic), código *wsz PH (so)*.
- d. Fecha de la descripción: 3 de octubre del 2006. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 531826 UTMhor y 3537838 UTMver.
- g. Altitud: 255 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: pie de ladera coluvial, en medio de lomas graníticas.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, moderadamente inclinado, 3°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 24.33 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado, despejado (S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material de granito transportado sobre granito intemperizado insitu.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4), húmedo en profundidad (pF=2).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 23 % de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo de desarrollo moderado, en este perfil el color varía de café a café amarillento, la pedregosidad es baja en superficie y media en profundidad, tiene texturas franco arenosas en superficie y la cantidad de arcilla aumenta con la profundidad, el suelo tiene poca estructura. El perfil es poco poroso, tiene estructura incipiente y acumulación importante de humus.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 23 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido bueno de materia orgánica (2,64%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,77 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de 8 a 10 cm (son muy porosos), de grado moderado/fuerte, rompe a terrones más pequeños y grano simple; estabilidad mediana de agregados. 23% de pedregosidad, cantos finos, <1% de cantos medianos y 2% de piedras y bloques. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces finas, raíces expuestas. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
AB	23 – 38/49cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,64%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 20% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped; muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso.

Bw	38/49 – 75 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,26 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, rompe a bloques subangulares; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,39 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite gradual.
BC	75 - 110 cm	Color café amarillento mate (húmedo, 10YR 5/4). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo neutro (pH 7.02 en H ₂ O). Suelo no estructurado (masiva); 37.5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente alta (1.80 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica, el contenido es medio/bajo. El tipo de humus es mull. Los procesos pedogenéticos importantes son la incipiente formación de estructura y la acumulación importante de humus, razón por la cual el horizonte superficial se clasificó como mólico.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es mediana y la de retención de agua disponible es alta, el P disponible es muy bajo. Es una zona de acumulación.

Anexo 10. Descripción de perfiles

PERFIL No. 1

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 1
- b. Nombre del sitio: glacis acumulativo alto, lote Cornejal, viñedos Cetto, Rancho Agua Honda.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Cutanic Hyposalic Luvisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *ct ws LV (wn heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 19 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: frente a la plaza de toros. Coordenadas: 545828 UTMhor y 3554435 UTMver.
- g. Altitud: 400 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo alto (GAa) de granito (parte alta).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, fuertemente inclinado, 10°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottke et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.70 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4-5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 15% cantos medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, bien drenado, de color café rojizo oscuro, con pedregosidad media (del 1% al 25%). Texturas franco arcillosas, moderadamente estructurado y de grado moderado-fuerte a

débil, agregado de tamaño grueso y mediano. El perfil es poroso, presenta grietas e iluviación de arcillas. Tiene una densidad de raíces normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-12 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franca a franco arcillosa (C-CR). Contenido alto de materia orgánica (2.66%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,08 en H ₂ O). Estructura en fragmentos y granular, agregados de tamaño fino a mediano, mas grano simple; estabilidad moderada de agregados. 15% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente media (1,27 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular.
Bt ₁	12 - 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arcillosa (CR). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,59%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,8 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado a fuerte; estabilidad alta de agregados. 1% de pedregosidad, con cantos finos y gruesos. Pocos poros, de forma tubular y tamaño fino; presenta grietas (7), finas y medianas. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muchos y delgados).

Bt ₂	30 - 50 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,40%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,84 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, rompe a bloques angulares mediana y fina, todos los agregados de grado moderado a fuerte; estabilidad media a baja de los agregados (los agregados rompen en lascas verticales muy finas). 1% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de forma intersticial y vesicular, de tamaño fino; presenta grietas (2). Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (pocos y delgados).
BC	50 – 68 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Estructura prismática, agregados de tamaño grueso y de grado moderado, rompe a bloques subangulares, agregados de tamaño mediano y fino de grado moderado. 16% de pedregosidad, 15% cantos finos y 1% cantos medianos. No presenta poros visibles. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muy pocos y delgados).
CB	68-90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo arenosa (CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,42 en H ₂ O). Horizonte no estructurado (masivo), agregados rompen a subangular, agregados de tamaño grueso y de grado débil. 26% de pedregosidad, 25% cantos finos y 1% cantos medianos. No presenta poros visibles. Densidad aparente alta (1,5 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. La pedregosidad es del 15% en el primer horizonte, luego tan solo de 1% en el subyacente y aumenta hasta el 26% con la profundidad, lo que indica que hay fragmentos traslocados en superficie por movimiento de reptación. El color en todos los horizontes es homogéneo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap), muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Hay iluviación de arcillas evidenciada en el segundo y tercer horizontes por la presencia de cutanes de arcilla en las caras de los agregados. El perfil presenta grietas en los horizontes Bt. Hay sales solubles en todo el perfil. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura y la presencia de cutanes.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje, la disponibilidad de nutrientes es muy alta. La baja capacidad de aireación y la de capacidad de campo podrían ser una limitante de este sitio, así como la muy baja cantidad de P disponible. Contiene sales solubles; la CE en el extracto de saturación varía entre 4 y 7 dS/m, lo que indica una afectación ligera por salinidad. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias. Lo anterior no representa mucho problema para la vid si ésta está en un portainjertos tolerante a la salinidad del suelo.

Son viñedos no cubiertos, en pendiente escarpada, con los surcos en el sentido de la pendiente, por lo tanto, es un sitio muy susceptible a la erosión.

PERFIL No. 2

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 2
- b. Nombre del sitio: glacís acumulativo bajo, lote Testigo 1, viñedos Cetto, Rancho Agua Honda.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hyposalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal), código *ha RG (wsz so heu nsk)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 21 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización. Coordenadas: 545706 UTMhor y 3554358 UTMver.
- g. Altitud: 390 msnm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo bajo (GAb) de granito (parte alta). Ladera ondulada, fuertemente inclinada.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente compleja, fuerte, 4 - 5°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon. Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.71 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco (pF=5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 33% cantos gruesos y finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil con desarrollo incipiente, bien drenado, de color café oscuro, con pedregosidad media (de 33% al 50%). Texturas arenosas a arenosa francas; estructura en general incipiente, de grado moderado-débil, agregados de tamaño fino a mediano. El perfil es poroso, permeable y con densidad aparente alta. Presenta una densidad de raíces normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-20 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura arenosa franca a arenosa (AC-A). Contenido suficiente de materia orgánica (1.41%). Suelo neutro (pH 7,01 en H ₂ O). Estructura en terrones y grano simple sobretodo. 33% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (3% de cantos gruesos). Muchos poros, de tamaño fino, de forma vesicular. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Densidad baja de raíces. Límite claro e irregular.
BC ₁	20- 60 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,33%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,71 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño fino; estabilidad muy baja de agregados. 41% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (1% de cantos gruesos). Pocos poros, de forma vesicular y tamaño fino, exped. Densidad aparente alta (1,52 kg/dm ³). Densidad de raíces media. Límite claro e irregular.
BC ₂	60 – 95 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,03 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño fino a mediano; estabilidad muy baja de agregados. 50% de pedregosidad, sobretodo cantos finos (10% de cantos medianos y gruesos). Pocos poros, de forma vesicular y tamaño fino, exped. Densidad aparente alta (1,47 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo con densidades aparentes altas. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos importantes, sólo una acumulación de sales solubles y formación incipiente de estructura. La clasificación de este suelo se basó en la acumulación de sales, en la pedregosidad, en la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de media a alta, presenta buenas condiciones de drenaje y alta aireación, baja capacidad de agua disponible y muy baja capacidad de retención de agua, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta y el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie y moderada en el resto del perfil. La suma de Mg más Na intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

Son viñedos no cubiertos, en pendiente fuerte, con los surcos en el sentido de la pendiente, por lo tanto es un sitio extremadamente susceptible a la erosión.

PERFIL No. 3

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 3
- b. Nombre del sitio: Lote Chardonnay injerto, viñedos Cetto, Rancho VLACSA.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Hypereutric, Sodic, Endoarenic), código *wpsz FL (heu so nar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6%.
- d. Fecha de la descripción: 22 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 544893 UTMhor y 355397 UTMver (más cerca del camino de entrada que de la planta).
- g. Altitud: 325 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja).
Forma del terreno circundante: plano.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 7.18 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión joven.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: fresco (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir temporalmente, cuando hay crecidas).
- e. Presencia de rocas superficiales: 25% cantos finos, medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, bien drenado, de color café oscuro a café, con pedregosidad baja y texturas gruesas; no estructurado. El perfil es poco poroso. La colonización de raíces es irregular, su mayor densidad es en el primer horizonte.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-18 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/2). Textura franco arcillo-arenoasa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido alto de materia orgánica (2.22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,08 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo) y estructura en terrones (gruesa y muy fina; de grado débil; rompe a grano simple y granular), estabilidad moderada de los agregados. 25% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 5% de cantos medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente mediana (1,28 kg/dm ³). Densidad extremadamente alta de raíces. Límite claro y ondulado.
C ₁	18- 40 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/2). Textura franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0.86%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,87 en H ₂ O). Grano simple sobretudo, estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso; de grado débil. Estructura granular; estabilidad moderada de los agregados. 18% de pedregosidad, 15% de cantos finos, 3% de cantos medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual.

C ₂	40 – 85 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,18 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso; granular y grano simple; de grado débil, estabilidad muy baja de los agregados. 27% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 7% de cantos medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular. Densidad aparente alta (1,48 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual.
C ₃	85 - 125	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,32 en H ₂ O). Estructura granular, de grado débil, rompe a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 21% de pedregosidad, 20% de cantos finos, 1% de cantos gruesos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite gradual.
C ₄	> 125 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,54 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, rompe a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 4% de pedregosidad, 2% de cantos finos, 2% de cantos gruesos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,29 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es material fluvial. La pedregosidad es media en casi todo el perfil. El color es heterogéneo dado que el perfil se encuentra estratificado. Es un suelo profundo, con densidades aparentes medianas. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay procesos pedogenéticos evidentes, sólo una acumulación muy importante de sales solubles en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 20,9). La clasificación se basó principalmente en la estratificación del perfil, en la textura y en la presencia de sales.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de media a muy alta, presenta buenas condiciones de drenaje y alta aireación, capacidad de agua disponible regular y baja capacidad de retención de agua, disponibilidad de nutrimentos medianamente alta y la cantidad de P disponible es muy baja. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 4

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 4
- b. Nombre del sitio: glacis acumulativo bajo, lote Cabernet Sauvignon Terrazas, viñedos Cetto, Rancho VLACSA.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperferralic Hypoendosalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *hfl wnsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 22 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 545436 UTMhor y 3554014 UTMver (cerca de la planta VLACSA, detrás si se considera la parte del estacionamiento el frente).
- g. Altitud: 355 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte media). Ladera ligeramente ondulada, ligeramente inclinada.
Forma del terreno circundante: plana, llanura de inundación.
- i. Relieve: pendiente sencilla, ligera, 2°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon. Orientación de los surcos: suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.83 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (sapolita) y material coluvio-aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 10% cantos finos, medianos y gruesos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo moderado, bien drenado, de color café rojizo, con pedregosidad de muy baja a media. Texturas franco arcillosas y franco arenosas; estructura en superficie disturbada (terrones), en bloques subangulares y masiva, agregados de estabilidad moderada. El perfil es poroso sobre todo en superficie, y permeable. La densidad de raíces es media a muy alta en casi todo el perfil. Presenta neoformación de óxidos de hierro y neoformación de arcillas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,76%). Suelo neutro (pH 6,99 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados tamaño fino y mediano, de grado débil; estabilidad moderada de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente es mediana (1,35 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular.
Bw	14 - 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,90%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,96 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, gruesa y mediana. Estructura granular, agregados de tamaño fino; estabilidad mediana de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino. Densidad aparente mediana (1,33 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso.

BC	30 - 84 cm	Color café rojizo (húmedo, 5YR 4/4). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,80 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos y algunos cantos gruesos. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino y fino. Densidad aparente mediana (1,4 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Cw	> 84 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,21 en H ₂ O). No estructurado (masivo), rompe a grano simple. 90% de pedregosidad. Pocos poros, de forma vesicular y tamaño muy fino. Densidad aparente alta (1,8 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Hay acumulación de materia orgánica en los primeros dos horizontes, el tipo de humus es mull, el primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). En los horizontes Bw y BC hay evidencia de neoformación de óxidos de hierro y neoformación de arcillas, lo anterior basado en la comparación con el horizonte Cw, que es granito saprolitizado. La clasificación se basó principalmente en el color, la textura, la estructura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje y disponibilidad de nutrientes medianamente alta, capacidades de aireación y de agua disponible medianas, la de capacidad de campo baja podría ser una limitante de este sitio, así como la muy baja cantidad de P disponible. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias. Tiene una susceptibilidad a la erosión mediana.

PERFIL No. 5

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 5
- b. Nombre del sitio: Lote 1-Grenache, viñedos Cetto, Rancho Ocho.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic), código *wpsz FL (so heu ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 23 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 543095 UTMhor y 3552105 UTMver.
- g. Altitud: 335 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: plano, río cercano.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Grenache. Orientación de los surcos: sur-suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 8.79 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material fluvial.
- b. Drenaje natural: excesivo.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco en superficie (pF=5), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir temporalmente cuando haya crecidas)
- e. Presencia de rocas superficiales: 10% cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, con drenaje excesivo, de color heterogéneo, con pedregosidad baja a media y texturas gruesas; estructura de grano simple, los pocos agregados son de grado muy débil. El perfil tiene porosidad baja, la colonización de raíces es muy irregular, su densidad varía de muy baja a alta. El suelo está básicamente formado por capas de material fluvial que

consta de arenas de distinto grosor y paquetes de cantos y piedras depositadas en distintos momentos.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-26 cm	Color café amarillento oscuro (húmedo, 10YR 4/4). Textura arenosa a arenosa franca (A-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,39%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,57 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos finos y cantos medianos. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₁	26- 31 cm	Color café amarillento oscuro (húmedo, 10YR 4/4). Textura arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,16%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple, con algunos agregados granulares, de grado muy débil). 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	31 – 42 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 6/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,77 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

C ₃	42 - 50	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,96 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos finos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad baja de raíces. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₄	50 - 78 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,78 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 40% de pedregosidad, cantos finos, cantos medianos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₅	78 - 96 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 5/4). Textura arenosa (A). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,68 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 10% de pedregosidad, cantos gruesos y piedras. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular.
C ₆	> 96 cm	Color gris (húmedo, 10YR 5/1). Textura arenosa (A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,46 en H ₂ O). Suelo no estructurado (grano simple). 5% de pedregosidad, cantos finos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1,2 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite irregular.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es material fluvial. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Acumula pequeñas cantidades de materia orgánica en los dos primeros horizontes, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos. Ligera acumulación de sales en el horizonte superficial ($CE_{p1,8} = 4,6$ dS/m). La clasificación se basó principalmente en la estratificación del perfil, en la textura, en la presencia de sales solubles y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica de muy alta a extremadamente alta y presenta un drenaje excesivo, alta capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y muy baja capacidad de retención de agua, la CIC es muy baja y la disponibilidad de nutrientes es regular. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

Es una zona potencialmente inundable, se encuentra en la llanura de inundación, cercana al cauce principal del río. Con capacidad de retención (CC) muy baja y conductividad hidráulica (Kf) extremadamente alta, la mayor cantidad del agua de riego se drena rápidamente. Sin embargo las plantas de vid se ven saludables.

PERFIL No. 6

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 6
- b. Nombre del sitio: Lote M-3 Rupestris, viñedos Cetto, Rancho El Encinal I.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Calcic Kastanozem (Sodic, Siltic), código *wpsz cc KS (so sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 23 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 544954 UTMhor y 3552065 UTMver.
- g. Altitud: 332 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) (parte baja).
Forma del terreno circundante: lomerío de granito.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Merlot. Orientación de los surcos: Este-noreste a oeste-suroeste.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 6.94 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de lomeríos de granito y de roca metasedimentaria.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: muy seco en superficie (pF=5), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye).
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, café a café oscuro, con pedregosidad muy baja y texturas medianas (franco limosas), el suelo es medianamente estructurado, los agregados son sobretodo de grado moderado-fuerte. El perfil tiene porosidad mediana, la colonización de raíces es pobre y su densidad es baja. Tiene acumulación importante de materia orgánica y de carbonato de calcio secundario.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-8 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina a franca (CL _f - C). Contenido bueno de materia orgánica (3,55%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,36 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, de tamaño grueso y muy gruesa; de grado débil-moderado, rompe a granular de tamaño mediano y fino y grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,14 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	8- 16 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Contenido bueno de materia orgánica (3,74%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,71 en H ₂ O). Grano simple (un poco) y estructura granular, de tamaño mediano, grueso y muy gruesa. Estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y grueso; todos los agregados de grado moderado-fuerte, estabilidad moderada de los agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,35 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular.
AB	16 – 38 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Contenido bueno de materia orgánica (2,97%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,10 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y gruesa, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a granular de tamaño grueso y bloques subangulares de tamaño mediano y fino, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular.

Bck	38 - 70	Color café muy oscuro (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Estructura masiva y estructura en bloques angulares, de tamaño muy grueso, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a bloques subangulares mediana y gruesa y a granular de tamaño grueso, estabilidad baja de los agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,26 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos medio (2-10%).
BC	70 - 86 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura franco limosa fina (CL _f). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,50 en H ₂ O). Estructura masiva que rompe en estructura en bloques angulares, de tamaño mediano, grueso y muy grueso, agregados de grado moderado-fuerte, rompe a bloques subangulares mediana y gruesa y a granular de tamaño grueso (agregados de grado fuerte), estabilidad muy baja de los agregados. 7% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíz. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el contenido es alto, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales solubles en los horizontes superficiales (CE_{pF1,8} de 25,735 y 13,827 dS/m, en el primero y segundo horizontes respectivamente). La acumulación importante de humus es lo que define el tipo de suelo, esta característica le confiere un horizonte superficial mólico, además tiene también un horizonte de diagnóstico cálcico debido a la acumulación de carbonato de calcio secundario. El proceso de formación de estructura en este suelo empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es alta y un valor muy alto de disponibilidad de Ca, Mg y K, el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

PERFIL No. 7

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 7
- b. Nombre del sitio: Parte baja abanico "El Milagro", viñedos Cetto, Rancho El Milagro.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Calcic Phaeozem (Sodic, Arenic), código *cc PH (so ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 25 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 542758 UTMhor y 3550794 UTMver.
- g. Altitud: 330 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) (parte alta).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito y de pizarra.
- i. Relieve: plano (es la parte más baja de un abanico coluvial).
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, en la actualidad no está cultivado. Hasta hace 12 años se cultivaba vid. En 2004 se plantó cebada (creció menos que en la parte alta del glacis acumulativo bajo).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 9.22 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado, es una parte que se inunda ocasionalmente (está relativamente cerca del cauce principal del río).
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 3% gravas y cantos finos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos fueron utilizados para el cultivo de la vid, luego de cebada (no plantados hoy en día).

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo moderado, con drenaje bueno a moderado (se inunda ocasionalmente), de color homogéneo, café grisáceo, con pedregosidad baja en superficie y media en profundidad,

texturas franco-arenosas, es un suelo medianamente estructurado, de grado moderado en general. El perfil tiene porosidad total baja, la densidad de raíces es baja a muy alta. Tiene acumulación importante de materia orgánica y de carbonato de calcio secundario.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-8 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,24%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,77 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, de tamaño fino y mediano, rompe a granular de tamaño fino y muy fino y grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, gravas y cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial. Densidad aparente mediana (1,28 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	8- 24 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,29%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,95 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, de tamaño fino y mediano, de grado moderado, que rompe a bloques subangulares de tamaño fino. Estructura granular de tamaño mediano y fino, de grado moderado, que rompe a granular fina y muy fina y a grano simple, estabilidad moderada de los agregados. 3% de pedregosidad, gravas y cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, pocos poros, de tamaño muy fino, de forma tubular e intersticial, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,38 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

AC	24 -54 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 10YR 2/2). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1.03%). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,64 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, de tamaño mediano, de grado moderado, que rompe a bloques angulares y a granular de tamaño fino. Estructura granular de tamaño fino y muy fino, de grado moderado, que rompe a granular muy fina y a grano simple; estabilidad baja de los agregados. 40% de pedregosidad, gravas finas y medianas. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ck ₁	54 - 76	Color café grisáceo oscuro (húmedo, 10YR 3/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,99 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques subangulares, de tamaño mediano y grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares de tamaño fino y grado débil. Estructura granular de tamaño mediano, fino y muy fino, de grado débil, estabilidad muy baja de los agregados. 40% de pedregosidad, gravas finas y medianas. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,18 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso e irregular. Contenido medio de carbonatos (2-10%).
2Ck	76 - 94 cm	Color café grisáceo oscuro (húmedo, 10YR 4/2). Textura franco arenosa (CA). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,96 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a angular y en bloques subangulares de tamaño fino y mediano. Estructura granular de tamaño fino y mediano, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino y a grano simple; estabilidad muy baja de los agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,14 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular. Contenido medio de carbonatos (2-10%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Hay acumulación de carbonatos secundarios en el subsuelo y una ligera acumulación de sales solubles en los primeros horizontes. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el contenido de materia orgánica y de carbonatos de calcio, en la acumulación de sales solubles y en la textura.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC en general es suficiente y tiene una disponibilidad de nutrientes muy alta, el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 8

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 8
- b. Nombre del sitio: Parte baja de la bajada, lote Malvasía, viñedos Cetto, Rancho El Encinal II.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *wpsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 25 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Frente a la bodega de Domecq, del otro lado de la carretera. Coordenadas: 543590 UTMhor y 3553908 UTMver.
- g. Altitud: 368 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de granito (parte baja). Ladera ondulada con pendiente fuerte.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito.
- i. Relieve: pendiente compleja, fuerte, 6°; exposición: sur-sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Malvasía.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 8.59 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), sólo el último horizonte tenía cierta humedad (pF=3, fresco).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil, la localización es sobre una ladera).
- e. Presencia de rocas superficiales: 2% gravas finas.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad baja, con texturas francas (gruesas y finas), es un suelo bien estructurado. Tiene porosidad total baja, es

medianamente permeable. Presenta una densidad de raíces baja y muestra evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-5 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,02%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,14 en H ₂ O). Estructura en terrones, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado, rompe a terrones, de tamaño mediano y a grano simple. Estructura granular, de tamaño fino y mediano, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino; estabilidad muy baja de agregados. 2% de pedregosidad, gravas finas. Poros comunes, de tamaño fino y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es media (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular.
Ap ₂	5 – 13/22 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido ligeramente bajo de materia orgánica (0,95%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,14 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y muy gruesa, de grado moderado, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y muy grueso, de grado moderado. Estructura granular, de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular, de tamaño fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. 2% de pedregosidad, gravas finas. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es media (1,39 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso e irregular.

Bw	20 - 85 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,13 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy gruesa, grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y mediano, a granular de tamaño fino, y a un poco de grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 8,5% de pedregosidad, con gravas y cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino, de forma vesicular, exped; y poros comunes, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es media (1,4 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso e irregular.
BCw	85 -100 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa a arcillo-arenosa (CRA-RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,16 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy gruesa y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares, de tamaño grueso y mediano. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte. Estructura granular, de tamaño mediano, de grado fuerte; estabilidad muy baja de agregados. 15% de pedregosidad, con gravas y cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; y poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es media (1,4 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico se encuentra alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Tiene acumulación moderada de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 5,194 dS/m). Evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo debido al color rojizo del suelo. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica buena, tiene un drenaje bueno y mediana a baja capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la porosidad total es baja, la CIC es suficiente y la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 9

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 9
- b. Nombre del sitio: Parte media del abanico El Milagro, viñedos Cetto, Rancho El Milagro.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Sodic, Hypereutric, Skeletic), código *ha RG (so heu sk)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 26 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 542764 UTMhor y 3550388 UTMver.
- g. Altitud: 350 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de pizarra (parte media).
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de granito y de pizarra.
- i. Relieve: pendiente convexa, moderadamente inclinado, 3°; exposición: nor-noreste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, aunque en la actualidad no está plantado. Hasta hace 12 años se cultivaba vid. En 2004 se plantó cebada (creció más que en la parte baja del glacís acumulativo bajo, ver Perfil No. 7).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 9.19 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de pizarra.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (no influye en el perfil).
- e. Presencia de rocas superficiales: 50% cantos finos, medianos y gruesos. Impedimento a todo uso de máquina excepto la muy liviana, uso para pastoreo o silvicultura.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos fueron utilizados para el cultivo de la vid, luego de cebada (no plantados hoy en día).

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente, el suelo tiene pedregosidad alta, texturas arcillosas, es poco estructurado, la densidad de raíces es baja a muy alta. El perfil es medianamente poroso, con buen drenaje y tiene buena acumulación de materia orgánica

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-9 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/2). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,70%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,75 en H ₂ O). Grano simple y estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, los medianos y gruesos de grado fuerte y los finos de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 50% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y gruesos. Poros comunes, de tamaño fino, muy fino y micro, de forma vesicular, exped; Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta.
Cw	9 - 90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura arcillo-arenosa (RA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,62 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, agregados de tamaño, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente es media (1,15 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de otros procesos pedogenéticos. La clasificación de suelo se basó principalmente en en la acumulación de sales solubles, en la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica alta a muy alta, presenta un drenaje bueno y baja capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la porosidad total es mediana, la CIC es suficiente. La alta pedregosidad limita la disponibilidad de nutrientes (valor mediano), el P disponible es muy bajo, tiene acumulación ligera de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 10

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 10
- b. Nombre del sitio: PV-I, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hypoepisalic, Hypersodic, Hypereutric, Skeletic, Arenic), código *ha RG (wpsz hso heu sk ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 28 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549697 UTMhor y 3554288 UTMver.
- g. Altitud: 386 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de roca metasedimentaria.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Verdot.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.43 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de roca metasedimentaria (caliza).
- b. Drenaje natural: bueno, aunque es un sitio que podría ser inundado cuando haya crecidas.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4) y muy seco en profundidad (pF=5).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, este sitio está a lado de una corriente fluvial importante).
- e. Presencia de rocas superficiales: 35% cantos finos y medianos. Impedimento a todo uso de máquina excepto la muy liviana, uso para pastoreo o silvicultura.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente formado a partir de material no consolidado. Tiene color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y mal estructurado, tiene porosidad total

mediana y su drenaje es excesivo, la colonización de raíces es irregular y su densidad varía entre muy baja y muy alta.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-12 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido muy bajo de materia orgánica (0,83%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,69 en H ₂ O). Grano simple sobretodo y estructura en terrones, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil (los agregados formados son demasiado pocos). 35% de pedregosidad, con cantos finos medianos. Muchos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
AC	12 – 32 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Contenido extremadamente bajo de materia orgánica (0,45%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,02 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil, rompe a bloques subangulares y granular. Estructura granular, de tamaño mediano y fino, de grado débil, (los agregados formados son demasiado pocos). 40% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

C ₁	32 - 106 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/4). Textura arenosa franca a arenosa (AC-A). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,07 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, de tamaño muy fino, (los agregados formados son demasiado pocos). 60% de pedregosidad, con cantos finos, medianos y bloques. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	106 –115 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,19 en H ₂ O). Grano simple y estructura granular, de tamaño muy fino, fino, mediano y grueso, de grado débil, (los agregados formados son demasiado pocos). 60% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño fino y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos, sólo una acumulación importante de sales solubles en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 14,301 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica alta a muy alta, presenta un drenaje bueno y alta a mediana capacidad de aireación, mediana capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es baja. La alta pedregosidad limita la disponibilidad de nutrimentos que es mediana, el P disponible es muy bajo, tiene una alta acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad muy importantes en todo el perfil.

Este sitio se encuentra localizado en un barranco, el viñedo corre altos riesgos de ser arrastrado por la corriente de agua en caso de eventos catastróficos de lluvia.

PERFIL No. 11

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 11
- b. Nombre del sitio: PV-V, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Hypogleyic Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric) *wpsz wge cp FL (so heu)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 29 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549260 UTMhor y 3553407 UTMver.
- g. Altitud: 374 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: laderas de lomerío de roca metasedimentaria y llanura aluvial.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Verdot.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.18 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: depósitos de la llanura aluvial.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado, es un sitio que se anega en caso de eventos extraordinarios de lluvias abundantes, está cercano al cauce principal del río.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4) y fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: 7mt aproximadamente.
- e. Presencia de rocas superficiales: 5% cantos finos y medianos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil de desarrollo incipiente sobre materiales fluviales, con drenaje bueno a moderado, de color muy heterogéneo, con pedregosidad alta en profundidad, texturas gruesas; suelo prácticamente sin estructura. El perfil tiene porosidad media, y con contenido bajo de materia orgánica.

Presenta una densidad de raíces mediana de manera general. Presenta una discontinuidad litológica a los 50 cm de profundidad, donde el material aluvial sepulta a un suelo anterior con un patrón de coloración gléyico moderadamente desarrollado.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (1.69 %). Suelo ligeramente alcalino (pH 7.60 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados de tamaño grueso, mediano, fino, y muy fino, de grado moderado, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granula, de tamaño grueso, mediano y fino; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.10 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
Ap ₂	14 – 30 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (1.10 %). Suelo ligeramente alcalino (pH 7.68 en H ₂ O). Grano simple, estructura en granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino, y muy fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granula y grano simple; estabilidad baja de agregados. 20% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped. Densidad aparente es

		mediana (1.33 kg/dm ³). Densidad muy alta de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
C	30 - 50 cm	Color anaranjado amarillento claro (húmedo, 10YR 6/4). Textura arenosa (A). Contenido muy bajo de materia orgánica (0.21 %). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Grano simple. 70% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. No presenta poros. Densidad aparente es mediana (1.33 kg/dm ³). Densidad alta de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
2Ckg1	50 –60 cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1). Textura franco limosa fina (CLf). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,74 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.11 kg/dm ³). Densidad mediana de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy alto (10-25%). Presencia de manchas color rojo óxido dentro de los agregados, de los poros y de los canales formados por las raíces; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras con alfa-dipiridilo fue negativa.
2Ckg2	60 – 100 cm	Color café amarillento claro (húmedo, 10YR 4/3). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8.08 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, inped y exped. Densidad aparente es mediana (1.26 kg/dm ³). Densidad muy baja de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy alto (10-25%). Presencia de manchas color rojo óxido (más difusas que en horizonte anterior) dentro de los agregados; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras fue negativa. Manchas color rojo óxido también sobre la cara del horizonte, del 15 al 20% de abundancia, de forma difusa.
2Cg3	100 – 135 cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1). Textura franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 7.60 en H ₂ O). Grano simple y estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano. Estructura granular; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente es mediana (1.18 kg/dm ³). Densidad muy baja de raíces. Presencia de manchas color rojo óxido (más difusas que

		<p>en horizonte anterior) dentro de los agregados; aproximadamente 15% de abundancia y miden de 1 a 5 mm. Sin embargo, la prueba para evidenciar condiciones reductoras fue negativa. Manchas color rojo óxido también sobre la cara del horizonte, del 15 al 20% de abundancia, de forma difusa.</p>
--	--	---

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Los cambios en la textura indican que es un *Fluvisol*, el material que sepulta al suelo de origen y que es fluvial con evidencias reductomórficas por influencia del nivel freático, es material fluvial también, pero de eventos distintos (si fuese coluvión sería rojo, similar al perfil 14, y no lo es). Es un suelo muy poco desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte mineral tiene acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 9,505 dS/m) y de carbonato de calcio secundario en profundidad. La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la presencia de carbonatos, en la estratificación, en las evidencias reductomórficas, la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, tiene un drenaje moderado y mediana a alta capacidad de aireación, muy alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente a alta. La disponibilidad de cationes básicos es muy alta, el P disponible es bajo, tiene una alta acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 12

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 12
- b. Nombre del sitio: parte alta bajada Domecq.
- c. Clasificación del suelo: WRB (2006): Colluvic Thaptocambic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endochromic), código *co bcm RG (wpsz so heu ncr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 29 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 543524 UTMhor y 3554218 UTMver.
- g. Altitud: 385 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) de granito (parte media).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito.
- i. Relieve: pendiente ondulada, el sitio del perfil es una parte plana dentro de la pendiente; exposición sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon, 30 años.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 8.78 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y granito saprolitizado.
- b. Drenaje natural: bueno a moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4) y fresco en el tercer horizonte (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida, no influye.
- e. Presencia de rocas superficiales: 5% cantos finos. Es posible realizar labranza en surcos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil poco desarrollado, con drenaje bueno a moderado, de color homogéneo, con pedregosidad baja, texturas gruesas; suelo medianamente estructurado en superficie, material coluvial sepulta a un suelo con un horizonte cámbico de color naranja. El perfil tiene porosidad media, y con

contenido bajo de materia orgánica. Presenta una densidad de raíces muy baja de manera general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-34 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,49%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,82 en H ₂ O). Grano simple sobretodo, estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a terrones. Estructura granular, de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite calro y uniforme.
AC	34 – 64cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido bajo de materia orgánica (0,79%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,86 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y granular. Estructura granular, de tamaño mediano y fino, de grado moderado; estabilidad baja de agregados. 2% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,5 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso.

2Bw	64 – 77/97 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,87 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado; estabilidad baja de agregados. 3% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,3 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.
2BC	77 –97cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura franco arcillo-arenosa a arcillo-arenosa (CRA-RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,13 en H ₂ O). Masiva, estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso. Un poco estructura granular, de tamaño mediano y fino; estabilidad baja de agregados. 10-15% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped. Densidad aparente alta (1,6 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material granítico está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. Es un suelo con densidades aparentes altas sobre todo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Sólo el primer horizonte mineral muestra acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. El cambio brusco en la textura y en la estructura son evidencia del coluvión que sepulta a un suelo. Hay un horizonte B que muestra pedregosidad baja y evidencias de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 7,708 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la estructura, en el color y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una buena conductividad hidráulica, tiene un drenaje moderado y mediana a baja capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es bajo; tiene una moderada acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 13

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 13
- b. Nombre del sitio: Parte baja bajada, Sauvignon Blanc Injerto II, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Haplic Regosol (Hypoepisalic, Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Chromic), código *ha RG (wpsz so heu nsk cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 30 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549326 UTMhor y 3553362 UTMver.
- g. Altitud: 377 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) (parte media).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito y de pizarra y llanura aluvial.
- i. Relieve: moderadamente inclinado, 3-5°; exposición noroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sauvignon Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 3.04 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: pizarra (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 30% cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo de avanzada pedogénesis, con una barrera física por alta pedregosidad a partir de los 20 cm que no parece disminuir su profundidad fisiológica ya que la mayor densidad de raíces tanto finas como gruesas se encuentra entre los 20 y 48 cm de profundidad. El suelo es de color homogéneo, con alta pedregosidad, porosidad total mediana, texturas finas y medianas y bien estructurado.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-10 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido alto de materia orgánica (2,22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,49 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad moderada de agregados. 30% de pedregosidad, con cantos medianos y finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	10 – 20cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,83%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,66 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado fuerte, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad moderada de agregados. 50% de pedregosidad, con cantos medianos y finos. Pocos poros, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BC	20 – 48 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura franco arcillo-arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,33%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,78 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a granular de tamaño muy grueso; estabilidad baja de agregados. 60% de pedregosidad, con cantos medianos y gruesos, 10% de cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino, fino y mediano, de forma vesicular y tubular, inped; y muchos poros, de forma vesicular, exped. Se observaron algunas grietas. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces extremadamente alta. Límite claro e irregular.
Cw	48 – 115cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/6). Textura arcillo-arenosa (RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,27 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 70% cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Nota: al romper los agregados se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, no aparecen en la cara del perfil, sólo dentro de los agregados.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Tiene acumulación de materia orgánica en los tres primeros horizontes, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en el horizonte superficial ($CE_{pF1,8}$ de 7,2 dS/m). La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la textura, en la estructura, en el color, la pedregosidad y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una alta conductividad hidráulica, tiene un drenaje bueno y baja a mediana capacidad de aireación, baja capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es medianamente alta, el P disponible es muy bajo; tiene una moderada acumulación de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad en todo el perfil.

PERFIL No. 14

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 14
- b. Nombre del sitio: Parte alta bajada, Petit Sirah I, viñedos Cetto, Rancho Las Bellotas.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Cutanic Luvisol (Ruptic, Endosodic, Hypoepisalic, Hypereutric, Skeletic, Rhodic), código *ct LV (rp nso wpsz heu sk ro)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 31 de agosto del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 549387 UTMhor y 3553185 UTMver.
- g. Altitud: 395 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo alto (GAa) (parte alta).
Forma del terreno circundante: lomeríos de granito y de pizarra y llanura aluvial.
- i. Relieve: fuertemente inclinado, pendiente ondulada, 8°; exposición: nor-noroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Petit Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 2.97 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: pizarra (saprolita).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizontes superficiales (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 50% cantos finos, medianos y gruesos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo profundo, el sitio tiene una capa superficial de material coluvial que cubre a un Luvisol, es un suelo con porosidad total mediana, con colonización de raíces irregular y de densidad alta a muy baja, con texturas finas, pedregosidad importante, presenta iluviación de arcillas y formación de estructura.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-18 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/2). Textura franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (2,06%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones y granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, de tamaño muy grueso, de grado fuerte, rompe a bloques subangulares y granular, de tamaño muy grueso; estabilidad mediana de agregados. 50% de pedregosidad, cantos gruesos, medianos y finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, fino y mediano, de forma vesicular y tubular, inped y exped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
2Bw	18 – 35cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco-arcillosa (CR). Contenido suficiente de materia orgánica (1,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares y subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y subangulares y granular; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos medianos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular y tubular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular y tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%). Presencia de manchas amarillas en la cara del perfil, podría tratarse de un relicto.

2BC	35 – 57 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco-arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,59 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino, fino y mediano, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Nota: se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, de 1 a 2 mm.
2BCt ₂	57 –85cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 4/4). Textura franco-arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,56 en H ₂ O). Masiva y estructura angular y en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a angular y en bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos gruesos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: se observan "detritos" o "fragmentos rocosos", de color negro, de 1 a 2 mm. Se observaron cutanes de arcilla, en caras de los agregados, delgados, muy pequeños.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental está alterado, lo que es una evidencia de intemperismo. La pedregosidad aumenta con la profundidad. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap), muestra acumulación de materia orgánica en los dos primeros horizontes, el tipo de humus es mull. Hay iluviación de arcillas evidenciada en el cuarto horizonte por la presencia de cutanes de arcilla en las caras de los agregados. Acumulación moderada de sales en el horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 6,506 dS/m). La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura, la presencia de cutanes y la pedregosidad.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene buenas condiciones de drenaje, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente (muy alta en superficie). Tiene capacidad de aireación baja a mediana, las capacidades de campo y de retención de agua disponible son bajas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad medias.

Son viñedos no cubiertos, en una pendiente con inclinación importante, es un sitio susceptible a la erosión.

PERFIL No. 15

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 15
- b. Nombre del sitio: glacis nivelado (cerca de Châtau Camou), Nebbiolo, viñedos Magoni, Rancho F-5.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Solonetz (Abruptic, Colluvic, Epiarenic, Chromic), código *wpsz SN (ap co par cr)*. Nota: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 2 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537146 UTMhor y 3551380 UTMver.
- g. Altitud: 329 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito.
Forma del terreno circundante: plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Nebbiolo.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 14.76 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo profundo, con baja porosidad total de manera general, pobre en materia orgánica, con baja densidad de raíces, drenaje moderado, pedregosidad baja, texturas gruesas y estructurado. Acumula sales y cantidades de Na importantes, presenta iluviación de arcillas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-14 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,40%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,38 en H ₂ O). Grano simple (un poco), estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares y granular. Estructura granular, de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
B	14 – 42cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/4). Textura franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,26%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,16 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares y granular. Estructura granular (un poco), de tamaño grueso; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño fino, muy fino y micro, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

2Btn	42 – 90 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 2,5YR 3/6). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,46 en H ₂ O). Estructura masiva. Estructura en bloques angulares (muy poco), de tamaño muy grueso (muy difícil de quebrar los agregados); estabilidad moderada/débil de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño muy fino y micro, de forma vesicular, inped y exped; grietas, tamaño de 1 a 2mm, abundancia 4 a 5 por dm ² . Densidad aparente mediana (1,40 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Se observaron cutanes de arcilla sobre las caras de los agregados (muy pocos y delgados).
------	------------	--

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene procesos pedogenéticos importantes: una acumulación de sales de moderada a muy alta ($CE_{pF1,8}$ de 22.3 y 4.974 dS/m en el primer y tercer horizontes respectivamente), y una alta saturación de Mg y Na intercambiable (>15%), rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico nátrico; el proceso de formación de estructura es importante y el de iluviación de arcillas es incipiente pero evidente, tiene cantidades importantes de Na.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana a baja, las capacidades de campo y de agua disponible son medianas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 16

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 16
- b. Nombre del sitio: canal (disecciones), viñedos Cetto, Chenin Rancho Las Parras.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic, Pisocalcic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Arenic), código *wsz cp FL (so heu ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 4 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 536626 UTMhor y 3551253 UTMver.
- g. Altitud: 328 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: ondulado.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chenin Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 15.31 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y material fluvial.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- i. Presencia de rocas superficiales: <1% cantos finos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un perfil de desarrollo incipiente, formado a partir de materiales aluviales, de color heterogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas, el suelo tiene una incipiente formación de estructura, baja porosidad total y prácticamente no se observaron raíces.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-19 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (0,97%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte; estabilidad baja de agregados. <1% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,32 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₁	19 – 36cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,36%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,74 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares. Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño fino; estabilidad baja de agregados. 5-7% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente alta (1,49 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₂	36 – 64 cm	Color café grisáceo (húmedo, 5YR 4/2). Textura al tacto franco arcillo-arenosa a franca (CRA-C). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,47 en H ₂ O). Estructura laminar (agregados compactados, salen láminas pero horizontalmente), agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a laminar. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano; estabilidad baja de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; poros

		comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,56 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite claro e irregular.
C ₃	64 –90cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto arenosa franca (AC). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,67 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a grano simple; estabilidad baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,43 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite abrupto e irregular.
C ₄	>90 cm (profundidad total del perfil 96 cm)	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,30 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares laminar, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a laminar. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, con cantos finos. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped, poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,52 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

Los cambios en la textura indican que es un *Fluvisol*. Es un suelo medianamente desarrollado. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en todo el perfil (CE_{pF1,8} de 19.6 a 5.3 dS/m) y de carbonato de calcio secundario en superficie. La clasificación de suelo se basó principalmente en la acumulación de sales solubles, en la presencia de carbonatos, en la estratificación, la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica baja a mediana, tiene un drenaje bueno a moderado y mediana a alta capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y baja capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es bajo, tiene una alta acumulación de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad importantes en todo el perfil.

PERFIL No. 17

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 17
- b. Nombre del sitio: hondonada II (disecciones), viñedos Cetto, Rubí Cabernet, Rancho Las Parras.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic Cambisol (Sodic, Hypereutric, Chromic), código *wsz CM (so heu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 5 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 536827 UTMhor y 3550829 UTMver.
- g. Altitud: 326 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial (sito ubicado corriente abajo respecto a la ubicación del perfil 16).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: ondulado.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: mezcla de blancas y tintas (el lugar es conocido como Rubí Cabernet).
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 15.11 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y material fluvial.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en profundidad (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- j. Presencia de rocas superficiales: <1% cantos finos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Perfil profundo, de color homogéneo, con pedregosidad baja de manera general, texturas gruesas y medianas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y una densidad de raíces muy baja.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-20 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/3). Textura arenosa franca (AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,36%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. <1% de pedregosidad, con cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, inped y exped; grietas entre los agregados, tamaño de 1 a 2 mm. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Bw ₁	20 – 50cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,28%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,90 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, rompe a bloques angulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Poros comunes, de tamaño micro, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,54 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BW ₂	50 – >110 cm	Color café rojizo (húmedo, 5YR 4/6). Textura franco arenosa a franco arcillo-arenosa (CA-CRA). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,75 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a bloques angulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, con cantos finos y medianos. Poros comunes, de tamaño micro, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,47 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
-----------------	--------------	---

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica, el tipo de humus es mull. Tiene acumulación moderada de sales en todo el perfil ($CE_{pF1,8}$ de 5,2 a 4.4 dS/m). Evidencias claras de neoformación de óxidos de hierro y de arcillas minerales en el subsuelo debido al color rojizo del suelo. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana a alta, tiene un drenaje bueno a moderado y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es suficiente. La disponibilidad de cationes básicos es alta, el P disponible es muy bajo, tiene una alta acumulación de sales. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones de sodicidad importantes en todo el perfil.

PERFIL No. 18

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 18
- b. Nombre del sitio: Chenin I, viñedos Cetto, Rancho Chico.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hypoepisalic Fluvisol (Sodic, Hypereutric, Endoskeletal, Epiarenic, Siltic), código *wpsz FL (so heu nsk par sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 8 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539096 UTMhor y 3549299 UTMver.
- g. Altitud: 320 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: planicie.
Forma del terreno circundante: plana, glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chenin.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 13.02 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: neblina temprano, pero muy pronto se despejó. Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

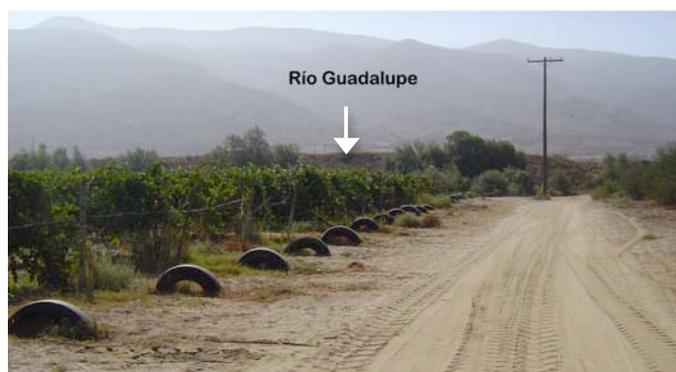
B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material fluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie ($pF=4$), fresco a seco en los tres últimos horizontes ($pF=4 / 3$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, sitio cercano al cauce principal del río).
- k. Presencia de rocas superficiales: no.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil se desarrolla a partir de materiales aluviales, es pobre en materia orgánica, estructura muy incipiente y débil, con pedregosidad baja, texturas gruesas y medianas, con bajo contenido de carbonato de calcio secundario en casi todo el perfil. La colonización de las raíces es normal.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-12 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,41%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular (muy pocos agregados), agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado muy débil; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,41 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
Ap ₂	12 – 19cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto arenosa (A). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,41%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,78 en H ₂ O). Grano simple sobretodo, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado débil, rompe a granular. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₁	19 – 29 cm	Color gris parduzco (húmedo, 7,5YR 5/1). Textura al tacto arenosa (A). Contenido muy bajo de materia orgánica (0,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,63 en H ₂ O). Grano simple. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial (arena suelta). Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).

C ₂	29 –76cm	Color negro parduzco (húmedo, 10YR 3/1 y 3/2). Textura al tacto franco limosa gruesa a limosa (CLg-L). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,09 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad moderada de agregados. 0% de pedregosidad. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma tubular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite claro y uniforme. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₃	76 –99cm	Color café grisáceo (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto franco limosa gruesa (CLg). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,52 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño grueso y mediano, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad baja de agregados. 40% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped y exped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso. Contenido de carbonatos bajo (0,5-2%).
C ₄	99 –128cm	Color café amarillo grisáceo (húmedo, 10YR 4/2). Textura al tacto arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo fuertemente alcalino (pH 8,92 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo), estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a bloques subangulares. Estructura granular (un poco), agregados de tamaño grueso, de grado débil; estabilidad baja de agregados. 0% de pedregosidad. Muchos poros, de tamaño muy fino, de forma intersticial (arena suelta). Densidad aparente mediana (1,06 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Contenido de carbonatos medio (2-10%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El primer horizonte ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran ligera acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay evidencias de procesos pedogenéticos. Acumulación moderada de sales en el horizonte superficial ($CE_{p1,8} = 4,6$ dS/m). Se clasificó como tal porque presenta estratificación del suelo, acumulación de sales en superficie, y un porcentaje importante de arena.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene un buen drenaje, alta a mediana capacidad de aireación y muy alta capacidad de agua disponible, la CIC es suficiente y la disponibilidad de cationes básicos es alta. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad en todo el perfil.

Es una zona potencialmente inundable, se encuentra en la llanura de inundación, cercana al cauce principal del río. Con capacidad de retención (CC) mediana y conductividad hidráulica (Kf) mediana a alta.

PERFIL No. 19

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 19
- b. Nombre del sitio: Sauvignon Blanc I, viñedos Cetto, Rancho Grande.
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyposalic Cambisol (Ruptic, Colluvic, Sodic, Thaptohumic, Hypereutric, Siltic), código *wsz CM (rp co so bhu heu sl)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 8 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539054 UTMhor y 3548836 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja, muy cercana al límite con la llanura aluvial. Pizarra detrás de la tonalita, de esta última se forman las montañas más cercanas, y que pudieran tener influencia, en el sitio de observación).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos de granito apenas notorios), glacis nivelado muy extenso.
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sauvignon Blanc.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 13.16 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S) y con viento, (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

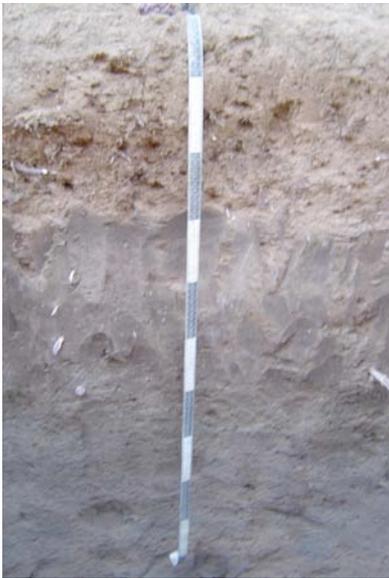
B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito en profundidad, cubierto de material coluvial y material fluvial (es un sitio cercano al río, en alguna crecida pudo depositar ahí).
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en el resto del perfil (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida (podría influir, sitio cercano al cauce principal del río).
- l. Presencia de rocas superficiales: 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El suelo tiene una capa colúvica de color rojizo y el color del suelo en profundidad es predominantemente café, además tiene un horizonte orgánico (Ah) enterrado. Es un perfil profundo, con drenaje moderado, con baja pedregosidad, el suelo tiene texturas gruesas y medianas, bien estructurado, poco poroso, con una colonización irregular de raíces, su densidad varía entre muy alta y baja.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-10 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/6). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,44%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,22 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones (muy pocos agregados), agregados de tamaño grueso y mediano, de grado muy débil; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,46 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite uniforme y claro. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

Ap ₂	10 – 30cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/6). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,50%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,86 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado débil, rompe a grano simple y granular. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado débil, rompe a bloques subangulares, granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite abrupto y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
2Ah	30 – 59 cm	Color café grisáceo (húmedo, 7,5YR 4/2). Textura al tacto franco limosa fina (CLf). Contenido suficiente de materia orgánica (2,00%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,73 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad moderada de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular.
2Bw ₁	59 –85cm	Color negro parduzco (húmedo, 7,5YR 2/2). Textura al tacto franco arenosa (CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,06 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 15% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso.
2Bw ₂	85 –125cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,94 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 10% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. Los dos primeros horizontes han sido perturbados por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica que aumenta considerablemente en el tercer horizonte, lo que señala un horizonte (Ah) orgánico sepultado. El tipo de humus es mull. Acumulación moderada a alta de sales solubles en todo el ($CE_{pF1,8}$ de 9.2 a 6.4 dS/m). La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color, la textura, el cambio litológico y la acumulación de humus a profundidad.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una conductividad hidráulica mediana, presenta un drenaje bueno y mediana capacidad de aireación, alta capacidad de agua disponible y mediana capacidad de retención de agua, la CIC es alta y la disponibilidad de cationes básicos es muy alta, el P disponible es bajo, presenta acumulación alta de sales en superficie. La suma de Na más Mg intercambiable indica condiciones sódicas en todo el perfil.

PERFIL No. 20

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 20
- b. Nombre del sitio: Lote 13-Grenache, viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Chromic), código *hpsz SC (so cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 9 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537792 UTMhor y 3547605 UTMver.
- g. Altitud: 325 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: abanico disecado (lomo de ballena).
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Grenache.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 14.67 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado, con un poco de neblina, (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: aluvión de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en superficie (pF=4), fresco en el segundo horizonte (pF=3), seco en el resto del perfil (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- m. Presencia de rocas superficiales: 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un perfil medianamente profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas finas y gruesas, con buena estructura y densidad de raíces baja en general. El perfil tiene porosidad total mediana y acumulación importante de sales.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap ₁	0-7 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa (CRA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,28%). Suelo neutro (pH 6,98 en H ₂ O). Grano simple (un poco), estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte los gruesos y moderado el resto. Estructura granular, agregados de tamaño mediano, fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. <u>En la superficie del suelo, de manera general, se forma una costra.</u> 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,31 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
Ap ₂	7 – 17cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (1,22%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,89 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte. Estructura granular y migajón, agregados de tamaño mediano, y fino, de grado moderado; estabilidad moderada de agregados. 20-25% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular e intersticial, exped; muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,32 kg/dm ³). Densidad de raíces muy alta. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

BC	17 – 60 cm	Color café rojizo mate (húmedo, 5YR 4/4). Textura al tacto franco arcillosa (CR). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,97 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado fuerte, rompe a bloques angulares mas algunos agregados granulares; estabilidad moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos medianos y gruesos, gravas medianas. Poros comunes, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite difuso.
CB	60 –80cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto, franco arcillosa a arcillosa (CR-R). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,06 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 90% de pedregosidad. Pocos poros, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: Presencia de detritos negros, aproximadamente 10% de abundancia, de forma irregular (como cantos finos).

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es aluvión. Los dos primeros horizontes han sido perturbados por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales ($CE_{pF1,8}$ de 45 a 4 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. El proceso de formación de estructura empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, la CIC es suficiente a alta. Tiene capacidad de aireación baja a mediana, las capacidades de campo y de retención de agua disponible son bajas, el P disponible es muy bajo. Tiene una barrera física por alta pedregosidad. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

En el largo plazo, es un sitio que tiende a erosionarse, los arroyos que anteriormente acumulaban se han encajado y seguramente la erosión laminar tiende a lavar los costados.

PERFIL No. 21

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 21
- b. Nombre del sitio: Lote 14, hondonada (disección), viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Solonchak (Sodic, Arenic), código *hpsz SC (so ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 9 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537802 UTMhor y 3547761 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 14.65 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: moderado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco (pF=4).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- n. Presencia de rocas superficiales: 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Impedimento a todo uso de maquinaria excepto la muy liviana.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es de desarrollo incipiente, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y ligeramente estructurado. El perfil tiene porosidad baja, un contenido bajo de materia orgánica y acumulación importante de sales en todo el perfil. Presenta una densidad de raíces muy baja de forma general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0-5 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,95%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,93 en H ₂ O). Grano simple (se forma una costra, algunos terrones); estabilidad muy baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente mediana (1,23 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
C ₁	5 – 10cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1,07%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,85 en H ₂ O). Grano simple, estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte los gruesos y débil el resto, rompe a bloques subangulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad muy baja de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped/exped. Densidad aparente mediana (1,42 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso.

C ₂	10 – 30 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido bajo de materia orgánica (1,02%). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,84 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino, de grado débil; estabilidad baja/moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped/exped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso.
C ₃	30 – 85cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,31 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad baja/moderada de agregados. 25-30% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,10 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros tres horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales ($CE_{pF1,8}$ de 37 a 4.6 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. No hay aún evidencias de procesos pedogenéticos importantes.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación baja a mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible mediana, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 22

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 22
- b. Nombre del sitio: Zinfandel, viñedos Magoni, Rancho Las Delicias (parcela detrás de la oficina).
- c. Clasificación del suelo (WRB, 2006): Hyperepisalic Puffic Solonchak (Sodic, Epiarenic, Chromic), código *hpsz pu SC (so pa cr)*. Nota 1: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %. Nota 2: El sufijo *Chromic* no es una opción en la clasificación de este suelo, sin embargo reúne las características para ello.
- d. Fecha de la descripción: 11 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 539169 UTMhor y 3550460 UTMver.
- g. Altitud: 320 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacís acumulativo bajo (GAb) de granito (parte baja, muy cercana al límite con la planicie).
Forma del terreno circundante: plana.
- i. Relieve: plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Zinfandel.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 12.78 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: granito *in situ* y material fluvial.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: fresco (pF=3).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 1% de pedregosidad, cantos finos. Ninguna limitación para la labranza.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: se observaron costras blancuzcas en superficie, de forma muy localizada (sobretudo en zonas de goteo).
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es medianamente profundo, de color homogéneo, con pedregosidad media de manera general, texturas gruesas y finas, medianamente estructurado, tiene porosidad total mediana a

baja, densidad mediana a baja de raíces, altas concentraciones de sales y una saturación de ion Na muy elevada.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 4 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/2). Textura al tacto arenosa franca a franco arenosa (AC-CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,22%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,39 en H ₂ O). Estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado, rompe a granular; estabilidad baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial y vesicular, exped; poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (0,92 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite claro e irregular. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
B ₁	4 - 37cm	Color café rojizo muy oscuro (húmedo, 5YR 2/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1,00%). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,25 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 1% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente alta (1,50 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite claro y uniforme. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).

B ₂	37 – 50 cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,44 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, de grado moderado, rompe a bloques angulares y a granular de tamaño mediano y fino. Estructura granular, agregados de tamaño mediano y fino; estabilidad muy baja de agregados. 15% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso e irregular.
B ₃	50 – 80cm	Color café rojizo oscuro (húmedo, 5YR 3/4). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo moderadamente alcalino (pH 8,41 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso (10 cm), de grado moderado/fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro, de forma vesicular, exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente mediana (1,30 kg/dm ³). Ausencia de raíces.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito *in situ* y material fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Tiene una acumulación excesiva de sales (CE_{pF1,8} de 83 a 6.5 dS/m) e importantes cantidades de Na, rasgo que le confiere un horizonte de diagnóstico sálico. Se observaron costras blancuzcas en superficie de forma muy localizada (sobre todo en zonas de goteo). El proceso de formación de estructura empieza a ser importante.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de cationes básicos es alta, la CIC es suficiente a alta. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible mediana, el P disponible es bajo. La saturación de Na más Mg es mucho mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

PERFIL No. 23

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 23 (Nota: este perfil no fue muestreado debido a su proximidad al sitio del perfil 21, por lo tanto todo el análisis está basado en estimaciones y observaciones de campo).
- b. Nombre del sitio: Lote 14 (a aproximadamente 20 mt del sitio del perfil 21), hondonada (disección), viñedos Magoni, Rancho La Joya (referencia: Restaurante Laja).
- c. Clasificación del suelo: FAO (WRB, 2006): Hyposalic Fluvisol (Skeletal, Arenic), código *wsz FL (sk ar)*.
- d. Fecha de la descripción: 12 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 537757 UTMhor y 3547798 UTMver.
- g. Altitud: 323 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: canal coluvio-aluvial.
Forma del terreno circundante: aproximadamente plana (lomeríos alrededor del sitio).
- i. Relieve: casi plano.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Sirah.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 14.65 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx>)).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material coluvio-aluvial de granito y pizarra.
- b. Drenaje natural: excesivo.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- p. Presencia de rocas superficiales: 30% de pedregosidad, cantos finos. Impedimento a todo uso de maquinaria excepto la muy liviana.
- e. Evidencia de erosión: no evidente.
- f. Presencia de sales o soda: no evidente.
- g. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo medianamente profundo, con drenaje excesivo, de color heterogéneo, muy pedregoso, texturas gruesas y medianas, mal estructurado y tiene porosidad total mediana. Presenta una densidad de raíces baja de forma general.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 13 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto arenosa franca (AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1.50%). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Grano simple, estructura granular, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a granular y grano simple; estabilidad mediana de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Ausencia de raíces. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).
C ₁	13 – 33cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto arenosa franca (AC). Contenido suficiente de materia orgánica (1.50%). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura granular (sobretudo), agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado débil, rompe a grano simple. Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad alta de agregados. 40% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular y abrupto. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0.5%).

C ₂	33 – 44 cm	Color café muy oscuro (húmedo, 7.5YR 2/3). Textura al tacto franco limosa gruesa (CLg). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares. Estructura granular (sólo un poco); estabilidad alta de agregados. 25% de pedregosidad, cantos finos, medianos y gruesos. Pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular, inped. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite irregular y abrupto.
C ₃	44 – 81cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/4). Textura al tacto arenosa a arenosa franca (A-AC). Suelo neutro (pH 7,00 en H ₂ O). Grano simple (sobretudo), estructura en bloques subangulares (muy pocos agregados, contienen cantos), agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado moderado, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 80% de pedregosidad, cantos finos y piedras. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces alta. Límite irregular y abrupto.
C ₄	81 – 92 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/4). Textura al tacto franco limosa gruesa y arenosa (fina) franca (CLg y AC). Suelo neutro (pH 7,00 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso y mediano, de grado fuerte, bloques medianos y pequeños de grado moderado. Los agregados son grandes y porosos, algunos tienen más arena y otros más limo, los agregados porosos y limosos tienen estabilidad alta, los agregados más arenosos baja. 2% de pedregosidad, cantos finos. Densidad aparente baja (1.00 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite irregular y abrupto.
C ₅	> 92 cm	Color café oscuro (húmedo, 7.5YR 3/3). Textura al tacto franco limosa fina (CLf). Suelo neutro (pH 7.00 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño grueso, mediano y fino, de grado fuerte, rompe a bloques angulares; estabilidad baja de agregados. Pedregosidad no pudo estimarse, horizonte apenas perceptible. Poros no pudieron estimarse, horizonte apenas perceptible.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es fluvial. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los primeros dos horizontes minerales muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Acumulación importante de sales en horizonte superficial (CE_{pF1,8} de 28.5 dS/m). No hay evidencias de procesos pedogenéticos importantes. La clasificación se basó principalmente en la estratificación del suelo, el porcentaje importante de arena y la pedregosidad.

Características edafo–ecológicas del sitio:

El suelo tiene una alta a muy alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es medianamente alta. Tiene capacidad de aireación mediana a alta, la capacidad de campo es muy baja y la de retención de agua disponible baja, el P disponible es bajo.

Es un suelo con una barrera física entre los 44 y 80 cm de profundidad debido a la alta pedregosidad, sin embargo estas profundidades coinciden con la zona de mayor densidad de raíces finas.

PERFIL No. 44

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 44
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Viñedos San Antonio, Lote 7.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Regosol (Sodic, Eutric, Endoskeletal, Arenic), código *ha RG (so eu nsk ar)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 30 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532035 UTMhor y 3536539 UTMver.
- g. Altitud: 235 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: ladera erosiva, lomerío de granito.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos bajos de granito.
- i. Relieve: ligeramente inclinado, 1-2°.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kotték et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 24.64 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Soleado y despejado(S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

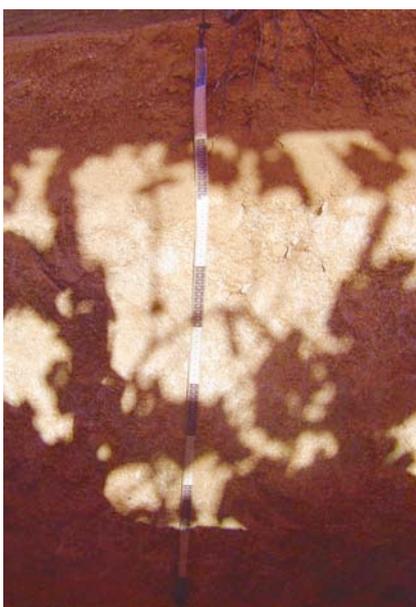
B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito .
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 30% de pedregosidad, cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo poco desarrollado, con drenaje bueno debido a su posición en el relieve, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas, no estructurado y con porosidad total baja. Presenta una densidad de raíces muy baja de forma general. En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 30 cm	Color café – café mate (húmedo, 7,5YR 5/4 y 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0,81%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,93 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso (de 5 a 6 cm), rompe a terrones; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1,25 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite abrupto y uniforme.
Cw	30 – 108cm	Color café mate (húmedo, 7,5YR 5/4). Textura al tacto arenosa franca a arenosa (AC-A). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,32 en H ₂ O). Grano simple. 40% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped. Densidad aparente alta (1,90 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Nota: manchas “negras” sobre la cara del perfil, parece materia orgánica descompuesta.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). El primer horizonte muestra acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay procesos visibles importantes en realidad. La clasificación de este suelo se basó principalmente en la pedregosidad, en la textura y en la saturación de bases.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, las capacidad de campo y de retención de agua disponible son medianas, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes.

En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas. Las plantas se ven débiles, pierden las hojas (es época de cosecha, muy pronto para perder la hoja), las plantas son poco vigorosas. Es posible que debido a la posición en el paisaje, estos lugares estén sujetos a un lavado subsuperficial que provoca la movilización ladera abajo de nutrientes y de suelo.

PERFIL No. 45

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 45
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Viñedos San Antonio, Lote 7.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Cambisol (Sodic, Eutric, Chromic), código *ha CM (so eu cr)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 30 de septiembre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532124 UTMhor y 3537152 UTMver.
- g. Altitud: 230 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: ladera erosiva, lomerío de granito.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos bajos de granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, escarpado, 18°; exposición: sureste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Chardonnay.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 24.60 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: Iluminación deficiente (I), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: saprolita de granito y material transportado.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 25% de pedregosidad, cantos finos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El suelo es de desarrollado moderado, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad alta, texturas gruesas y medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total y densidad de raíces bajas. En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 9 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1.09%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6.68 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño muy grueso (de hasta 8 cm); estabilidad baja de agregados. 25% de pedregosidad, cantos finos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.33 kg/dm ³). Ausencia de raíces finas, raíces expuestas. Límite abrupto y uniforme.
BC ₁	9 - 44cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido insuficiente de materia orgánica (0.84%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6.84 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped/inped. Densidad aparente alta (1.80 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja. Límite gradual e irregular.
BC ₂	44 - 70 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/4). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7.20 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moderado/fuerte, rompe a bloques subangulares con agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.40 kg/dm ³). Densidad de raíces baja. Límite gradual e irregular.

BC ₃	77 – 96 cm	Color café (húmedo, 7.5YR 4/6). Textura al tacto franco arcillo arenosa (CRA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7.21 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, de grado moerado/fuerte, rompe a bloques subangulares con agregados de tamaño mediano; estabilidad muy baja de agregados. 31% de pedregosidad, cantos finos y gruesos (1%). Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma vesicular e intersticial, exped/inped. Densidad aparente mediana (1.30 kg/dm ³). Densidad de raíces baja.
-----------------	------------	--

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ* y material transportado de superficie cumbral del lomerío. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. No hay procesos visibles importantes en realidad. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es baja y la de retención de agua disponible es mediana, el P disponible es muy bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes, el Na es < 3 % en este caso.

En este sitio, las raíces en muchos casos están expuestas. Las plantas se ven débiles, pierden las hojas (es época de cosecha, muy pronto para perder la hoja), las plantas son poco vigorosas. Es posible que debido a la posición en el paisaje, estos lugares estén sujetos a un lavado subsuperficial que provoca la movilización ladera abajo de nutrientes y de suelo.

PERFIL No. 46

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 46
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Rancho San Gabriel, Lote 1.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Haplic Cambisol (Sodic, Eutric), código *ha CM (so eu)*. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación del ion Mg es muy alto y el % de saturación del ion Na es menor al 6 %.
- d. Fecha de la descripción: 2 de octubre del 2006.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 532052 UTMhor y 3537173 UTMver.
- g. Altitud: 260 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: glacis erosivo.
Forma del terreno circundante: fuertemente inclinado, lomeríos de roca volcánica.
- i. Relieve: pendiente sencilla, fuertemente inclinado, 7-8°; exposición: noreste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación meteorológica Agua Caliente ubicada a 24.98 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado, despejado (S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: roca volcánica y material transportado (tengo dudas porque se supone que es una zona sólo erosiva y no acumulativa y la capa de encima es sólo suelo retrabajado).
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco ($pF=4$).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 3 % de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

El perfil es profundo, con drenaje bueno, de color homogéneo, con pedregosidad baja, texturas francas, medianamente estructurado. El perfil tiene porosidad total baja y densidad mediana de raíces.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 24 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,00%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,86 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino; estabilidad baja de agregados. 3% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma intersticial y pocos poros, de tamaño muy fino, de forma vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente baja (1,00 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite abrupto y uniforme.
Bw ₁	24 – 71/80cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franca (C). Contenido suficiente de materia orgánica (1,16%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,35 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso y grueso, rompe a bloques angulares; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Pocos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma vesicular y tubular, exped/inped. Densidad aparente alta (1,55 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso.
Bw ₂	71/80 – 112 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/4). Textura al tacto franca (C). Suelo ligeramente alcalino (pH 7,75 en H ₂ O). Estructura en bloques angulares, agregados de tamaño muy grueso, grueso, mediano y fino, agregados gruesos rompen a en bloques angulares, los medianos y finos a en bloques subangulares; estabilidad muy baja de agregados. 5% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de

		forma tubular y vesicular exped; muchos poros, de tamaño micro, muy fino y fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente alta (1,60 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja.
--	--	---

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es roca volcánica intemperizada *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica. El tipo de humus es mull. Los procesos pedogenéticos característicos de los horizontes del subsuelo son la neoformación de arcillas y la formación de estructura. La clasificación de este suelo se basó principalmente en el color y la textura.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una baja conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es muy alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es mediana y la de retención de agua disponible es alta, el P disponible es bajo. La saturación de Na más Mg es mayor al 15% indicando condiciones de sodicidad importantes, el Na es < 4.5 %.

El sitio de muestreo tiene una pendiente con inclinación importante, tiene cierto riesgo a la erosión.

PERFIL No. 47

A. Información sobre la localidad

- a. Número del perfil: 47
- b. Nombre del sitio: Santo Tomás, Rancho Anova.
- c. Clasificación del suelo (WRB 2006): Hyposalic Phaeozem (Sodic), código *wsz PH (so)*.
- d. Fecha de la descripción: 3 de octubre del 2006. Nota: el sufijo *Sodic* se atribuye cuando la suma de % de saturación de ion Mg más ion Na es igual o mayor al 15%. En este caso, el % de saturación de uno y de otro son muy altos y el % de saturación del ion Na es mayor al 6 %.
- e. Autor: Lorely Galván Bernal.
- f. Localización: Coordenadas: 531826 UTMhor y 3537838 UTMver.
- g. Altitud: 255 msnmm.
- h. Forma del terreno:
Posición fisiográfica: pie de ladera coluvial, en medio de lomas graníticas.
Forma del terreno circundante: ondulado, lomeríos granito.
- i. Relieve: pendiente sencilla, moderadamente inclinado, 3°; exposición: suroeste.
- j. Uso del suelo o vegetación: agrícola, cultivo de vid. Variedad de uva: Cabernet Sauvignon.
- k. Clima: semiárido, tipo mediterráneo seco, régimen de lluvias de invierno y verano seco. La clasificación climática de Köppen, en una versión de abril de 2006 modificada de Kottek et al. (2006), es BSk, que indica una temperatura media anual debajo de los 18°C; con máximas y mínimas de 25.6 y 10.4° C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 292.1 mm y evaporación promedio anual 2173.8 mm (Datos tomados de la estación metereológica Agua Caliente ubicada a 24.33 km del sitio (CNA, <http://smn.cna.gob.mx/>).
- l. Estado del tiempo: soleado, despejado (S), (ET2, sin precipitación en los últimos 7 días por lo menos).

B. Información general acerca del suelo

- a. Material parental: material de granito transportado sobre granito intemperizado insitu.
- b. Drenaje natural: bueno.
- c. Condiciones de humedad en el perfil: seco en horizonte superficial (pF=4), húmedo en profundidad (pF=2).
- d. Profundidad al manto freático: desconocida.
- e. Presencia de rocas superficiales: 23 % de pedregosidad, cantos finos y medianos.
- f. Evidencia de erosión: no evidente.
- g. Presencia de sales o soda: no evidente.
- h. Influencia humana: suelos utilizados para el cultivo de la vid, para la producción de vino.

C. Descripción breve del perfil

Es un suelo de desarrollo moderado, en este perfil el color varía de café a café amarillento, la pedregosidad es baja en superficie y media en profundidad, tiene texturas franco arenosas en superficie y la cantidad de arcilla aumenta con la profundidad, el suelo tiene poca estructura. El perfil es poco poroso, tiene estructura incipiente y acumulación importante de humus.

D. Descripción del perfil



Horizonte	Profundidad	Descripción
Ap	0 - 23 cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa a arenosa franca (CA-AC). Contenido bueno de materia orgánica (2,64%). Suelo muy ligeramente ácido (pH 6,77 en H ₂ O). Grano simple, estructura en terrones, agregados de 8 a 10 cm (son muy porosos), de grado moderado/fuerte, rompe a terrones más pequeños y grano simple; estabilidad mediana de agregados. 23% de pedregosidad, cantos finos, <1% de cantos medianos y 2% de piedras y bloques. Muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; muchos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,20 kg/dm ³). Ausencia de raíces finas, raíces expuestas. Límite difuso. Contenido de carbonatos muy bajo (0-0,5%).
AB	23 – 38/49cm	Color café oscuro (húmedo, 7,5YR 3/3). Textura al tacto franco arenosa (CA). Contenido suficiente de materia orgánica (1,64%). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,18 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, rompe a bloques subangulares; estabilidad moderada de agregados. 20% de pedregosidad, cantos finos y medianos. Muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma intersticial, exped; muchos poros, de tamaño muy fino y fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,34 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite difuso.

Bw	38/49 – 75 cm	Color café (húmedo, 7,5YR 4/3). Textura al tacto franco arcillo arenosa a franco arenosa (CRA-CA). Suelo muy ligeramente alcalino (pH 7,26 en H ₂ O). Estructura en bloques subangulares, agregados de tamaño grueso, mediano, fino y muy fino, rompe a bloques subangulares; estabilidad baja de agregados. 30% de pedregosidad, cantos finos. Poros comunes, de tamaño micro y muy fino, de forma intersticial, exped; pocos poros, de tamaño micro y muy fino, de forma tubular, vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente mediana (1,39 kg/dm ³). Densidad de raíces mediana. Límite gradual.
BC	75 - 110 cm	Color café amarillento mate (húmedo, 10YR 5/4). Textura al tacto arcillo arenosa (RA). Suelo neutro (pH 7.02 en H ₂ O). Suelo no estructurado (masiva); 37.5% de pedregosidad, cantos finos. Pocos poros, de tamaño micro, de forma intersticial y vesicular, exped; pocos poros, de tamaño micro, de forma vesicular e intersticial, inped. Densidad aparente alta (1.80 kg/dm ³). Densidad de raíces muy baja.

E. Interpretación de las características del suelo

Procesos pedogenéticos dominantes:

El material parental es granito intemperizado *in situ*. El horizonte superficial ha sido perturbado por trabajos de labranza (Ap). Los dos primeros horizontes muestran acumulación de materia orgánica, el contenido es medio/bajo. El tipo de humus es mull. Los procesos pedogenéticos importantes son la incipiente formación de estructura y la acumulación importante de humus, razón por la cual el horizonte superficial se clasificó como mólico.

Características edafo-ecológicas del sitio:

El suelo tiene una mediana a alta conductividad hidráulica, la disponibilidad de nutrientes es alta, la CIC es suficiente. Tiene capacidad de aireación mediana, la capacidad de campo es mediana y la de retención de agua disponible es alta, el P disponible es muy bajo. Es una zona de acumulación.