

capítulo

4

EL SUELO COMO SOPORTE Y SUSTRATO

La selección de especies frutales a plantar en un huerto se basa, en primer lugar, en las características climáticas de la región y/o las posibilidades tecnológicas que logren contrarrestar ciertas adversidades, y luego se define el sistema de producción, en el cual el suelo debería ser uno de los componentes a considerar, por su carácter definitorio del éxito o fracaso de la plantación. Lamentablemente la experiencia indica que el suelo adquiere importancia cuando las plantas manifiestan problemas, pero rara vez antes.

Comúnmente, en la elección de la especie frutal pocas veces se tiene en cuenta la calidad del suelo y el resultado queda librado al azar. Si el suelo es profundo y químicamente fértil, seguramente no existirán inconvenientes en la futura plantación. Si por el contrario es somero o con alguna limitante química, se verá afectado el desarrollo de las plantas. El estudio de suelos previo a la plantación, puede definir al menos tres aspectos: 1) si es apto para frutales, 2) qué especie es la más aconsejable plantar y sobre qué portainjerto, y 3) qué labores culturales serán necesarias para la buena implantación y permanencia exitosa de la combinación portainjerto-especie-variedad elegida.

Por todo lo apuntado, queda claro que es importante conocer el suelo con anterioridad a la plantación debido a que, una vez realizada, hay labores culturales que ya no se podrán realizar, como el subsolado profundo de suelo (1 metro) cada 50-75 centímetros de distancia. Luego quedará determinado qué manejo cultural se debería seguir para obtener buenos resultados económicos.

Por tratarse de cultivos perennes, los frutales deben crecer idealmente en un sustrato sin limitantes. Todo impedimento al normal crecimiento de las raíces se traslada a la parte aérea de la planta, causando disminución de crecimiento, producción y merma en la calidad de la fruta. Este último aspecto es clave en la fruticultura moderna, en donde la productividad no se expresa en toneladas sino en cantidad de cajones de exportación embalados por hectárea.

ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA PLANTACIÓN

Antes de la plantación se debe tener un conocimiento detallado del suelo de los diferentes cuadros. Sin dicho estudio no se pueden sugerir pautas correctas de manejo (labranzas, cobertura verde, etc.), riego y fertilización.

En áreas vírgenes, el uso de imágenes satelitales, que muestran variaciones de vegetación y relieves, ayuda a demarcar sectores de suelos con similares características, lo cual posteriormente debe ser corroborado a campo. Estos estudios disminuyen mucho el número de calicatas y muestras de suelo a analizar. De la manera tradicional, se debería realizar una calicata en forma sistemática cada 100 o 150 metros.

En las zonas bajo riego, sobre todo en aquellas que son niveladas a partir de un valle fluvial, caracterizadas por la marcada heterogeneidad de los suelos, se recomienda realizar al menos dos calicatas por lote para describir la sucesión de capas (u horizontes, si corresponde), dando especial importancia a los cambios texturales, a la presencia de capas compactadas y/o cementadas con carbonato de calcio o, la presencia y altura alcanzada por la capa freática. Una capa sub-superficial compactada, en combinación con el riego, puede dejar una “napa colgada” que mantenga condiciones de asfixia y reductoras por más tiempo. Lo ideal entonces es realizar una calicata para

determinar limitantes físicas y análisis de suelo de tipo descriptivo que incluya las determinaciones por capa que se detallan en el cuadro 4.1.

Con fines de riego, es importante conocer otras propiedades del suelo íntimamente relacionadas con el manejo del agua de riego, como la infiltración y las curvas de retención hídrica de cada horizonte o capa. Los análisis mencionados deberían realizarse para cada calicata hasta una profundidad de 150 centímetros, pero a veces el suelo no es tan profundo. El número de muestras a extraer en cada calicata depende de los horizontes o capas de suelo existentes. Si éste es uniforme se deberán extraer muestras compuestas para cada profundidad. Una muestra compuesta, está constituida por, al menos, 10 sub-muestras. Cada determinación analítica, tiene su justificación basada en la importancia que reviste cada uno de los parámetros.

Cuadro 4.1. Análisis descriptivo de suelos.

Profundidad (cm)	Extracto de saturación (cmol/l)
Textura	Aniones
arcilla (%)	(Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻)
limo (%)	Cationes
arena (%)	(Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)
Clase textural	Capacidad de intercambio catiónico (CIC, cmol/kg)
Estructura	Relación de adsorción del sodio (RAS)
pH	Porcentaje de sodio intercambiable (PSI)
pH en pasta	
pH hidrolítico	
Materia orgánica (%)	Necesidad de yeso¹ (t/ha)
	¹ Para suelos salinos y sódicos. También se puede emplear otras enmiendas como el azufre si existe reserva potencial de calcio en el suelo (carbonato de calcio).
Conductividad eléctrica del extracto de saturación (dS/m)	Necesidad de cal² (t/ha)
	² En suelos ácidos

PROFUNDIDAD

Este valor, es crítico en la decisión de la capacidad de uso del suelo con destino a la plantación de frutales. Sin embargo, no se puede establecer una profundidad mínima general porque depende, por ejemplo, del tipo de portainjerto y del sistema de riego a utilizar. Sí se pueden aportar algunos conceptos que ayudan a decidir mejor su aptitud frutícola.

Es casi obvio señalar la preferencia por suelos profundos, sin limitantes físicas y químicas, pero esto no siempre se presenta. Desde el punto de vista nutricional, 30 centímetros de suelo pueden ser suficientes si se emplea fertirriego; sin embargo la disponibilidad de agua en horas de alta evapotranspiración puede ser limitante y las

plantas entrarán en estrés hídrico. Con modernos sistemas de riego, los frutales pueden prosperar con poco volumen de suelo. Aun así, la profundidad mínima no debería ser inferior a los 50-60 centímetros. En tanto que para montes frutales con riego gravitacional el suelo útil no debiera ser inferior a los 90 centímetros.

TEXTURA

La proporción de arena, limo y arcilla conforman diversos grupos o clases texturales que se determinan mediante el conocido “triángulo de textura” (Figura 4.1).

La textura es un factor determinante de la capacidad de retención del agua (Cuadro 4.2) y la aireación del suelo. Otras propiedades del suelo relacionadas con la textura son la densidad aparente y la porosidad (Cuadro 4.3), propiedades que están íntimamente relacionadas a la infiltración del agua. La infiltración del agua en el suelo depende -entre otras cosas- del tamaño de los poros. Así por ejemplo, un suelo arenoso presenta menos porosidad que uno arcilloso, pero la infiltración es mucho mayor debido al mayor tamaño de sus poros.

La textura es también un factor determinante de la capacidad del suelo para almacenar nutrientes. A medida que el suelo incrementa su superficie por gramo, mayor es la adsorción de nutrientes en su superficie y en consecuencia mayor es su fertilidad. Basta mencionar que un gramo de arena fina tiene una superficie de aproximadamente 0,3 m², valor muy inferior respecto de la superficie de una arcilla, que es de alrededor de 10.000 m² por gramo.

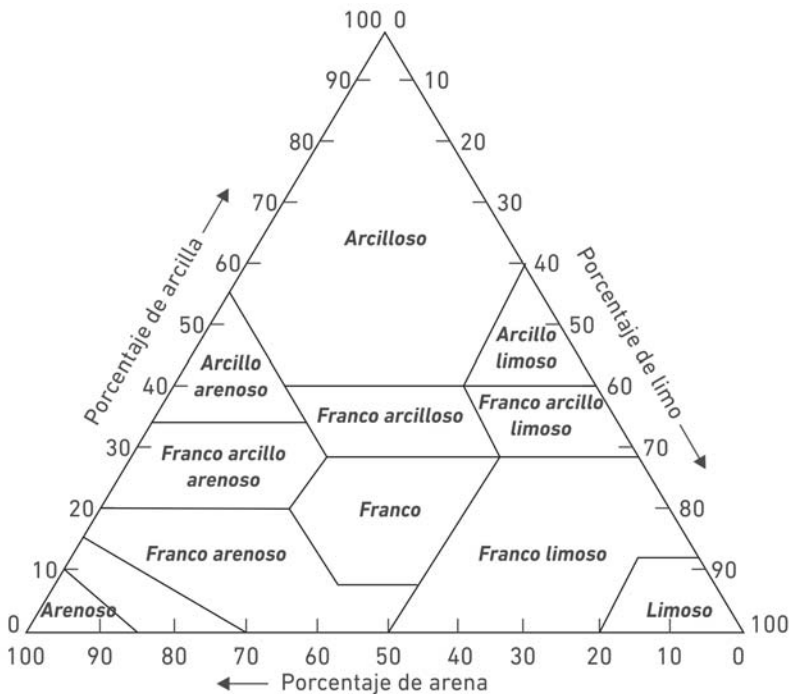


Figura 4.1. Triángulo textural.

Cuadro 4.2. Capacidad de retención de agua en función de la textura del suelo.

Clase textural	Cap. de retención (cm/m)
Arenoso/Arenoso franco	8 - 10
Franco arenoso	14 - 16
Franco, Franco limoso	18 - 21

Cuadro 4.3. La textura de los suelos y su relación con la densidad aparente del suelo y su porosidad.

Clase Textural	Densidad (g/cm ³)	Porosidad (%)
Arenoso	1,55	40
Arenoso franco	1,40	45
Franco arenoso	1,30	50
Franco	1,20	53
Franco limoso	1,15	55
Arcilloso franco	1,10	58
Arcilloso	1,05	60

ESTRUCTURA

Las partículas del suelo se encuentran unidas, formando pequeños agregados por acción de la materia orgánica, el calcio y los óxidos. Los agregados del suelo dejan entre sí espacios que se llenan de aire y agua, confiriéndole propiedades como la porosidad, la infiltración, la retención de agua, la adsorción y la quelación de nutrientes.

La distinta disposición de los agregados origina estructuras como la granular, en bloques, laminar, etc. Cuando el sodio reemplaza al calcio, las partículas del suelo se desagregan adquiriendo una estructura de tipo laminar, lo que da lugar a un cambio total de su comportamiento. Tal es el caso de los suelos sódicos en regiones áridas bajo riego.

En el laboratorio se determina la estabilidad de los agregados mediante un análisis mecánico con el fin de romper la unión de las partículas e imita, en cierto modo, la acción mecánica de la labranza o aquellas prácticas culturales que tienden a oxidar la materia orgánica. La pérdida de estructura afecta la infiltración del agua en el suelo, al disminuir la proporción de macroporos, como así también la fertilidad del mismo por disminución de la materia orgánica.

En los huertos, el uso continuado de la rastra de discos atenta contra la estabilidad estructural de los agregados, condición que puede revertirse con la incorporación de materia orgánica en la forma de abonos verdes o estiércoles.

Otro factor que influye negativamente en la estructura del suelo, es la compactación provocada artificialmente por el paso de maquinaria pesada sobre el suelo húmedo, a los 20-30 centímetros. Esta compactación es más común en los suelos pesados que en los de textura arenosa y afecta la proporción de poros y la penetración de raíces en el perfil. La presencia de cobertura vegetal disminuye el efecto compactador del tránsito.

pH

De las propiedades del suelo el pH es, sin duda, una de las más importantes. En la cátedra de Edafología de la Universidad Nacional del Sur, solían mencionar que la determinación del pH en el suelo era como medir la temperatura en el cuerpo humano. A medida que uno se enriquece en conocimientos comprende la verdad que encierra este concepto. Conocer el pH del suelo significa, ni más ni menos, saber qué cosas pueden estar pasando y cuáles son las consecuencias para la planta. Desde un punto de vista pragmático no se puede pedir más.

La acidez o alcalinidad del suelo se determina principalmente por la actividad de iones H^+ fijados en relación a los demás iones. El pH de un suelo virgen está determinado por numerosos factores, entre los cuales se encuentran la naturaleza del material madre, el proceso de formación, el clima bajo el cual se formó, la textura y la presencia de sales. Una vez que el suelo comienza a cultivarse, el pH se puede modificar mediante prácticas culturales como el agregado de materia orgánica, la fertilización nitrogenada o el riego. El suelo tiene un efecto amortiguador o buffer debido a las arcillas y a la materia orgánica; es decir que el cambio de pH es menor en suelos pesados y con buena cantidad de materia orgánica, en tanto que suelos más sueltos sufren mayor variación.

En términos generales los frutales se adaptan a un rango amplio de pH, pero el valor óptimo para frutales de pepita y carozo se sitúa entre 6 y 7,5. Es importante destacar que el pH del suelo en contacto con la raíz (rizósfera) es diferente al pH del suelo. Ello se debe a que la raíz intercambia iones con el suelo próximo a ella (H^+ , OH^- y $-HCO_3^-$) además de ácidos orgánicos en respuesta a estímulos diversos, como la necesidad de disminuir el pH para solubilizar algunos nutrientes como el Zn o el Fe, necesarios para satisfacer procesos metabólicos. La diferencia de pH entre la rizósfera y el resto del suelo puede ser de hasta dos unidades.

A manera de resumen se puede decir que el pH interviene directamente en: *i)* La disponibilidad de nutrientes, principalmente elementos menores y fósforo (Figura 4.2); *ii)* La solubilidad de sustancias tóxicas como el aluminio y manganeso a pH inferior a 5,5; la concentración de Al y Mn en el suelo se incrementa notablemente llegando a causar toxicidad en especies sensibles; y *iii)* El desarrollo y actividad de la microflora del suelo y de las raíces de las plantas. Estos tres aspectos influyen en el vigor del frutal, el ciclo de los nutrientes en el suelo y en la persistencia de los pesticidas en él.

En regiones con altas precipitaciones pluviales y temperaturas bajas, el pH del suelo tiende a ser ácido debido a la pérdida de Ca, mientras que en zonas áridas con altas temperaturas predominan los cationes Ca, Mg y Na y el pH tiende a ser superior a 7.

Tanto en suelos ácidos con pH inferior a 6 o en suelos alcalinos con pH superior a 8,5; es necesario recurrir a medidas correctivas mediante enmiendas a base de carbonato de calcio y magnesio en el primer caso o yeso en el segundo. Cualquiera sea la medida correctiva, se deben realizar análisis de suelo para establecer las dosis apropiadas. La marcada heterogeneidad de los suelos obliga a realizar un estudio cuidadoso para evitar tanto la subdosificación como la sobredosificación de la enmienda.

Con frecuencia se observa la aplicación masiva de yeso en regiones donde existen depósitos naturales sin justificación técnica o sin calcular las dosis adecuadas. En estos casos, el exceso de calcio llega a producir efectos no deseados como la cementación de suelos en profundidad y la precipitación de fósforo y microelementos.

Las aplicaciones de yeso deben ser sectorizadas, puntuales sobre el sitio donde hay presencia de sodio.

En huertos frutales, el monitoreo de pH se debe realizar al menos cada tres años. Es conveniente muestrear la zona de mayor concentración de raíces en sectores homogéneos del cuadro o lote y comparar los resultados con muestreos anteriores, para observar posibles tendencias.

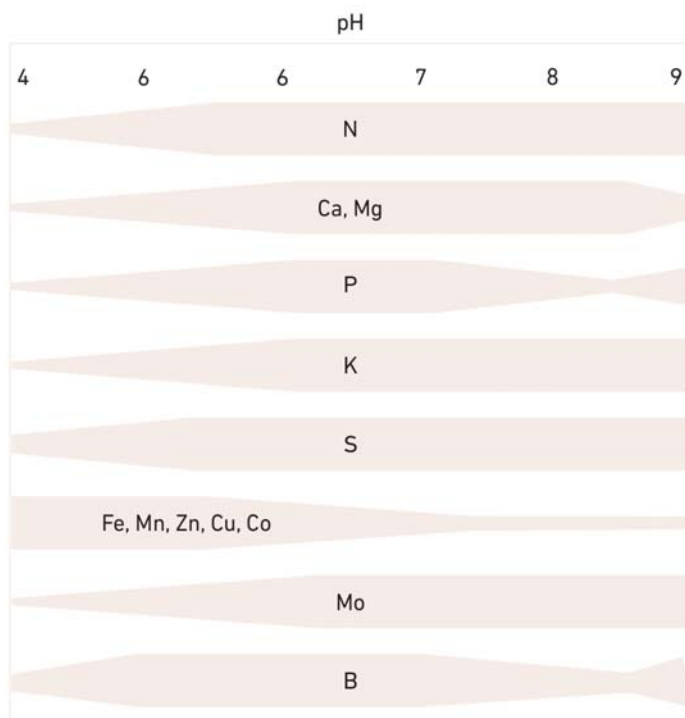


Figura 4.2. Disponibilidad de nutrientes en función del pH. El ancho de la barra indica el grado de disponibilidad (Brady, 1984).

MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica (MO), tiene marcada influencia sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos. El contenido de materia orgánica nativa en los suelos depende del clima. En regiones áridas y semiáridas el porcentaje natural de materia orgánica es usualmente inferior al 1 % en superficie y menor al 0,5 % en profundidad. Estos niveles son extremadamente bajos e insuficientes para permitir buena estabilidad de los agregados, una correcta infiltración del agua y servir como reservorio de nutrientes, principalmente nitrógeno.

El manejo del suelo en un monte frutal incide sobre la estabilidad y el contenido de la materia orgánica. La labranza continua facilita la oxidación microbiana de los restos vegetales con la consiguiente liberación de nitrógeno y la disminución de la reserva orgánica. Bajo estos manejos, y de no existir aportes de abonos verdes, estiércoles o

compost, el suelo pierde su fertilidad física, la cual no es sencilla de restablecer en el corto plazo. Por el contrario, la fertilidad química del suelo no es tan crítica porque el aporte de nutrientes se puede hacer vía fertilizantes por suelo y foliar.

En nuestros días es muy común el manejo del interfilas con vegetación permanente y la línea de plantación con herbicidas. La variación de los niveles de materia orgánica a lo largo del tiempo es predecible. Mientras que en el espacio con cobertura vegetal se va a incrementar (suelos bien manejados llegan a acumular valores de materia orgánica bastante superiores a 2 %), en la porción libre de malezas va a disminuir. Las consecuencias de este manejo será la disminución de la fertilidad física en la zona tratada con herbicidas, pérdida de estructura, disminución de la infiltración del agua y salinización. Será necesario entonces recurrir a un manejo tipo mulch con material orgánico o al agregado periódico de estiércoles para amortiguar el efecto negativo que provoca el suelo desnudo.

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

La conductividad eléctrica (c.e.) es una medida de la presencia de sales en el suelo. Se expresa como dS/m (deci Siemens por m). Según lo establecido por el Laboratorio de Suelos de la Universidad de Riverside cuando el valor de conductividad excede el valor de 4 dS/m el suelo se clasifica como salino.

En áreas de clima templado, con riego complementario, la conductividad no llega a ser determinante de la calidad del suelo. Por el contrario en áreas de clima árido y semiárido, donde los frutales dependen casi exclusivamente del agua de riego, la conductividad es un parámetro a tener en cuenta por las implicancias en la nutrición mineral de la planta y por el balance de sales en el suelo. De éstas, las sales más comunes son los cloruros y sulfatos de calcio, magnesio y sodio.

Existe una clasificación de suelos salino, salino sódico y sódico, teniendo en cuenta además la conductividad, el pH y el contenido de sodio intercambiable (Cuadro 4.4). Para tener una idea aproximada de la cantidad de sales presentes en el extracto de saturación en miligramos por litro (mg/l), se deben multiplicar los dS/m por 640. Por ejemplo, un suelo que tenga una c.e. de 6 dS/m, tendrá un contenido de sales de 3.840 mg/litro.

Los frutales varían en su tolerancia a las sales. Desde un punto de vista práctico, no se debe tener en cuenta la habilidad una especie de sobrevivir en presencia de sales, sino el rendimiento relativo del cultivo en un suelo salino, en comparación con el rendimiento en un suelo no salino en las mismas condiciones climáticas y de manejo. En los Cuadros 4.5 y 4.6 se clasifican diversas especies frutales de acuerdo a este criterio. Como se puede apreciar, se incluyen especies no tratadas en este libro, como la palma datilera o la granada, pero que sirven para comparar diversos frutales entre sí.

Si bien en el cálculo de lámina de riego se suma un exceso para permitir el lavado las sales, es importante mencionar la acción de la napa freática, diluyendo y elevando sales hasta la superficie, cuando los riegos no son suficientes o se abandonan.

Cuadro 4.4. Clasificación de suelos según su nivel de sales, pH y contenido de sodio intercambiable (Richards, 1973).

Suelo	C.E. (dS/m)	pH	Na interc. (%)
Salino	mayor de 4	menor de 8.5	menor de 15
Salino sódico	mayor de 4	menor de 8.5	mayor de 15
Sódico	menor de 4	mayor de 8.5	mayor de 15

Cuadro 4.5. Tolerancia relativa de los frutales a las sales.

Muy tolerante	Tolerantes	Medianamente tolerante	Poco tolerantes
Palma datilera	Granada	Ciruelo*	Peral
	Higuera		Manzano
	Olivo		Almendro
	Vid		Nogal
			Damasco
			Duraznero
			Cerezo
			Cítricos

* El ciruelo aparece en la bibliografía como un cultivo poco tolerante a las sales. De acuerdo a experiencias en el Alto Valle de Río Negro, el ciruelo especialmente sobre pie Mirabolano se adapta a suelos con sales, siempre y cuando se lo maneje bien nutricionalmente.

Cuadro 4.6. Tolerancia de distintos frutales a la salinidad y su disminución del rendimiento. (FAO en Fuentes Yagüe, 1998).

Disminución del rendimiento	0%	10%	25%	50%	100%
Cultivo	Conductividad Eléctrica del extracto de saturación (dS/m)				
Granado	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Higuera	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Limonero	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Manzano	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Duraznero	1,7	2,2	2,9	4,1	6,5
Naranja	1,7	2,4	3,3	4,8	8
Nogal	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Olivo	2,7	3,8	5,5	8,4	14
Palmera datilera	4,0	6,8	11,0	18,0	32
Peral	1,7	2,3	3,3	4,8	8
Vid	1,5	2,5	4,1	6,7	12
Zarzamora	1,5	2,0	2,6	3,8	6
Almendro	1,5	2,0	2,8	4,1	6,8
Ciruelo	1,5	2,1	2,9	4,3	7,1
Frambueso	1,0	1,4	2,1	3,2	5,5
Frutilla	1,0	1,3	1,8	2,5	4

EXTRACTO DE SATURACIÓN

Esta determinación es fundamental en áreas bajo riego donde es muy común observar la presencia de sales. En esta situación interesa conocer la composición de aniones y cationes solubles. La determinación de los cationes, permite conocer la composición total de las sales como así también brinda información aproximada sobre los cationes intercambiables que se pueden encontrar. La determinación en sí es muy sencilla y en los suelos salinos sirve para calcular la relación entre el sodio y los cationes calcio y magnesio (relación de adsorción del sodio o RAS). La sumatoria de cationes debe ser igual o muy aproximada a la sumatoria de aniones.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)

Cuando la muestra de suelo se expone a una solución de acetato de amonio, ésta desplaza una cantidad equivalente de cationes del suelo hacia la solución que se denominan cationes intercambiables. En el suelo, los cationes se hallan ocupando espacios en la superficie de las arcillas y asociados a la materia orgánica.

Cada suelo tiene una capacidad limitada de cargas negativas para atraer cationes. Los suelos de textura pesada contienen más sitios con cargas negativas que un suelo más liviano o arenoso, por lo tanto la CIC es mucho mayor en el primero que en el segundo. Los suelos minerales tienen valores de CIC entre 3 y 25 miliequivalentes (meq) cada 100 g de suelo. En ese amplio rango a menudo no se observan respuestas manifiestas en el cultivo, siempre y cuando se fertilice convenientemente. En suelos orgánicos, la CIC es mucho mayor que en los suelos minerales. Como es de imaginar la CIC tiene una marcada implicancia en la nutrición mineral de la planta porque a mayores sitios de adsorción mayor es la reserva potencial de nutrientes.

La CIC no cambia significativamente con el manejo del suelo, en cambio sí lo hace la composición de los cationes intercambiables. El porcentaje de la CIC ocupada con la sumatoria de los cationes K^+ , Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , se conoce como porcentaje de saturación de bases. Idealmente un suelo debe contener entre 65 y 85 % de calcio intercambiable, de 6 al 12 % de magnesio, entre 2 y 5 % de potasio y 20 % de hidrógeno en el complejo de intercambio. El sodio debe permanecer entre el 1 al 5 %. Si el nivel de Na intercambiable es mayor a 15 % el suelo se clasifica como sódico.

La relación entre las bases de cambio es muy importante para los frutales. Por ejemplo la relación Ca/Mg debe situarse en un valor de 5-6. Si es mayor existen riesgos de deficiencia de Mg para variedades sensibles. Por el contrario, si la saturación de bases es baja, y resultase necesario ajustar su rango óptimo, se deberá optar por el encalado para incrementar la proporción de Ca o el agregado de calizas dolomíticas para elevar también la proporción de Mg. El K puede ajustarse con el empleo de cloruro de potasio.

En la práctica siempre conviene que el suelo presente un valor medio de CIC. Los suelos arenosos no retienen al ion amonio con facilidad y el nitrógeno producto de una fertilización con urea, sulfato o nitrato de amonio son propensos a perderse por lavado. Si se aplicara un fertilizante potásico se correría la misma suerte, aunque la movilidad del K en el suelo es mucho menor. Por el contrario, si la CIC es muy alta, el suelo puede inmovilizar al amonio y no entregarlo a la planta en el momento adecuado.

NECESIDAD DE YESO (tn/ha)

Si el análisis de suelo arroja que el contenido de sodio es elevado, se deberá calcular la cantidad de miliequivalentes de sodio a reemplazar por calcio en el volumen de suelo deseado. Con fines prácticos conviene siempre dejar aproximadamente un 4 a 5 % de Na intercambiable. En suelos de textura más fina que el franco, la cantidad de yeso a incorporar puede llegar a ser muy alta si lo que se quiere corregir es toda la superficie del suelo. En ese caso, conviene incorporar yeso en la línea de plantación y corregir el resto del interfilar en forma gradual. En el Cuadro 4.6 se calculan las necesidades de yeso para una capa de suelo de 30 centímetros de profundidad dependiendo de la cantidad de sodio que se quiera desplazar.

Si por ejemplo el suelo tiene una CIC de 10 meq cada 100 gramos y posee 4 meq de sodio, significa que el PSI es de 40 %. Se desea reducir el PSI hasta un 10 % (de 40 a 10). Por lo tanto será necesario reemplazar 3 meq de Na cada 100 gramos de suelo. Según el Cuadro 4.7 harán falta 12,6 toneladas de yeso puro para mejorar el suelo en los primeros 30 centímetros. Así deberá calcularse cada capa u horizonte de suelo hasta una profundidad de 60-70 centímetros.

Es importante mencionar, ante necesidad de incorporar el yeso, que es común observar que queda en superficie pretendiéndose su incorporación a través del riego. De este modo no se produce el intercambio del sodio de la matriz del suelo por el calcio aportado con el yeso. Además, el lavado de sales, sean sódicas o no, se hace efectivo por percolación a través del perfil, no por escurrimiento.

Cuadro 4.7. Cantidades de yeso necesarias para sustituir las cantidades indicadas de sodio intercambiable.

Sodio intercambiable (meq/100 g)	Toneladas de yeso por hectárea-30 cm
1	4,2
2	8,8
3	12,6
4	16,8
5	21,0
6	25,2
7	29,4
8	33,6
9	37,8
10	42,0

INFILTRACIÓN

La infiltración, es un parámetro importante a tener en cuenta en suelos con dependencia de riego y no es más que la penetración del agua por poros y grietas en función del tiempo. La intensidad o velocidad con que el agua penetra en el suelo, depende de la textura, el contenido de materia orgánica, la estructura de la capa superficial del suelo, la estabilidad de esta estructura frente al agua, además de la existencia de capas impermeables, del estado previo de humedad y en general de todo aquello que de alguna u otra forma influya sobre el escurrimiento del agua sobre la superficie del suelo, como es la pendiente, los desniveles y microrelieves por labranza y cobertura verde, entre otros factores.

Los valores medios de velocidad de infiltración del agua en el suelo para diversas texturas se presentan en el Cuadro 4.8 y pueden utilizarse como guía general.

Cuadro 4.8. Velocidad de infiltración promedio en diferentes clases texturales de suelo.

Textura	Infiltración (mm/h)
Arenoso	> 100
Arenoso franco	50 - 100
Franco arenoso a Franco	20 - 50
Franco limoso	10 - 20
Arcilloso	1 - 10

En el proceso de infiltración se considera al suelo como una sucesión de infinitas capas. El agua pasa de una capa a otra y recién cuando se haya colmado su capacidad de almacenaje, el sobrante pasa a una segunda capa. Cuando el agua penetra, hincha las partículas, obstruye los canalículos y reduce el espacio de los poros. Además el desalojo del aire del suelo no es total por lo que la velocidad de infiltración disminuye.

La infiltración se expresa en términos de velocidad -cm/hora o mm/hora- y puede medirse la infiltración instantánea, promedio o acumulada. La determinación a campo se realiza mediante un infiltrómetro de doble anillo que consta de dos cilindros concéntricos de 30 cm de altura y diámetro de 22 cm para el anillo interior y de 50 cm para el anillo exterior.

En el lugar elegido para hacer la medición, se coloca un anillo dentro de otro y con un leve golpe de martillo se entierra unos pocos centímetros. A continuación se agrega simultáneamente agua en el interior de ambos y se fija una altura de la columna de agua para iniciar la medida de infiltración en función del tiempo. A intervalos regulares se toma la altura del agua infiltrada en el cilindro interior, ya que el exterior funciona como buffer. Cada tanto se repone el agua en ambos cilindros, cuidando siempre que la altura en ambos permanezca a nivel.

Se toman lecturas a intervalos regulares hasta que la velocidad de infiltración por unidad de tiempo sea más o menos constante. En ese momento se dice que el infiltrómetro

entra en régimen y la velocidad alcanzada representa la llamada “infiltración básica” para el suelo en cuestión. En la Figura 4.3 se indican las curvas de infiltración acumulada de algunos suelos del Alto Valle de Río Negro sin limitantes físicas. El conocimiento de este parámetro permite calcular el tiempo requerido para que se infiltre en el suelo la lámina de riego establecida.

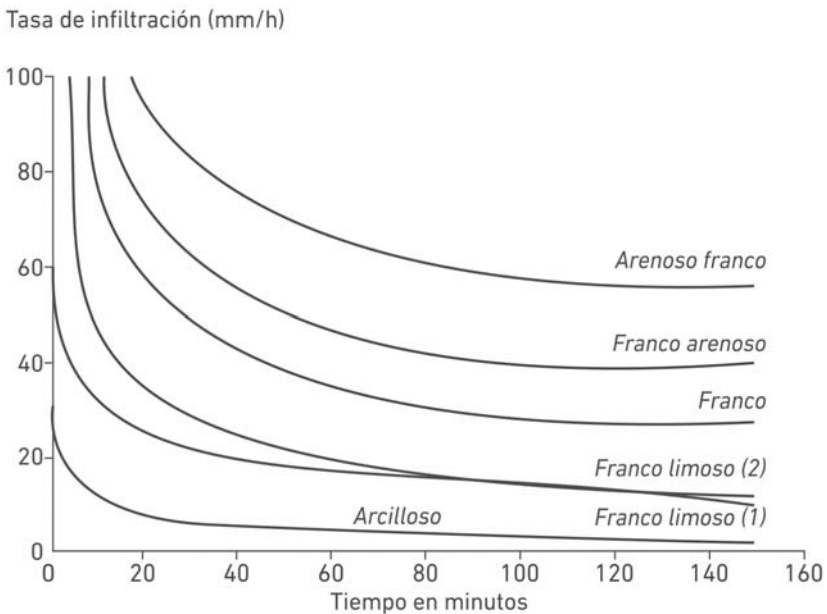


Figura 4.3. Curvas típicas de infiltración para diversas texturas.

CONSTANTES HÍDRICAS

Cada suelo tiene una capacidad limitada de almacenar agua que depende fundamentalmente de la textura. El agua disponible para las plantas o agua útil, está comprendida entre los puntos de capacidad de campo (cc) y el punto de marchitez permanente (PMP).

Capacidad de campo

Cuando el suelo se riega, los poros se llenan de agua, el aire queda desplazado, alcanzando un nivel de saturación. Luego de 24 a 72 horas, según el suelo sea de textura arenosa o arcillosa respectivamente, queda retenida una cierta cantidad de agua en la matriz del mismo, se recupera el espacio macroporoso con aire y se alcanza un punto de equilibrio, que se denomina capacidad de campo. Por definición la capacidad de campo es la cantidad de agua retenida cuando se ejerce una presión equivalente en el suelo de un tercio de atmósfera. En este estado, la capacidad de retención de agua es la máxima posible.

Punto de marchitez permanente

A medida que la planta extrae agua, cada vez es mayor el trabajo de succión de la raíz para extraer la poca agua que queda hasta llegar a un límite de extracción, que se denomina punto de marchitez permanente. Si bien es cierto que algunas especies obtienen agua a muy bajas tensiones de suelo, la cantidad que el suelo posee a esos potenciales, es escasa. Por definición el punto de marchitez permanente es la cantidad de agua retenida en el suelo cuando se ejerce una presión equivalente de 15 atmósferas.

En la Figura 4.4 se grafican curvas de retención hídrica para distintos suelos. Se puede observar que en todos ellos, a partir de las 3 atmósferas de presión prácticamente no queda agua disponible, a pesar que el suelo contiene humedad. Para el caso de texturas franco limosas en el punto de marchitez permanente todavía queda un 27 % de humedad.

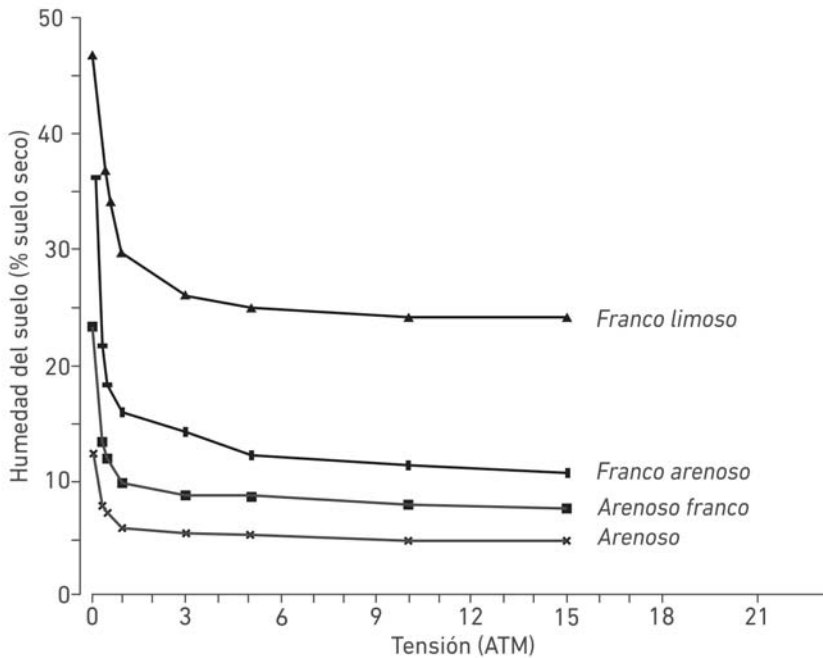


Figura 4.4. Curvas de retención hídrica de distintos suelos del Alto Valle de Río Negro (Requena, 1995).

Valiéndonos de las curvas de retención de humedad, se calcula el agua disponible en el suelo. Los resultados se pueden expresar en por ciento de agua útil (diferencia entre CC y PMP) o como capacidad de retención de humedad en milímetros de agua por metro de suelo y que consiste en multiplicar el valor de agua útil por la densidad aparente del suelo (Cuadro 4.9).

Cuadro 4.9. Porcentaje de agua útil y capacidad de retención de humedad para los suelos de la Figura 4.4.

Textura	Densidad aparente (g/cm ³)	Capacidad de Campo (%)	Punto de Marchitez Permanente (%)	Agua útil (%)	Cap. Ret. Humedad (cm/m)
Arenoso	1,65	9	4	5	8,3
Franco arenoso	1,50	14	6	8	12,0
Franco a Franco limoso	1,35	27	13	14	18,9

ANÁLISIS DE FERTILIDAD

Los análisis descriptivos previos a la plantación, sirven para conocer el medio en el cual vivirán las nuevas plantas. Aun ignorando la fertilidad natural del suelo, podemos darnos cuenta de la disponibilidad potencial de nutrientes al considerar la profundidad, textura, contenido de materia orgánica y pH. Por ejemplo, si el suelo es profundo pero el pH es de 8,5; nos imaginamos problemas con los microelementos y disponibilidad de fósforo. Por el contrario, si todo fuera perfecto, deberíamos esperar que el cultivo se comporte en la zona como en el resto de las plantaciones. Es decir, en una región sin problemas aparentes de fertilidad no se justifica hacer análisis de suelo de manera periódica para observar la disponibilidad de nutrientes.

Hay casos realmente crónicos en donde no es necesario recurrir a un análisis de suelo. Tal es el ejemplo de la zona de Hood River, en Oregon (EEUU), donde se cultiva el peral sobre suelos que tienen alta fijación de fósforo. En esas condiciones el agregado de fertilizante fosfatado es condición indispensable para que las plantas crezcan bien. Cualquier análisis de P en el suelo dará un valor bajo.

Muchas veces puede surgir la pregunta acerca de la validez práctica de conocer la disponibilidad de macro y micronutrientes en suelos con diversos horizontes o capas. Después de todo, un valor bajo en el suelo, puede ser un valor normal cuando se analiza una hoja.

En fruticultura, el costo del fertilizante no incide sustancialmente en el costo total de producción (la excepción sería el fertirriego en suelos esqueléticos). Además en ausencia de limitantes físicas, los sistemas de riego presurizados, mejoran enormemente la eficiencia de aplicación de los fertilizantes en comparación al tradicional riego por inundación. Con este concepto se refuerza la idea de que el análisis de fertilidad de un suelo destinado a un frutal no es tan importante como el análisis descriptivo previo, en donde se enfatizan las características físicas complementadas con las determinaciones de materia orgánica, pH y salinidad.

Para suelos más someros y uniformes, especialmente aquellos situados en áreas nuevas para el cultivo de frutales, el análisis de fertilidad puede aportar buenos datos preliminares. Será necesario determinar, además de materia orgánica, los cationes intercambiables, fósforo y microelementos. Idealmente los valores se deberían encontrar en los rangos que aparecen en el Cuadro 4.10.

Cuadro 4.10. Rango de nutrientes considerados normales en suelos.

Fósforo (Bray II)	20-30 mg/kg
Fósforo (Olsen)	10-15 mg/kg
Cationes intercambiables (% cic)	
Potasio	3-4 %
Calcio	70-80 %
Magnesio	12-15 %
Micronutrientes extraíbles (EDTA)	
Hierro	10-15 mg/kg
Manganeso	8-10 mg/kg
Cobre	3-5 mg/kg
Cinc	8-10 mg/kg

BIBLIOGRAFÍA

- BESTVATER, C.R. & C.H. CASAMIQUELA. 1983. Distribución textural de los suelos del Alto Valle del Río Negro. Boletín de divulgación técnica numero 29.
- BRADY, N.C. 1984. The nature and properties of soils. Macmillan Publishing Company, New Cork. p. 750.
- FUENTES YAGÜE, J.L. 1998. Técnicas de riego. Tercera edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- HOLZMANN, R. 2010. Desarrollo y evaluación de un índice de calidad de suelo en montes de pera manejados bajo dos sistemas de producción, convencional y orgánico, en el Alto Valle de Río Negro. Tesis de la Maestría de fruticultura de clima templado frío. Convenio Università degli Studi di Bologna-INTA-UNCO.
- HOLZMANN, R. y REQUENA, A. 2015. Disminución de la salinidad de un suelo regado por goteo utilizando riego por aspección. xxv Congreso Nacional del Agua. Paraná, 15 al 19 de junio del 2015.
- INTA. 1996. Métodos de Riego. Modulo I. Curso a distancia.
- REQUENA, A.M. 1995. Curso de manejo del riego por superficie a nivel de predio. INTA Alto Valle.
- RICHARDS, L.A. 1973. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa, México. 172 pag.
- SANSAVINI, S., COSTA G., GUCCI, R., INGLESE, P., RAMINA, A. & XILOYANNIS, C. (editors) 2012. General Arboriculture. Pàtron Editore, Bologna, Italy, p. 536.