

Fertilización razonada de la Vid.

*Principios básicos para crear estrategias de
fertilización.*

Ing. Agr. MSc. Rodrigo S. Espíndola.

Ing. Agr. Franco Pugliese.

Agencia de Extensión Rural Caucete.

Fertilización Razonada de la vid

La planta, su medio y sus exigencias

El objetivo de cultivar cualquier especie vegetal es lograr que la misma se desarrolle en un medio que reúna todas las condiciones favorables para su crecimiento; es decir, en un medio óptimo. No hay duda que el éxito de cualquier explotación agrícola depende esencialmente del crecimiento, ya que de este crecimiento depende la producción y por ende la rentabilidad del mismo.

Es por eso que todos y cada uno de los factores que influyen en menor o mayor medida sobre el crecimiento del vegetal, pueden perjudicarlo si no se encuentran en las condiciones que requiere la planta. Por lo tanto estos factores que limitan su desarrollo y disminuyen su producción se les llama factores limitantes. Es así que para conseguir el máximo crecimiento y desarrollo de un cultivo es necesario que no existan factores limitantes.

Es por ello imprescindible conocer cuales son los factores limitantes y así poder modificarlos con el objeto de lograr el máximo desarrollo posible.

Los principales factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, son básicamente:

- a) Factores genéticos
- b) Factores del medio en que se desarrollan las plantas (clima y suelo)
- c) Factores biológicos

a) **Factores genéticos:** El genotipo, de acuerdo a la variedad que se trate y al comportamiento de las plantas madres que le hayan dado origen, producirá una expresión fenotípica distinta en cada caso, que el hombre poco puede modificar.

b) **Factores del medio en que se desarrollan las plantas:** Las plantas se desarrollan en dos medios diferentes, el suelo y la atmósfera. Es por eso que se ven afectadas por todas las condiciones de clima y suelo.

Las plantas exigen del medio que las rodea, condiciones adecuadas para su buen desarrollo, relacionadas a los siguientes factores:

- 1° Temperaturas favorables.
- 2° Luz adecuada.
- 3° Buena aireación.
- 4° Agua suficiente.
- 5° Nutrición completa y equilibrada.
- 6° El Suelo como soporte y sustrato.

1° Temperatura. Todos los procesos que tienen lugar en la planta son afectados por la temperatura. La fotosíntesis, la respiración, la absorción de agua y nutrientes, la transpiración. Todos los demás procesos se encuentran en mayor o menor grado supeditados a la temperatura.

Cada especie vegetal tiene preferencia por una determinada temperatura, bajo la que se desarrolla más intensamente.

2° Luz adecuada. Las plantas tienen la capacidad de absorber energía de la luz, con ella y los diversos nutrientes, fabrica los compuestos y materiales orgánicos que forman sus tejidos. Para ello se valen exclusivamente de sustancias minerales.

3° Buena aireación. El aire que circunda las plantas, tiene importancia en lo que se refiere a su composición. El mismo está formado principalmente por nitrógeno y oxígeno, pero además existen pequeñas cantidades de otros gases, vapor de agua y anhídrido carbónico, necesarios para realizar la fotosíntesis. También el oxígeno es necesario para la respiración de las plantas. Además es importante la aireación del suelo para la respiración de las raíces.

El suelo está compuesto por tres fases, sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida, está formada por partículas que de acuerdo a sus tamaños y proporciones, dan lugar a las texturas de los suelos. Dichas partículas se asocian, formando agregados que son los que luego de un proceso de maduración edáfica, constituyen la estructura del perfil. Entre dichas partículas, hay pequeños conductos o espacios en forma de canales, (capilares) por donde circulan, el agua y el aire que ellas respiran.

4° Agua suficiente. El agua es la sustancia que consume la planta en mayor cantidad, por lo tanto es lógico que su escasez provoque graves trastornos en la misma. El agua es fundamental para la formación de azúcares y para mantener a las células en buenas condiciones. La planta también la utiliza para transportar los elementos nutritivos y las sustancias elaboradas y participa en numerosos procesos y reacciones como por ejemplo la fotosíntesis.

El 80 % de la planta es agua. A pesar de esto la mayor parte del agua que absorbe no es utilizada en ninguna función metabólica, sino que es evaporada desde las hojas y otros órganos al aire, y es lo que normalmente se llama transpiración, la cual está muy relacionada con la temperatura ambiente. La sequía y la marchites de la planta, son consecuencia de un desequilibrio entre la cantidad de agua que se evapora y la que puede absorber la raíz. Estos desequilibrios son frecuentes en la planta, pero en general no tienen mucha importancia, a no ser que sean muy intensos o se produzcan en estados como floración, fecundación, etc. lo que puede acarrear graves consecuencias en el rendimiento del cultivo.

Además la demanda de agua por parte de la planta y su absorción por las raíces, hace que se produzca un movimiento permanente, de agua hacia las raíces, lo que permite, al mismo tiempo, el traslado de los elementos nutritivos a través del suelo.

5° Nutrición completa y equilibrada. La nutrición vegetal es la ciencia que estudia la “nutrición integral” de la planta en un sentido amplio y general que no debe confundirse con nutrición mineral que es mucho más específica, por que se centra más en el suministro y absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y metabolismo. Los nutrientes son los compuestos químicos requeridos por un organismo. La planta absorbe anhídrido carbónico del aire y agua del suelo. Con estas dos sustancias, la planta dispone de tres elementos en abundancia: carbono, hidrógeno y oxígeno. De estos, el carbono y el oxígeno constituyen la mayor parte de la materia seca de la planta. Sin embargo, las distintas sustancias que forman los tejidos contienen además otros elementos químicos. Existen también algunos que no forman parte de estos compuestos y desempeñan funciones importantes en la planta.

Es por eso que todos estos elementos se consideran esenciales para la vida vegetal.

Para ser un elemento esencial se deben cumplir las siguientes condiciones:

1° La falta absoluta del elemento impide que la planta complete su ciclo de vida.

2° Esta falta solo puede ser corregida suministrando dicho elemento y no otro.

3° El elemento considerado se haya relacionado en forma directa con la nutrición de la planta por ser un constituyente de algunas sustancias o por efectuar funciones necesarias en ellas.

Se considera esencial para la planta los 16 elementos siguientes:

Carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro y cloro. Todos los nutrientes esenciales son igualmente necesarios, variando únicamente las cantidades. El volumen en que es absorbido un elemento define que sea *macro*, *meso* o *micro* nutriente.

Macro meso y micro nutrientes.

Macronutrientes son aquellos elementos absorbidos a razón de kg / ha y es el caso del nitrógeno, potasio y fósforo. Se consideran también en este rango, el azufre, el calcio y el magnesio, pero estos tres últimos se absorben a razón de g / ha, por ello además también se los denominan mesonutrientes.

Los micronutrientes son el hierro, molibdeno, manganeso, zinc, cobre, boro y cloro estos se absorben en muy pequeña proporción (a razón de mg / ha).

La falta o escasa presencia de alguno de estos elementos, produce un síntoma de deficiencia en la planta. Las sospechas de síntomas de déficit deben ser verificadas por el análisis de tejidos en el laboratorio.

6° El suelo como soporte y sustrato. Por tratarse de un cultivo perenne, la vid debe crecer en un suelo sin limitantes, todo impedimento del normal crecimiento de las raíces se traslada a la parte aérea, provocando disminución del crecimiento, producción y menor calidad de la fruta. Este último aspecto es clave en uva de mesa, en donde la productividad no se expresa en toneladas, sino en calidad de kilos embalados por ha. Antes de efectuar la plantación se debe tener un conocimiento acabado del suelo. Sin dicho estudio no se pueden sugerir pautas de manejo (labranza, cobertura, riego y fertilización).

Profundidad. Este valor es crítico en la decisión de la capacidad de uso del suelo con destino a la plantación de la vid. Es obvio señalar la preferencia por suelos profundos, sin limitantes físicas ni químicas. Desde el punto de vista nutricional 50 cm de suelo podrían ser suficientes si se hace fertirriego. Con riego gravitacional, la profundidad del suelo no debería ser inferior a 80 cm.

Textura. La proporción de arena, limo y arcilla, conforman diversos grupos o clases texturales, que son un factor determinante de la capacidad de retención de agua y aireación del suelo. Además la textura está relacionada con la densidad y porosidad, propiedades que están relacionadas con la infiltración del agua, que depende del tamaño de los poros. Por ejemplo: Un suelo arenoso, presenta mayor porosidad que un suelo arcilloso, pero la infiltración es mayor debido al mayor tamaño de sus poros.

Estructura. Todas las partículas del suelo se unen entre sí, formando pequeños agregados por acción de la materia orgánica, al calcio y los óxidos. Los agregados del suelo, dejan espacios que se llenan de aire y agua, otorgándoles propiedades como la porosidad, infiltración, retención de agua y adsorción de nutrientes. La estructura del suelo también depende de la cubierta vegetal. Bajo condiciones de pasturas permanentes

se da una muy buena estructura, esto es una resultante del efecto del alto contenido de materia orgánica y de la fauna del suelo. En este aspecto, las lombrices contribuyen favorablemente en la formación de agregados estables. Los suelos arables tienen valores más bajos de materia orgánica y escasa fauna del suelo, por esta razón, a menudo, tienen menor estructuración. Esta situación puede revertirse con la incorporación de materia orgánica en forma de abonos verdes o estiércoles. Otro factor que influye negativamente en la estructura, es la compactación provocada por el paso de maquinaria pesada en suelos húmedos. Es más común en suelos pesados que en los de texturas arenosas y afecta la cantidad de poros y la penetración de raíces en superficie.

c) Factores biológicos. Cualquier cultivo debe desarrollarse libremente, sin la presencia de otros organismos biológicos que le perjudiquen. Por ello es importante evitar las plagas, enfermedades, virosis, malas hierbas, etc. Esto se logra a veces con plantas resistentes a determinadas enfermedades y otras utilizando diversos productos químicos (fungicidas, nematocidas, insecticidas, herbicidas, etc.) capaces de eliminar dichos factores limitantes o mantenerlos en un nivel compatible con una producción normal. El uso de manejos integrados de plagas tiene por objeto mantener a las plagas por debajo del umbral de daño económico, minimizando el uso de agroquímicos.

Ciclo de la vid.

Cuando se inicia la brotación, la planta comienza a movilizar las reservas acumuladas durante la pasada temporada, (raíces, troncos, brazos y ramas). Con la energía, que de ellas se desprende, los brotes comienzan a desarrollarse. Pasado este momento fenológico (brotación) las raíces adquieren mayor actividad y las hojas el tamaño óptimo. Luego las reservas no son utilizadas para crecer ya que la planta produce su propio alimento, llegando a floración, con el máximo crecimiento de raíces.

Floración, es una etapa fenológica importante, ya que cada flor es demandante de energía suficiente para efectuar la fecundación o cuaje. Luego del cuaje, cada grano comienza a crecer. Paralelamente el crecimiento de las bayas acompaña, por un breve lapso de tiempo, al de los brotes, los cuales llegado al envero, deben detener su crecimiento (se debe observar su ápice por debajo de la última hoja formada). De no existir una fertilización adecuada, se pueden generar competencias entre las distintas partes de la planta que perjudican, sobre todo, al fruto. Dicho crecimiento se puede graficar mediante una curva “doble sigmoide”, que representa las tres etapas del crecimiento de la baya.

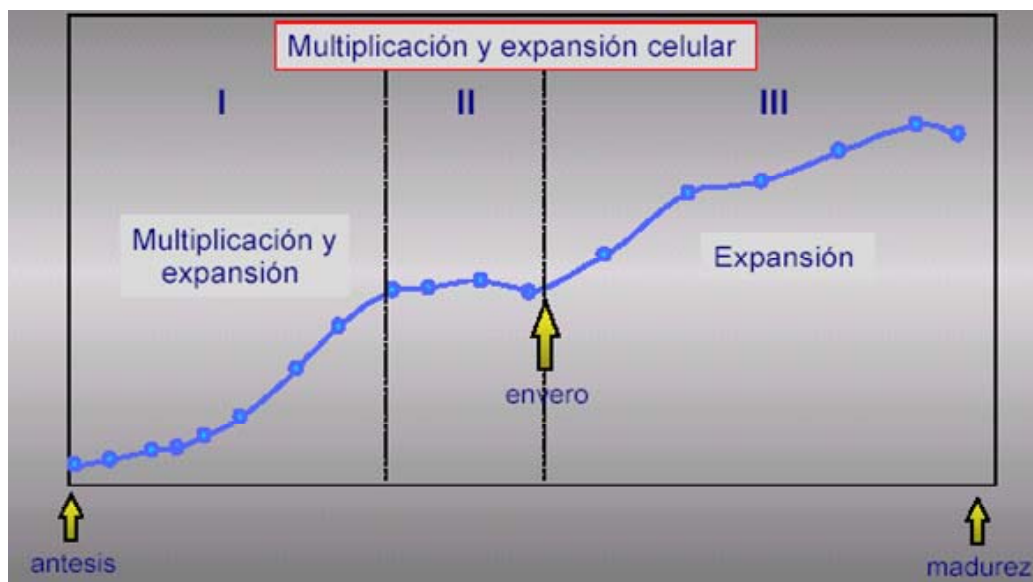
Etapas I. Se produce una rápida multiplicación y división celular, comienza a incrementarse la concentración de ácidos orgánicos y se forma el pericarpio y semilla. Esta etapa es variable y puede durar de 30 a 40 días. **Etapas II.** Se produce una ralentización del crecimiento del pericarpio, y hay una maduración de la semilla. Se genera la máxima concentración de ácidos orgánicos. Esta etapa, puede durar entre 7 y 40 días y define si una variedad es temprana o tardía. **Etapas III** o envero. Comienza a producirse el ablandamiento del fruto, cae la concentración de ácidos orgánicos para producir azúcares, hay degradación de clorofila e incremento de sustancias colorantes. Esta etapa culmina con la cosecha del fruto y durante ella adquiere las cualidades óptimas de acuerdo al destino (consumo en fresco, pasa o vinificación).

En todas estas etapas, se debe tener presente los requerimientos nutricionales, que van a permitir, mayor calidad y producción, en el presente ciclo y en ciclos futuros.

Una fertilización incorrecta durante cualquier de estas tres etapas, no solo crearía desórdenes fisiológicos, sino que podría generar competencias vegetativas /

reproductivas, lo cual afectaría la calidad de los frutos y favorecería el ataque de plagas y enfermedades.

Curva de crecimiento de la baya de vid



Otros factores que influyen en la absorción de los nutrientes.

Edad: Las plantas jóvenes, absorben menor cantidad de nutrientes, ya que tienen una estructura reducida y poca o ninguna fructificación. A su vez, en estas plantas, su sistema radicular es pequeño y poco eficiente, por lo que se aconseja, hacer pequeñas aplicaciones de nutrientes vía suelo, en alta frecuencia, para mejorar su aprovechamiento.

Extracciones de macronutrientes de un viñedo joven hasta el quinto año desde su plantación (kg/ha).

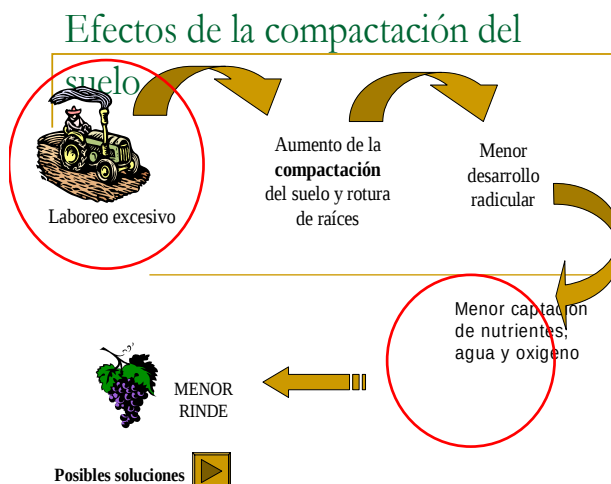
Nutriente	1er año	2° año	3er año	4° año	5° año
N	4,5	16,5	22,6	39,9	48,2
P	0,6	2,3	3,5	6,0	7,4
K	5,7	23,4	34,5	60,3	71,7
Ca	14,7	18,5	36,0	63,6	85,8
Mg	2,4	3,8	6,9	12,2	15,8
S	2,0	3,5	5,4	10,5	12,6

Cuando se trata de plantas adultas, menores de 20 años, solo hay que lograr el equilibrio entre, lo que la planta produce, lo que el suelo aporta y lo que el hombre debe incorporar artificialmente. Hay tabulaciones que nos sirven como guía o referencia, de acuerdo a la capacidad productiva de la cepa.

Si las plantas son mayores a 25 años, se hace necesario invertir mayor cantidad de energía para mantener los mismos niveles productivos. Por ello, los costos en fertilizantes aumentan, y los rindes comienzan a decaer, hasta llegar a un punto en que

estos dos parámetros disminuyen la rentabilidad a niveles tan bajos que indican el momento de erradicar el cultivo.

Compactación: es muy común, que en suelos pesados y con exceso de labranza, los mismos se tornen compactos, perjudicando el normal crecimiento radicular, debido a que a las raíces, les cuesta penetrar en el perfil, provocando menor captación de nutrientes. Trabajando el suelo, con la humedad justa (margen friable), y haciendo labranza mínima, se reduce la compactación y por lo tanto se mejora el desarrollo de raíces.

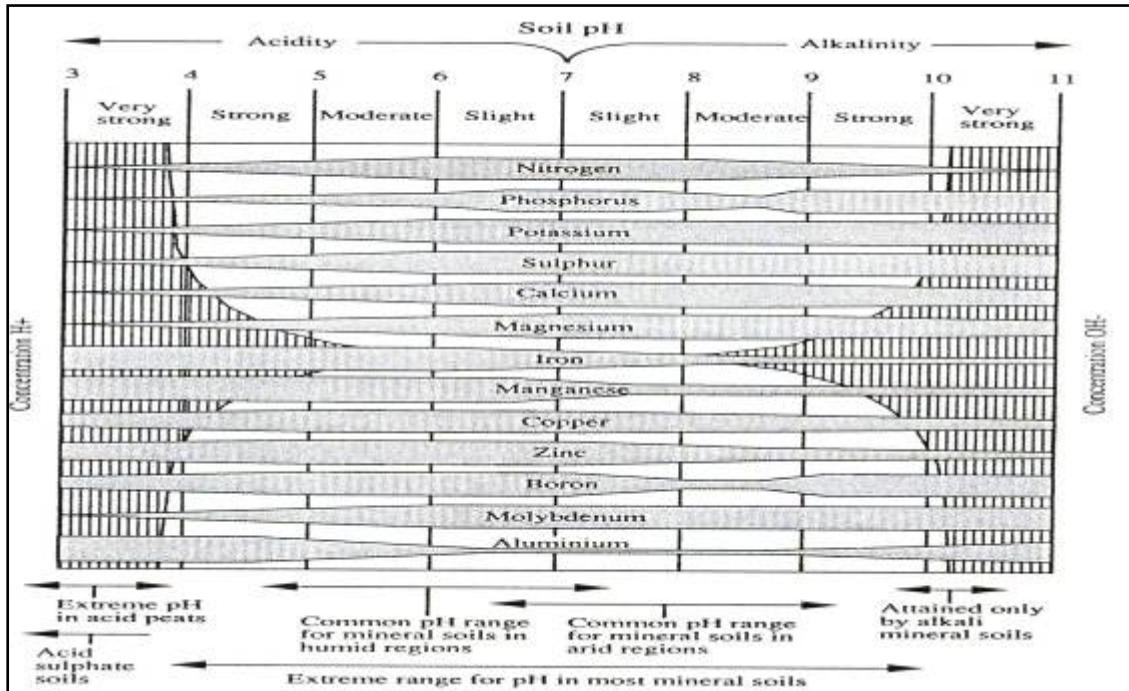


En torno al tema de labranzas, cuando las raíces son superficiales (caso de texturas arcillosas y/o con limitantes en profundidad), hay un perjuicio adicional, y es que las jóvenes raicillas son dañadas, por acción mecánica, afectando la absorción de agua y nutrientes.

Napa freática: el agua de riego penetra en el suelo y ocupa todos los espacios libres, macro y micro poros, desplazando al aire. El agua que ocupa los espacios grandes desciende a través de ellos por su propio peso, hacia el subsuelo hasta encontrar las aguas subterráneas o algunas limitantes que le impidan el descenso. Si dicha agua desciende a grandes profundidades constituye el drenaje por el cual se elimina el exceso de agua. De este modo los macro poros quedan ocupados nuevamente por el aire. Cuando este descenso es interrumpido, el suelo se satura, (es cuando el agua ocupa todos los poros) en forma prolongada o permanente. Esta situación provoca un nivel freático cercano a la superficie, impidiendo el normal desarrollo de las raíces debido a que se genera asfixia o anoxia radicular.

Además en el suelo, los micro poros actúan como pequeños tubos capilares, que por acción de tensión superficial, hacen que el agua ascienda hacia las capas más superficiales de la tierra. El agua, en dicho sector, por un proceso de evaporación, va descargando las sales que en ella se encuentran disueltas y como resultado se origina la salinización por presencia de napa freática cercana a superficie. La salinidad en los suelos, es un factor que provoca la caída de los rindes y, cuando es muy elevada, hace imposible el cultivo.

pH: varía según la composición del suelo, el tipo de plantas que en él hayan crecido, el clima y la roca madre que le dio origen, entre otros. Son muchos los factores que hacen que el pH de un suelo varíe. La absorción de nutrientes, depende en gran medida del pH, ya que cada uno de estos se encuentra disponible para la planta en un rango acotado. En caso de existir un suelo, no comprendido dentro de los límites de la neutralidad (6 - 7), habría nutrientes no disponibles, es decir, a pesar de que estén en el suelo, la raíz no puede absorberlos.



Influencia del pH en la disponibilidad de nutrientes para las plantas

Materia Orgánica: ya sea de origen vegetal o animal, su aporte mejora las propiedades físicas y químicas del suelo: textura, estructura, aireación, condiciones de drenaje, infiltración, pH y además, mejora la actividad biológica. Los restos orgánicos que ingresan al sistema, pueden seguir dos procesos “humificación y mineralización”. En la humificación se forman ácidos orgánicos con propiedades coloidales, por lo que se asocian a las arcillas del suelo, formando complejos que ayudan a la estructuración del perfil. La mineralización es un proceso por el cual la materia orgánica se transforma en minerales, liberando nutrientes al medio. Ocurre cuando existe en el perfil humedad suficiente y no excesiva, buena aireación y elevadas temperaturas.

Movimiento de los nutrientes en el suelo.

Flujo masal: es el movimiento de nutrientes solubles con el agua del suelo. La planta crea un gradiente de potencial, entre las hojas y las raíces, que permite que el agua que circula por el suelo sea absorbida y con ella los nutrientes que contiene. Ejemplo: nitrógeno y potasio.

Difusión: los iones que se encuentran en solución se mueven respondiendo a un gradiente, desde los sitios de mayor a menor concentración. Un ejemplo de este caso es el Potasio. Es a corta distancia y ocurre alrededor de las raíces.

Intercepción radical: la raíz, a medida que va creciendo, en su camino “intercepta” nutrientes que absorbe. Es el caso del P, que tiene muy baja movilidad en el suelo.

Los nutrientes: Origen, funciones y síntomas de carencia.

Nitrógeno.

La mayor parte del nitrógeno original en el suelo, proviene de la descomposición de la materia orgánica, tales como la vegetación y microorganismos de la tierra. A diferencia de otros nutrientes no hay nitrógeno derivado del suelo.

El nitrógeno del aire puede también ser fijado por ciertos microorganismos de los suelos y por bacterias, que forman nódulos en las raíces de plantas leguminosas. El agua de lluvia y la de pozos, son fuentes adicionales de nitrógeno.

La mayoría de los compuestos de nitrógeno en el suelo son eventualmente convertidos a la forma de nitratos por organismos de la tierra (Nitrobacter). Los nitratos son solubles y se mueven libremente en la zona de raíces al suministrarseles agua. Por lo tanto el exceso de ésta produce lixiviación (lavado) por debajo de la zona de exploración radicular.

El nitrógeno es el elemento más necesario en los viñedos. Las plantas usan nitrógeno para formar proteínas que integran la parte viva básica de la célula (protoplasma). Es un importante constituyente de los aminoácidos, lecitinas y clorofila, conforma enzimas, es parte de las moléculas de hormonas, ayuda al desarrollo y actividad de las raíces. Es así que una deficiencia puede retardar el crecimiento y producir una acumulación de reservas de carbohidratos en la planta. Un exceso de nitrógeno puede contribuir a un gran crecimiento y a una reducción de acumulación de carbohidratos.

Del total de nitrógeno que posee el perfil, el 95 %, se encuentra de forma orgánica, y solo un 5 % o menos de forma inorgánica.

Asimilación.

Las raíces absorben nitrógeno en forma de amonio o de nitrato. Sin embargo la vid, absorbe la mayoría del nitrógeno como nitrato y lo transporta en esa forma hacia las hojas, donde es transformado en compuestos nitrogenados.

Los aminoácidos son la forma más importante de acumulación de nitrógeno en las vides. De todos estos, la “Arginina” responde por el 50 al 90 % del nitrógeno soluble en las raíces, tronco y tallos durante el otoño y el invierno.

Síntomas de deficiencia de Nitrógeno.

Los síntomas de una deficiencia de nitrógeno no son fácilmente reconocibles hasta que la misma es severa. Se manifiesta en un color uniforme de verde pálido o amarillento en las hojas y en la reducción de crecimiento de los sarmientos. Un viñedo escaso en nitrógeno, solamente muestra un vigor reducido. Se debe tener en cuenta que problemas de raíces y suelo, tales como filoxera, compactación, exceso de riego, etc., pueden también contribuir a un bajo crecimiento de la vid, donde el nitrógeno no es el factor limitante.



Síntomas de exceso de Nitrógeno.

Estos síntomas son más claramente definidos, que en el caso de déficit. Un exceso de nitrógeno puede afectar la producción, el follaje es excesivo y de color verde oscuro. El vigor también es excesivo. Los sarmientos tienden a tener entrenudos más largos y a ser achatados.

Debido al sombreado y al crecimiento continuo, la mayoría de los brotes son inmaduros. Los brotes fértiles pueden ser menos. Esto es sobre todo debido a la elevada proporción de sarmientos sombreados en una densa canopia de hojas durante el desarrollo y diferenciación de las yemas, se producen fallas en brotación, bajo porcentaje de bayas, mayor susceptibilidad a enfermedades como Oídio y podredumbre de los racimos. Además puede haber desórdenes fisiológicos como baya blanda y palo negro. Cabe aclarar que esta disminución de granos, está asociada a un exceso de vigor más que a un efecto directo de la toxicidad del nitrógeno.



Esta falta de cuaje, por elevado contenido de nitrógeno en la planta, no debe confundirse con los efectos de tiempo muy fresco o repentinos calentamientos durante la floración, ni con enfermedades virósicas, ni con deficiencia de zinc o boro.

Toxicidad con nitrógeno

En caso de exceso de nitrógeno las hojas afectadas son las más viejas. Poseen un verde intenso y pueden tener manchas lustrosas en la cara superior. Compuestos de proteína exudan de los poros en los bordes de las hojas, dejando un depósito blanco y en casos severos, parte de los bordes y a veces hojas enteras se amarronan y mueren.



Fuentes de Nitrógeno.

- Sulfato de amonio (21 % de N): de reacción ácida. Ideal para suelos alcalinos. No deseable para suelos muy ácidos. Necesita una rápida incorporación.
- Nitrato de amonio (33 % de N): la mitad inmediatamente disponible. La otra mitad se retrasa. No necesita una rápida incorporación, si un inmediato riego.
- Urea (46 % de N): alto % de nitrógeno, necesita una inmediata incorporación al suelo o riego para evitar pérdidas en el aire.
- Solución UAN (32 % de N): tiene las ventajas de la urea y del nitrato de amonio y debe ser introducida debajo de la superficie para evitar pérdidas en el aire.

Abonos verdes.

Leguminosas. Un abono verde invernal de leguminosas raramente fija más de 20 kg de nitrógeno atmosférico por ha. el costo del cultivo de este abono, puede ser mayor que la misma cantidad de nitrógeno en fertilizantes químicos. Lo que si hace un abono verde es mejorar la composición físico-química del suelo facilitando la penetración del agua y aumentando la disponibilidad de nitrógeno. Además se produce una liberación gradual de nitrógeno disponible desde la materia orgánica en descomposición hacia las raíces. También en un suelo arenoso, esta liberación gradual, es más deseable ya que el Nitrógeno es fácilmente lixiviable.

Otras fuentes de nitrógeno orgánico.

En el estiércol de cabra, bovinos, caprinos, etc. El contenido de nitrógeno varía dependiendo de la fuente, método de manejo, humedad, etc. El estiércol debe ser enterrado en el suelo inmediatamente después de su aplicación para disminuir las pérdidas de nitrógeno. El orujo de uva, actúa en forma similar al estiércol.

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente	< de 500 ppm
Adecuado	de 500 a 2000 ppm
Excesivo	> a 2000 ppm

Fósforo.

Originalmente el fósforo proviene de la apatita que es rica en fósforo y se encuentra en las rocas ígneas. Puede ser la fluorapatita o la hidroxiapatita.

En el suelo se encuentra en su mayor parte en la fase sólida, como fosfato de calcio, hierro y aluminio. Una pequeña parte está en la solución del suelo como ortofosfato. Su disponibilidad está muy asociada a los pH del suelo, su máxima absorción es entre 6 y 7 de pH.

El fósforo es poco móvil en el suelo, es por eso que las fertilizaciones deben realizarse en profundidad cerca de las raíces.

Una vez en la planta el fósforo se moviliza rápidamente y puede ser transportado desde los tejidos viejos para activar aquellos en crecimiento. Su principal papel es el de servir en el metabolismo energético de la planta, al formar parte de los ácidos nucleicos (ATP). Por ello es requerido en todos los procesos biológicos básicos.

Cuando falta fósforo en las plantas, las hojas se tornan verdes oscuras, presentan una coloración rojiza o púrpura en bandas, los tallos son delgados y cortos. Las plantas se vuelven más propensas a sufrir por falta de agua, ya que desarrollan un sistema radicular muy pequeño.

Fuentes de fósforo.

Superfosfato triple de calcio (46 % de P): de reacción ácida.

Fosfato diamónico (18 % de N y 46 % de P): de residuo alcalino.

Fosfato monoamónico (10% de N y 52 % de P): residuo ácido.

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente < de 0.15 %

Adecuado > a 0.15 %

Potasio.

La mayor parte del potasio en los suelos proviene de minerales, especialmente micas y feldespatos. Estos minerales son ligeramente solubles. La meteorización hace que el potasio sea gradualmente solubilizado y llega a estar disponible para la planta como iones de carga positiva. Una cantidad elevada se encuentra en los suelos pero la mayoría está como compuestos relativamente insolubles, por eso es más importante tener en cuenta el potasio disponible que el total. Los suelos arcillosos tienen mayor proporción de potasio que las arenas (4-0.15 %). Cuando se aplica al terreno fertilizantes con potasio parte es fijado a compuestos de lenta disponibilidad el cual es prontamente atraído a la superficie de la arcillas y reemplazando al Na/Ca y algunos otros elementos. Es por eso que el potasio fijado puede moverse lentamente en el terreno y su velocidad depende de la naturaleza del complejo coloidal.

Los niveles de potasio, son generalmente mayores en la capa superior. Por eso es fácil que se produzcan deficiencias en tierras niveladas donde el subsuelo menos fértil queda expuesto.

Rol del Potasio.

No se conoce mucho acerca de la función del potasio en la vid, pero las plantas necesitan potasio para la formación de azúcares y almidones, para la síntesis de las proteínas y para la división de las células. Activa ciertas enzimas, incrementa el contenido de aceites en algunas frutas y contribuye al vigor. Actúa en el mecanismo de apertura y cierre estomático manteniendo la turgencia celular. Plantas con una adecuada nutrición de potasio reaccionan rápidamente cerrando sus estomas para reducir la transpiración de las plantas provocando un efecto notable sobre la resistencia a la sequía.

En la planta tiene alta movilidad. La demanda de potasio es elevada, con valores similares a los del nitrógeno.

Síntomas de deficiencia del potasio.

Los síntomas en las hojas, comienzan a notarse a principios de verano y son vistos primero en las partes medias de los tallos. Una decoloración comienza en los márgenes o bordes externos. Si la deficiencia continúa, el amarillado progresa entre las áreas de las nervaduras principales dejando la parte central verde. Las hojas por encima y por debajo de la sección media son afectadas a medida que la estación avanza, hasta que muchas muestran síntomas en la época de cosecha. Si el déficit de potasio es moderado no aparecen síntomas hasta fines del verano. Cuando el déficit es severo el crecimiento de los brotes es muy reducido y las muestras de deficiencia, pueden presentarse en casi todas las hojas antes de floración. El follaje puede caer prematuramente, sobretodo si la producción es elevada y como consecuencia de ello la fruta puede no llegar a desarrollar naturalmente su color o madurez.

Estas deficiencias son raras en zonas áridas, solo se han observado síntomas en explotaciones agrícolas de alta productividad o en suelos con altos contenidos de cuarzo.

Los síntomas de deficiencia de potasio pueden ser confundidos con aquellos provocados por estrés por humedad, con la diferencia de que este estrés produce una quemazón en la generalidad de las hojas. Una capa freática elevada durante la primavera puede producir síntomas típicos de deficiencia de potasio. En general, condiciones que reducen la eficiencia del sistema de raíces, ocasiona la aparición de este tipo de síntomas. La falta de potasio produce debilitamiento de la cepa, mal agostamiento de la madera, disminución de la producción y baja calidad de las uvas por una menor acumulación de azúcar.



Síntomas de deficiencia de potasio en dos estados diferentes

Fuentes de potasio.

Cloruro de potasio (ClK) 52 % de K. Puede generar problemas de intoxicación con cloro a altas dosis y sobre todo en suelos pesados de bajo drenaje.

Sulfato de potasio (SO_4K_2) 43 % K.

Nitrato de potasio (NO_3K) 36.5 % de K.

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente < de 1 %

Adecuado > a 1.5 %

Calcio.

Interviene en el crecimiento y división celular. Forma compuestos que son partes de las paredes celulares (fortalece la estructura, disminuye la sensibilidad a las infecciones fúngicas, da firmeza a los frutos). Estimula el desarrollo de raíces y brotes.

En suelos, normalmente se encuentra como feldespatos, calizas, apatitas y otros compuestos de fósforo de la fracción mineral. En zonas áridas se acumula en el perfil y a veces forma capas u horizontes. Tiene alta movilidad por flujo masal, en suelos ácidos.

Síntomas de deficiencia.

Su redistribución en la planta es “baja”, por lo tanto sus síntomas de deficiencia se observan en hojas jóvenes. Produciendo una clorosis marginal internerval, seguida por necrosis por puntos cerca del borde y luego entre los nervios. Las hojas se abarquillan hacia arriba y se produce una desecación de los ápices vegetativos.



Síntomas de deficiencia de calcio en vid

Fuentes de Calcio.

Cloruro de calcio Cl_2Ca

Nitrato de calcio $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$

Óxido de calcio CaO

Se suele aplicar Ca al suelo, como nitrato de calcio $(\text{NO}_3)_2\text{Ca}$, y/o en cuaje o al momento de llenado de grano vía foliar en dos o más aplicaciones.

Magnesio.

Es constituyente de la molécula de clorofila, por lo tanto es indispensable para todos los procesos metabólicos que la requieran, por ejemplo, la fotosíntesis. El magnesio también activa muchas enzimas requeridas para el proceso de crecimiento.

Los suelos poseen normalmente altos niveles de magnesio disponibles, derivado de la meteorización de varios minerales incluyendo la biotita, dolomita y serpentina. Las plantas lo absorben como ión magnesio. La deficiencia de magnesio es común y se presenta en suelos muy arenosos y de baja capacidad de intercambio. También aparece en suelos calcáreos con altos contenidos de carbonatos de calcio (CO_3Ca) o en suelos sódicos.

Este elemento, compite con el Ca y el K para entrar en el vegetal. De esto se deduce que en suelos con altos contenidos en K o Ca, se puede generar un desequilibrio fisiológico. Las relaciones K/Ca (0.34 -0.56), K/Mg (4 -7) o K/Ca + Mg (0.31 - 0.45), indican rangos normales. En zonas áridas, su disponibilidad es media.

Síntomas de deficiencia.

En la planta tiene alta redistribución, por lo tanto sus síntomas de carencia, se observarán en hojas adultas. Los síntomas del déficit de magnesio, comienzan con clorosis de las hojas basales y progresa hacia las hojas jóvenes. Dicha clorosis comienza cerca del borde de la hoja y avanza hacia adentro entre las nervaduras principales y secundarias. Una franja de color verde normal permanece a lo largo de las nervaduras. Si el déficit es intenso la clorosis es seguida por necrosis del borde de las hojas. Estos síntomas se manifiestan por lo general antes del envero.



Síntomas de deficiencia de magnesio en un estado inicial y otro más avanzado.

Fuentes de magnesio.

Sulfato de magnesio (SO_4Mg).

Cloruro de magnesio (Cl_2Mg)

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente < a 0.3 %

Adecuado > a 0.3 %

Hierro.

Es portador de oxígeno, por lo tanto interviene en la cadena de transporte electrónico de la fotosíntesis y respiración, y por ello clave para la vida de la planta. Es un catalizador que ayuda a la formación de la clorofila y de sistemas enzimáticos respiratorios. Interviene en el metabolismo del nitrógeno

El hierro se encuentra en el suelo como óxidos, hidróxidos y fosfatos. Así como en la estructura cristalina de los minerales arcillosos y en algunos silicatos. Pequeñas cantidades de hierro son liberadas a través de la mineralización y son absorbidas por las raíces en forma iónica (Fe^{2+}) o como sales minerales complejas. La deficiencia está principalmente relacionada a las condiciones de suelo que limitan la asimilación del hierro por las raíces, más que al nivel total de hierro en el suelo. Estas condiciones se encuentran usualmente en suelos con altos contenidos en fosfatos o en calcáreos. Suelos pesados, escasamente drenados y fríos, están más expuestos al déficit. Deficiencias son encontradas generalmente durante períodos fríos y húmedos en el transcurso de la primavera, pero períodos cálidos hacia fines de la misma, pueden provocar un rápido crecimiento de los brotes y dar por resultado un déficit de hierro. Dicha condiciones son generalmente temporales y las cepas se recuperan en 2 a 4 semanas.

Síntomas de deficiencia:

Los síntomas de deficiencia, aparecen primero como un amarillamiento entre las nervaduras de hojas jóvenes en rápido crecimiento, produciéndose una hoja de color amarillo pálido con una red de nervaduras verdes. Si la deficiencia se incrementa, una parte mayor de las hojas se vuelve amarilla y finalmente blanca. Áreas severamente cloróticas se vuelven pardas o necróticas. El crecimiento de los tallos se reduce, afecta a las flores, estructura del ráquis y el crecimiento de la fruta en dichos tallos puede ser pobre. Los análisis de suelo y de tejido, no han sido encontrados útiles en el diagnóstico, porque los niveles de hierro encontrados en el suelo y en la planta no se corresponden con la ocurrencia del déficit. El déficit del hierro está considerado como el más difícil de corregir de todos los problemas nutricionales en las plantas y las vides no son excepciones.



Fuentes de hierro

Sulfato ferroso (SO_4Fe)

Quelatos de hierro

Interpretación de análisis de laboratorio de hoja completa, en época de floración.
(Ibachea, 1993)

Deficiente < de 30 ppm

Suficiente > a 30 ppm

Zinc.

Es necesario para la formación de auxinas, la elongación de los entrenudos y formación de los cloroplastos y almidones. En las uvas el zinc es esencial para el normal desarrollo de las hojas elongación de los brotes, producción de polen y completo desarrollo de los granos.

El zinc se encuentra en mínimas cantidades en todos los suelos, forma parte de compuestos ferro-magnesianos sales y óxidos.

El zinc está menos disponible en suelos con un pH mayor de 6. A valores de pH menores el nutriente llega a ser más soluble y aprovechable. Todo el zinc en el suelo llega a ser fijado a un pH de 9. Suelos con elevados contenidos de Mg tienen baja disponibilidad de Zn. Los suelos con altos contenidos de fosfatos, también pueden fijar el Zn en una forma no aprovechable. Se observan síntomas de deficiencia en terrenos arenosos. La aplicación de altas dosis de nitrógenos puede acentuar la deficiencia de zinc al estimular el crecimiento total de la vid y aumentar la necesidad de zinc, más allá del suministro disponible.

Síntomas de deficiencia.

Los síntomas se pueden observar en el follaje y en los frutos.

Follaje: Los síntomas foliares de mosaico, usualmente aparecen a principios del verano. Las hojas se amarillean mostrando las nervaduras de color verde oscuro. Aun las más finas, mantienen un borde color verde de ancho uniforme. En contraste con las hojas normales, las afectadas tienen lóbulos basales no desarrollados, el seno superficial, mostrando pocos o ningún diente. Los tallos pueden ser poco desarrollados (entrenudos muy cortos), teniendo hojas escasamente espaciadas, pequeñas y deformadas.

Fruto: Puede afectar seriamente el cuajado y desarrollo de los granos. Esto genera una producción reducida o una baja aceptación en las uvas de mesa. Vides deficitarias en zinc, tienden a producir racimos ralos y generalmente varían desde un tamaño normal hasta muy pequeños. En variedades con semilla los granos pequeños tienen menos semillas que los normales, llegando a no tener ninguna en los más pequeños. También estos granos pequeños a menudo permanecen duros y dejan de madurar.



Síntomas de deficiencia de zinc en hojas



Síntomas de deficiencia de zinc en racimos

Fuentes de zinc.

Sulfato de zinc (SO_4Zn)

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente < a 26 %

Adecuado > a 26 %

Boro.

El boro es asimilado por las plantas como borato y actúa en la diferenciación de las nuevas células (meristemáticas), es determinante para el desarrollo de semillas y frutos. El boro interviene en una larga lista de funciones tales como transporte de azúcar, síntesis de pared y membrana celular, lignificación, metabolismo de carbohidratos, metabolismo de ácidos ribonucleicos (ARN), respiración, metabolismo del ácido indol acético (AIA), metabolismo de fenoles, etc. Participa en la formación del floema, desarrollo de frutos, flores y raíces, germinación del grano de polen, crecimiento del tubo polínico y absorción de agua.

En el suelo se encuentra en forma de borosilicatos, los cuales son resistentes a la meteorización, por lo tanto se liberan muy lentamente. Una gran parte de este boro se encuentra unida a la materia orgánica y/o a las arcillas del suelo por formación de complejos o adsorción aniónica. Por lo tanto es menos lixiviable que otros nutrientes neutros o cargados negativamente. Por este motivo los suelos arcillosos necesitan dosis más ajustadas de fertilización. Suelos arenosos, con buen drenaje son propensos a tener síntomas de déficit de boro. La cantidad disponible decrece con el incremento del pH, así agregados de cal a suelos ácidos, puede inducir una escasez temporal. El boro es único entre los micronutrientes, debido a que existe una estrecha diferencia entre déficit y exceso. Una ppm en la solución en el suelo es lo que necesita para ser suficiente y varias ppm pueden ser tóxicas.

Síntomas de deficiencia.

El boro es poco móvil en la planta, por lo cual los síntomas de deficiencia aparecen en los puntos de mayor demanda.

Los síntomas de déficit de boro son complejos y dependen de la gravedad y época del año durante la cual ocurre. Generalmente el déficit de boro puede ser separado en dos categorías una a comienzo de primavera (temporaria) y la otra desde principios a mitad de verano. A comienzo de primavera los síntomas se manifiestan a

través de un crecimiento escaso y deformación de los brotes los cuales son pequeños debido al acortamiento del entrenudo. Las hojas pueden mostrar una clorosis entre las nervaduras y el aserrado del borde de las mismas es irregular. Los síntomas en los frutos pueden manifestarse a través de racimos secos hacia la época de floración. Los racimos pueden dar numerosos y pequeños granos sin semilla que logran madurar. Los granos pequeños, causados por un bajo contenido de boro, a diferencia de los granos normales, que son ovales o elongados, son bien redondos o algo achatados, asemejándose a un pequeño tomate. Los síntomas en hojas están siempre acompañados por síntomas en frutos.



Síntomas de deficiencia de Boro en racimo y brote

Fuentes de boro.

Borax (34 % de B_2O_3).

Ácido bórico.

Pentaborato sódico.

Interpretación de análisis de laboratorio de pecíolo, en época de floración. (Christensen, Kasimatis, Jensen 1978)

Deficiente < a 30 ppm

Adecuado > a 30 ppm

Tóxico > a 150 ppm

Exceso de sales

Cloro.

Los suelos salinos limitan el crecimiento de los vegetales, en gran medida debido al efecto osmótico de dichas sales, el cual hace que la captación de las aguas por las raíces sea más dificultosa. Un predominio de cloro en la misma concentración salina, puede producir el quemado de las hojas debido directamente a la toxicidad del mismo. Este quemado, progresa desde el borde amarronándose rápidamente. No hay una clorosis constante como en las deficiencias de potasio y magnesio. Los problemas causados por exceso de cloro están asociados a suelos salinos o con agua de riego de altos contenidos de sales. Otras condiciones que contribuyen al exceso de sales de cloro se deben a una pobre administración del riego, escasa penetración del agua, capas limitantes del suelo o a un elevado nivel freático.

La corrección de los problemas por cloruros, incluye la roturación de las capas limitantes del suelo a través del subsolado, con el objeto de mejorar el drenaje.



Hojas con síntomas de toxicidad por cloro y sodio

Conductividad eléctrica promedio para la zona de raíces.	Efecto sobre la vid.
$< 2.5 \text{ dS m}^{-1}$	La vid no es afectada. La reducción en la producción es menor al 10 %.
$2.5 - 4.1 \text{ dS m}^{-1}$	Puede afectar el crecimiento, reduciendo entre el 25 al 50 % la producción.
$4.1 - 6.7 \text{ dS m}^{-1}$	Marcada disminución del crecimiento. Quemado de hojas y 25 al 50 % de reducción de la producción.
$> 6.7 \text{ dS m}^{-1}$	Efectos graves, extenso quemado de las hojas y posible secado de la vid.

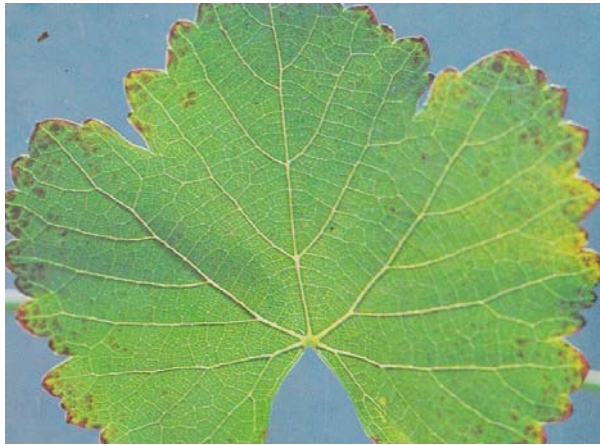
Boro.

Síntomas y efectos.

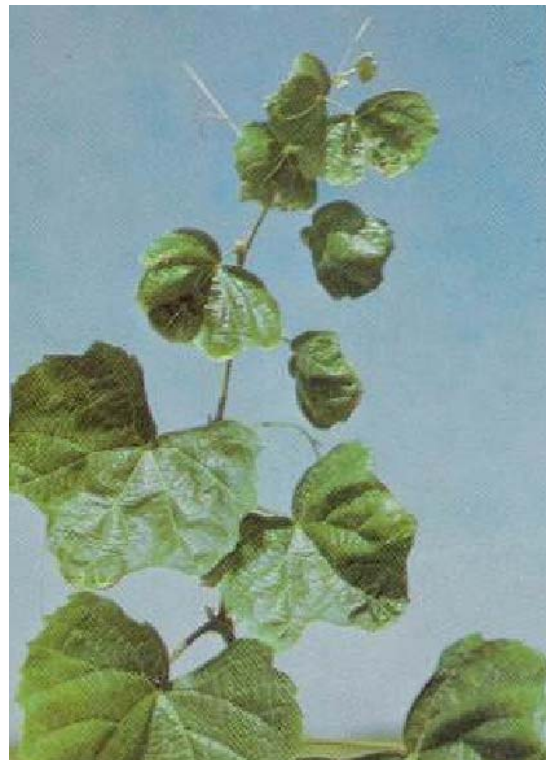
El boro tiende a acumularse en el borde de las hojas, hasta que la concentración, es lo suficientemente alta para ser tóxica a los tejidos. La necrosis aparecen normalmente primero en las hojas más viejas, necrozando los bordes o dientes. Esta necrosis progresa hacia adentro como numerosas manchitas, las que son casi continuas alrededor del margen de la hoja. Estas manchas también avanzan hacia el centro de la hoja entre las nervaduras.

Si este exceso de boro se produce cuando los brotes están creciendo activamente las hojas jóvenes se acopan y arrugan porque la expansión de los bordes disminuye o se detiene y la parte media continúa creciendo.

La vid se encuentra entre las variedades clasificadas como sensibles al exceso de boro. El análisis del agua y suelo a utilizar son un indicador de este riesgo. Tenores de boro superiores a 1 ppm en agua es un factor limitante para su uso.



Síntomas de toxicidad con boro en hojas jóvenes y adultas



Boro del suelo	Toxicidad en vides
0 – 0.5	Ninguna.
0.7 – 1.0	Posible. Muy ligera.
1.0 – 1.5	Ligera.
1.5 – 2.5	Moderada.
2.5 – 4.0	Severa.
> 4	Muy severa.

Diagnóstico del estado nutricional.

Como se dijo en un comienzo las características químicas del suelo pueden ser limitantes para el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Es por eso que el análisis de suelo en laboratorio es utilizado para conocer el nivel de salinidad y fertilidad, lo que ayuda al productor a tomar decisiones sobre la elección de lotes que mejor se adapten a las exigencias del cultivo a implantar y además estimar el tipo y cantidad de fertilizante a aplicar.

El análisis de suelo no es un método absolutamente confiable para determinar problemas nutricionales y requerimientos de fertilizantes, sino, como se dijo nos permite realizar una estimación de las necesidades de nutrientes.

Se elige la unidad de muestreo, de modo tal que resulte homogéneo, descartando zonas cercanas a acequias, drenes o sectores inundados, entrada de potreros o depósitos de estiércol.

Para que el resultado sea representativo de un cuartel, se hace una “elección de puntos de muestreo”, recorriendo un cuartel en cruz, diagonal o zig zag. De todos los puntos seleccionados previamente, se toma una porción de suelo a 0-30 cm o 30-60 cm, de acuerdo a la profundidad en la cual se encuentren las raíces.

Todas ellas se mezclan, y se procede a cuartear (tomar una unidad o porción menor), se etiqueta con todos los datos disponibles y se lleva a laboratorio.

El momento apropiado para ejecutar este tipo de análisis en vid, es en reposo vegetativo.

En laboratorio, de acuerdo a nuestras necesidades, se pueden hacer determinaciones físicas como textura y PEA (peso específico aparente), o químicas como determinación de macro y micro nutrientes, conductividad y pH.

Si por el tipo de flora autóctona presente, se deduce que los suelos son salinos, no se debe solicitar un análisis de fertilidad, hasta tanto sea corregido el nivel de sales.

El análisis foliar o tisular, es un complemento del análisis de suelo, pero a diferencia de este es mucho más confiable y efectivo. El análisis de tejidos pone de manifiesto las concentraciones de nutrientes que la vid es capaz de extraer. Los principales tejidos que se utilizan, son el pecíolo y el limbo.

Esquema de muestreo de suelo

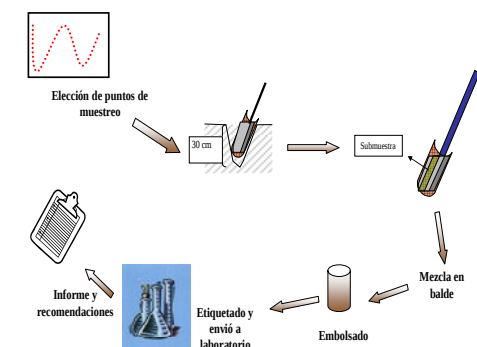
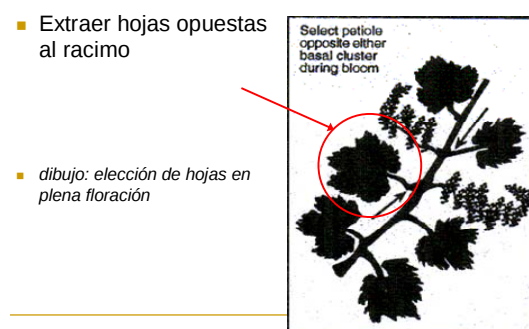


Ilustración del muestreo



Como muestrear un viñedo

El método de muestreo depende del objetivo, que puede ser, la determinación del nivel general de nutrientes o diagnosticar y reparar desórdenes en la vid.

1-En el primer caso se realiza cuando se examinan las necesidades de fertilizantes o cuando se evalúa un programa de fertilización.

Consiste en la extracción y determinación de la concentración de nutrientes minerales de los tejidos de las plantas. Este tipo de análisis permite diagnosticar posibles deficiencias de macro y micro nutrientes.

Época de muestreo

Las muestras se toman durante la época de plena floración (cuando dos tercios de los pétalos han caído).

Parte de la planta y forma de muestrear.

Se usan normalmente los pecíolos opuestos a los racimos. Se elimina inmediatamente los limbos, dejando solo los pecíolos para el análisis.

La muestra debe representar superficies no muy grandes (no más de 5 ha) en viñedos uniformes. Superficies con diferentes tipos de suelo, con plantas débiles o con mucho vigor deben ser muestreadas en forma separada.

Se deben extraer aproximadamente 100 pecíolos por muestra, se colocan en una bolsa limpia y nueva de papel. No se deben usar bolsas plásticas porque condensan la humedad y pueden provocar enmohecimiento. Las muestras, deben ser tomadas de plantas de la misma edad y apariencia, realizando un recorrido en diagonal o en zig zag, alternando hojas ubicadas en distintas orientaciones. En las etiquetas de identificación además de los datos de ubicación y fecha se deben consignar las aplicaciones foliares usadas.

Se envían inmediatamente al laboratorio. En caso de demora mantener las bolsas abiertas para evitar la formación de mohos.

2- En el segundo caso, para reparar desordenes de la vid, las muestras deben ser extraídas cuando una apariencia anormal sea observada. Sin embargo, tanto los síntomas de deficiencia como toxicidad es más común observarlos a media estación o en el tiempo de cosecha. Es así que el muestreo en esta época es muy útil para diagnosticar desórdenes y para rechequear niveles dudosos en la época de floración.

Partes de la planta y época de muestreo en vides afectadas.

Se toma el pecíolo de la hoja recientemente madurada. Esta suele ser la primera hoja expandida (5ª a 7ª), desde el extremo del brote en crecimiento. Se debe muestrear uniformemente en los sectores que se observan síntomas en las hojas, asegurado la extracción de las afectadas. Para comparar se toma en un área no afectada, una segunda muestra de brotes sanos. Los cuidados que se deben tener son los mencionados anteriormente, para muestreo en la época de floración.

Especie	Época	Tejido	Cantidad
Vid	Floración	Pecíolo opuesto al primer racimo del brote central del cargador.	100
Vid	Envero	Pecíolo de la 5ª a 7ª hoja desde el extremo del brote.	100

Interpretación de los análisis de laboratorio

Los análisis dan valores aproximados, basados en informaciones disponibles y están sujetos a cambios si una nueva información así lo indicara, ya que los factores que intervienen en la producción no se comportan de la misma forma en distintas zonas agrícolas.

Con los resultados obtenidos, de los análisis de suelo por cuartel y de los análisis tisulares, teniendo en cuenta la edad de las plantas y el PEA. Luego se calculan los contenidos de nutrientes en la zona de exploración de las raíces, y se resta la cantidad de nutrientes que se extrae por cosecha, dando como resultado lo que se debería agregar en la temporada siguiente.

Bibliografía.

Domínguez Vivan A. Abonos minerales. 1978.

Christensen L.P. Kasimatis A.N. Jensen F.L. Grapevine Nutrition and Fertilization in the San Joaquin Valley. 1978.

Fertilidad de Suelos y uso de fertilizantes. 1999.

Sosa D.H. El boro en los frutales. 2006.

Phillips M. Boro. Revista Fertilizar. Pag 24. 2001.

Babelis G. Fertilización y suelos. 2006.

Mengel K. Kirkby E.A. Principios de Nutrición Vegetal. 2000.

Perez Valenzuela B.R. Edafología en la Agricultura Regadía Cuyana. 1999.

Ministerio de Agricultura Pesca y Administración. Junta de Andalucía. Los Parásitos de la Vid. Estrategias de Protección Razonada. 1998.

Índice

B

Boro origen función y síntomas.....	16
Boro. Excesos de sales.....	18

C

Calcio origen función y síntomas	12
<u>Ciclo de la vid.</u>	3
Cloro. Exceso de sales.	17
<u>Como muestrear un viñedo</u>	20

D

<u>Diagnóstico del estado nutricional.</u>	19
--	----

F

<u>Factores biológicos</u>	3
<u>Factores del medio en que se desarrollan las plantas</u>	1
<u>Factores genéticos</u>	1
<u>Factores varios que influyen en la absorción de los nutrientes.</u>	4
Fósforo origen función y síntomas.....	10

H

Hierro origen función y síntomas.....	14
---------------------------------------	----

I

<u>Interpretación de los análisis de laboratorio</u>	21
--	----

L

<u>La planta, su medio y sus exigencias</u>	1
---	---

M

Magnesio origen función y síntomas.....	13
<u>Movimiento de los nutrientes en el suelo.</u>	6

N

Nitrógeno origen función y síntomas.....	7
--	---

P

Potasio origen función y síntomas.....	10
--	----

Z

Zinc origen función y síntomas.	15
---	-----------