

Fertilización del Cultivo de la Vid

Ing. Agr. Luis F. Gaspar
agroEstrategias consultores

Introducción

Cuando se decide llevar adelante un programa nutricional determinado en un cultivo, el objetivo principal es el de aumentar los rendimientos. Esto es fácilmente cuantificable en cultivos anuales en los cuales las diferencias de rendimiento pueden medirse de un año a otro y así poder evaluar las respuestas a las fertilizaciones practicadas. En cultivos perennes el enfoque con el que se encaran estos programas es un poco diferente, porque además de potenciar la producción de un año, debe contemplarse el mantener equilibrada la planta para poder generar la estructura adecuada para sostener esa producción año a año. Es por ello que la práctica de la fertilización debe ir acompañada con un manejo adecuado de otros aspectos culturales como el riego, la poda y los aspectos sanitarios.

En el caso de la vid, como cultivo perenne, se ajusta a los mismos criterios de manejo pero con un matiz diferente. Es bien sabido que cuando se aumentan los rendimientos, normalmente los mismos se consiguen a expensas de la calidad del producto final y esto en viticultura es muy importante de tener en cuenta, por lo que se ha asumido que mientras menos produzca la planta, dentro de ciertos niveles, mejor, en términos cualitativos. Esto hace que cualquier programa nutricional deba manejarse con más cuidado aún, en pos de mantener esa calidad.

Aún así, la pregunta que podría plantearse es: puede aumentarse los rendimientos sin perder calidad? O mejor aún...pueden aumentarse los rendimientos y la calidad?

El objetivo de este capítulo es sentar las bases para un adecuado manejo nutricional y poder responder a esas preguntas.

Ciclo de Crecimiento de la planta de Vid

Conocer como crece y se desarrolla la planta de vid es el primer paso para entender como actuar sobre ella, y esto es clave para trabajar en nutrición de cultivos.

En la figura 1 se presenta un esquema de la evolución de la tasa de crecimiento de los distintos órganos de la planta de vid a lo largo del ciclo anual.

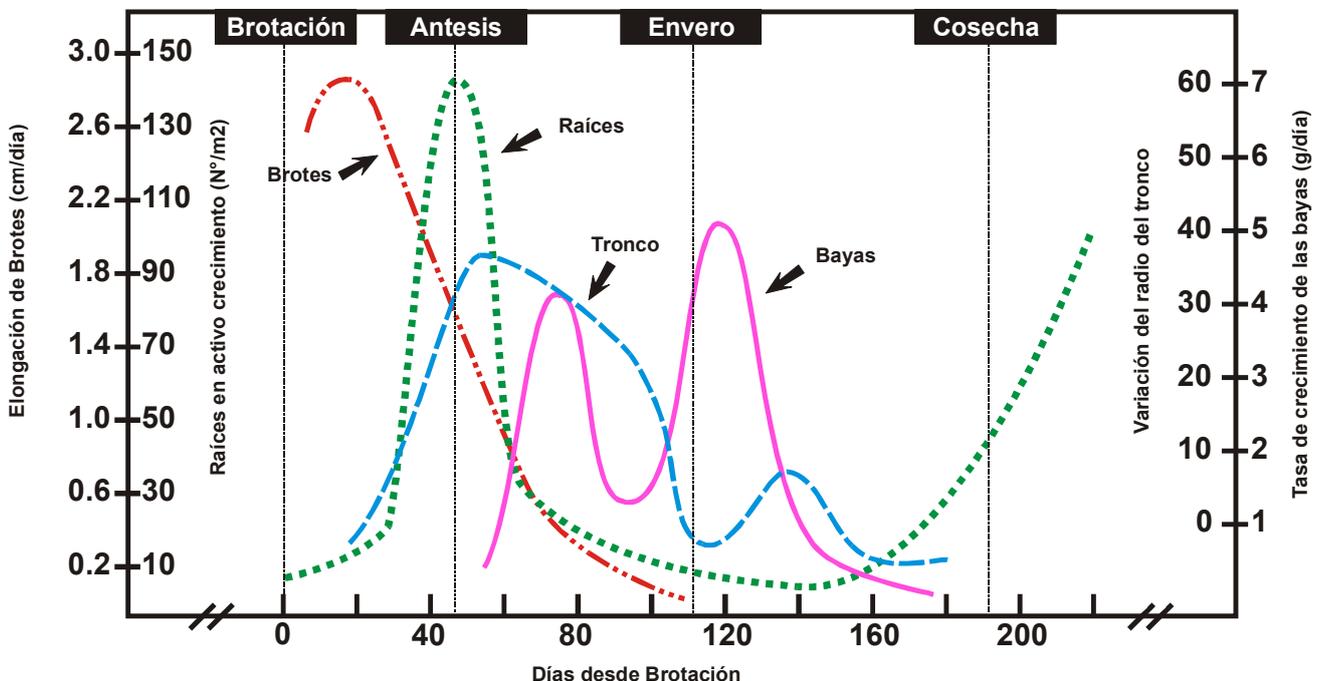


Fig. 1: Tasa de crecimiento de brotes, tronco, raíces y frutos en función del tiempo. Williams & Matthews, 1990.

La brotación ocurre, en promedio, cuando la temperatura media diaria supera los 10°C. El crecimiento posterior dependerá de una serie de factores, tales como los ambientales, culturales y sanitarios.

El número total de brotes que se desarrollarán será función del sistema de poda elegido. En términos generales la acumulación de biomasa en los brotes sigue un patrón lineal desde brotación hasta el cuaje para luego disminuir. La tasa de crecimiento de los brotes es máxima al comienzo del ciclo, alcanzando su pico dos a tres

semanas antes de la floración. Luego decae el ritmo hasta el momento del envero en el que se hace mínimo. A partir de este momento, cualquier crecimiento es indeseable ya que será competidor de los granos, por los azúcares fundamentalmente.

El desarrollo de la canopia y su tamaño dependerá de la tasa de expansión foliar, del crecimiento de los brotes y de las prácticas culturales. Este desarrollo sigue una relación lineal con el aumento de la temperatura desde brotación hasta el inicio del crecimiento de los frutos. También se verá afectada por el marco de plantación elegido, siendo mayor a medida que la proximidad entre plantas aumenta. Aún así, para un mismo cultivar, el comportamiento será diferente de un sitio a otro.

En cuanto al tronco, la tasa de crecimiento alcanza su máximo en antesis, luego decrece, alcanzando un segundo pico de crecimiento después de comenzado el envero. El incremento estacional de crecimiento varía con las condiciones en las cuales se produce dicho crecimiento y con el genotipo.

Con respecto a los cordones, la biomasa particionada dependerá fundamentalmente del sistema de conducción elegido.

Se ha determinado en diversos estudios que el crecimiento de las raíces se da fundamentalmente en dos períodos durante el ciclo anual de cultivo. El primer aumento en el ritmo de crecimiento se produce en la primavera, apenas comenzada la brotación, alcanzando su pico en antesis, momento a partir del cual cae significativamente para volver a retomar el crecimiento sobre el final del ciclo, especialmente después de la cosecha. De todas formas, independientemente del ritmo de crecimiento de las raíces, las mismas, en mayor o menor medida, continúan creciendo durante todo el ciclo de cultivo.

Luego de la antesis, cuando se produce una marcada disminución en el ritmo de crecimiento radicular, comienza una etapa que se caracteriza por una intensa acumulación de azúcares.

Tronco, cordones y raíces forman las estructuras permanentes de la vid, las cuales son fundamentales para entender el aprovechamiento de los nutrientes por parte de la vid, como se verá más adelante.

La vid tiene un comportamiento distinto respecto de algunas especies frutales, en el sentido que en aquella, la antesis se produce luego que ha ocurrido determinado crecimiento vegetativo. A partir de la antesis comienza el crecimiento del fruto, el cual normalmente se ve representado por una curva doble sigmoide.

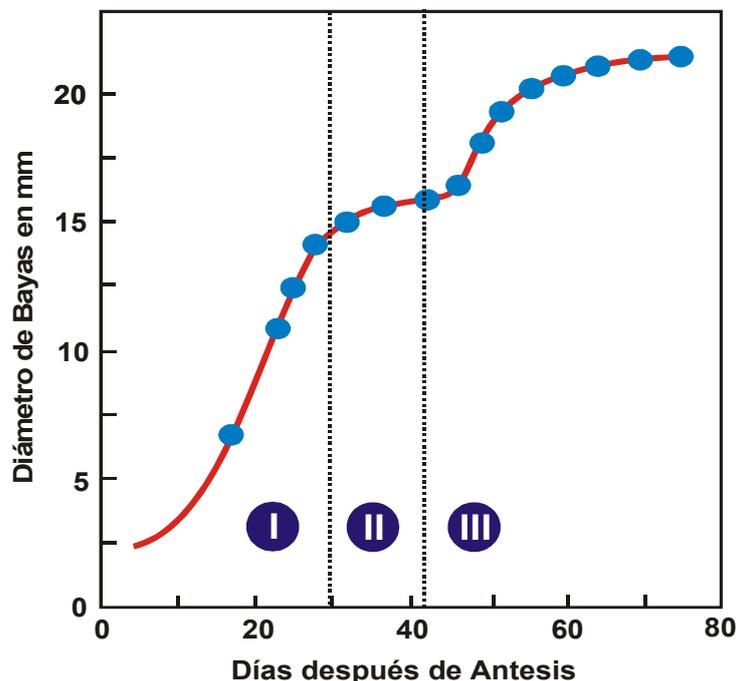


Fig. 2: Evolución del diámetro de la baya de vid.

Matthews et al, 1987

El crecimiento de la baya de la vid se caracteriza en general por presentar tres fases más o menos definidas. Las fases I y III muestran un incremento lineal en el crecimiento, en el tiempo, mientras que en la fase II la tasa de crecimiento es mínima.

La fase I se caracteriza por un crecimiento rápido debido a una activa multiplicación celular. Es decir el crecimiento es por aumento en el número de células.

La fase II se caracteriza por muy poca elongación. Aquí comienza el desarrollo de las semillas.

En la fase III comienza la expansión celular por acumulación de agua y azúcares. El envero comienza con el inicio de la fase III. En esta etapa el crecimiento se produce por aumento del volumen celular.

El peso final de los granos maduros estará determinado por el número de células, el volumen y la densidad de las mismas. Así mismo el número de células a cosecha está influenciado por las condiciones que se desencadenen desde 2 a 3 semanas antes de antesis hasta la primera fase de crecimiento del fruto; y el volumen y densidad de las mismas estará influenciado por lo que ocurra a partir del envero.

Como puede apreciarse en la figura 1, ninguno de los distintos picos de crecimiento, para los diferentes órganos, se alcanza en forma simultánea, por ejemplo: la tasa de lo crecimiento de brotes, tronco y raíces alcanzan sus picos antes de antesis y sobre el final del ciclo. Esto no hace más que indicar que un órgano es competidor, en términos de crecimiento, con otro, por los nutrientes, agua y fotoasimilados, y que una planta equilibrada, estará en condiciones de respetar esos ciclos.

La alternancia que se produce en los distintos crecimientos responde a un equilibrio hormonal interno determinado. Este equilibrio hormonal se establece entre las hormonas promotoras del crecimiento vegetativo (ácido giberélico, AG y ácido indol acético, AIA), hormonas promotoras del desarrollo reproductivo (citocininas, CIT), hormonas promotoras del traslado de fotoasimilados (ácido absícico, ABS) y las hormonas vinculadas a las situaciones de stress (etileno, ETH).

El ritmo en el que se sintetizan estas hormonas, indican que también hay una componente estacional en dicha síntesis, alcanzándose los picos respectivos en forma acompasada con los picos de crecimiento.

En la figura 3 se puede ver un ejemplo de lo mencionado más arriba. El gráfico representa la evolución del contenido hormonal desde el cuaje hasta la maduración de las bayas. Se aprecia como las citocininas (CIT) alcanzan su pico en primer término. Esto se debe a que la floración está íntimamente ligada a la síntesis de esta hormona. Luego se aprecian los picos de giberelinas (AG) y ácido indol acético (AIA) que son aquellos que están vinculados al crecimiento por activa división celular, y corresponden a la fase I del crecimiento de los granos de uva. Finalmente, y una vez que el crecimiento entra en fase II y III, se alcanza el pico del ácido absícico (ABA), en concordancia con el comienzo del envero, esto es con el comienzo de la acumulación de azúcares.

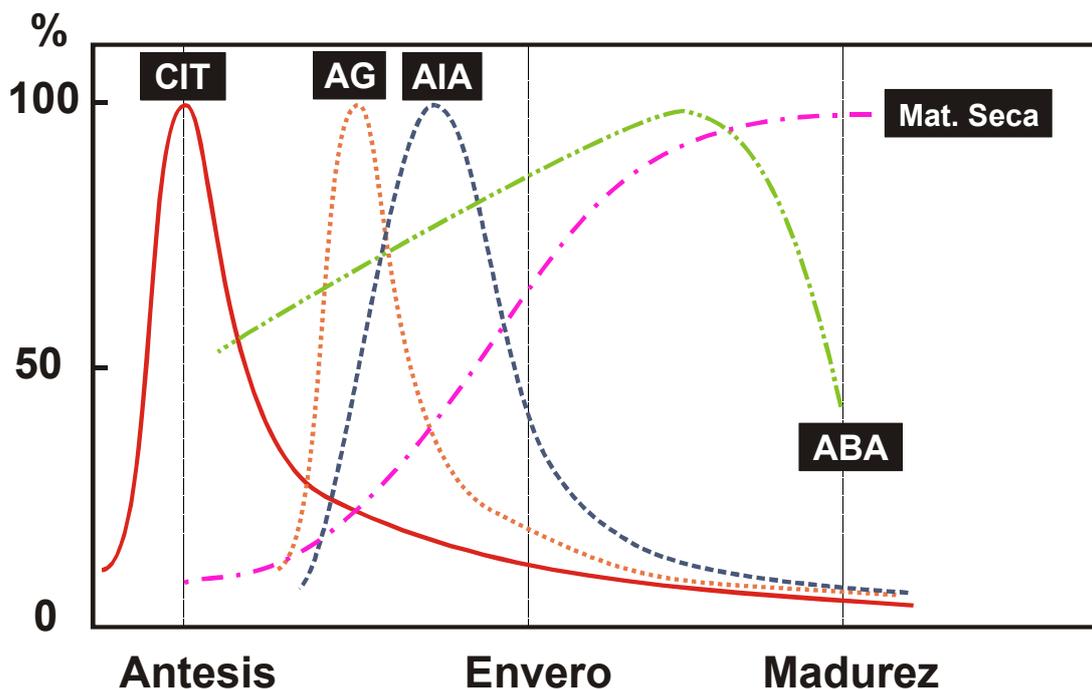


Fig. 3: Secuencia de la síntesis hormonal y acumulación de materia seca en bayas de vid. Jameson & al, 1982

En este complejo esquema, los nutrientes juegan un rol fundamental en la promoción de la síntesis hormonal.

Un manejo tal que origine un desbalance nutricional, redundará en un desbalance hormonal en el cultivo, lo que podría causar algunos desfases en estos crecimientos, pudiendo llegar a competir en un determinado momento, dos o más órganos por nutrientes, agua y especialmente azúcares, con lo que se comprometería tanto el rendimiento como la calidad del producto final.

Requerimientos Nutricionales de la Vid

En la tabla 1 se consignan los requerimientos de nutrientes para producir un quintal de fruta.

Tabla 1: Extracciones promedio por quintal de uva producida.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
kg/qq uva producida						gr/qq uva producida				
0.73	0.20	0.75	0.90	0.15	0.12	5.00	3.20	2.34	3.64	0.91

- Nitrógeno (N):** Es el nutriente motor del crecimiento. Cuando la planta lo absorbe, lo acumula como nitrato en las hojas, y es este nitrato el encargado de motorizar la síntesis del complejo hormonal del crecimiento, cuyo exponente principal es el AIA (ácido indol acético). Así mismo, el nitrógeno es el componente principal de la mayoría de los aminoácidos que integran las proteínas y de la clorofila.
- Fósforo (P):** Es la fuente de energía necesaria para que se produzcan todos los procesos metabólicos en la planta. Los momentos críticos en los que su presencia es fundamental son: floración y cuaje y a partir del envero.
- Potasio (K):** Su rol más relevante lo cumple en todo proceso de traslado de azúcares fotosintetizados. A medida que la planta va fotosintetizando, va acumulando azúcares en las hojas que luego son utilizados para los distintos procesos fenológicos.
- Calcio (Ca):** Es un nutriente muy importante, y tal vez al que menos atención se le presta por considerar a los suelos “supuestamente” bien abastecidos del mismo. Su rol principal está asociado a la síntesis de componentes de estructura de la planta en la forma de pectato de calcio. La demanda de este nutriente es lineal a lo largo de todo el ciclo, puesto que la planta la utiliza durante la etapa de crecimiento radicular, durante la etapa de crecimiento vegetativo, durante la floración y finalmente durante la etapa de crecimiento del fruto. Es fundamental en el balance hormonal: el Calcio es conocido como el nutriente antiestrés, ante la deficiencia la planta altera su comportamiento hormonal, acelerándose los procesos de degradación de tejidos pudiéndose promover, además una mayor susceptibilidad al ataque de hongos.
- Magnesio (Mg):** Cumple, entre otros, tres roles que son fundamentales en la planta. En primer lugar es integrante de la clorofila y por lo tanto fundamental para la fotosíntesis que es lo mismo que decir para la acumulación de azúcares en la planta. Además de favorecer la síntesis de azúcares, interviene en el proceso de traslado de esos azúcares en forma similar al potasio aunque en un segundo plano de importancia. Y finalmente optimiza el aprovechamiento del fósforo dentro de la planta facilitando el desdoblamiento del ATP (fuente de fósforo).
- Azufre (S):** Fundamental para el aprovechamiento del nitrógeno. Una vez que el nitrógeno se acumuló como nitrato en las hojas, debe ser transformado en nitrógeno orgánico (aminoácidos que luego pasarán a proteínas). En ese proceso interviene un complejo enzimático compuesto por una enzima llamada nitrato reductasa, en la que el azufre es uno de sus principales componentes. También forma parte de la síntesis de aminoácidos azufrados (cisteína, metionina), de algunas vitaminas (tiamina, biotina) y de la coenzima A, fundamental para la respiración.
- Hierro (Fe):** Directamente ligado a la fotosíntesis. Participa en la síntesis de clorofila junto con el magnesio. Es fundamental para el aprovechamiento del Nitrógeno, cumpliendo un rol, similar al azufre en este sentido, cómo así también para el aprovechamiento interno del fósforo por parte de la planta.
- Manganeso (Mn):** Es el primer nutriente que interviene en el proceso de la fotosíntesis, permitiendo el desdoblamiento de la molécula de agua encargada de liberar los electrones para que se desencadene el proceso. Sin manganeso la fotosíntesis no se desencadena. Por otro lado tiene propiedades fungistáticas, esto es, en la medida que la planta esté bien nutrida en este elemento, la tolerancia a las enfermedades es mayor.
- Zinc (Zn):** Junto con el nitrógeno son los dos promotores del crecimiento en las plantas al promover también la síntesis de hormonas de crecimiento. Su carencia limita también el desarrollo radicular y ya que son las raíces las promotoras de la floración, en la medida que falte este nutriente ésta se verá perjudicada. También tiene propiedades fungistáticas. Favorece el cuaje de frutos. Promueve la síntesis de proteínas.

- Cobre (Cu):** Fundamental para optimizar el transporte del agua dentro de la planta al potenciar la síntesis de lignina (rigidez de tejidos). En la medida que los tejidos se encuentren lignificados, las pérdidas de agua por transpiración serán menores. Al hacer los tejidos más fuertes por la síntesis de lignina, la planta se vuelve menos susceptible a las enfermedades. Junto con el hierro, el manganeso y el zinc, tiene efectos fungistáticos al promover la síntesis de fitoalexinas, compuestos hormonales sintetizados en la misma planta que actúan contra el ataque de patógenos, en especial hongos y bacterias.
- Boro (B):** Este nutriente cumple varios roles dentro de la planta entre los que podemos citar a los siguientes como los más importantes: junto con el calcio interviene en la síntesis de la pared celular, dándole mayor rigidez a los tejidos; junto con el potasio y el magnesio, completa el trío de “carriers” de azúcares; junto con el zinc, son fundamentales para el cuaje, ya que favorecen el crecimiento del tubo polínico y por lo tanto la fecundación.

Diagnóstico Nutricional

El análisis de suelo es una herramienta muy importante a la hora de decidir un programa de fertilización en vid, especialmente en lo que se refiere al manejo del nitrógeno. Puede ser realizado en dos momentos a tal efecto: en post-cosecha, cuando se va a programar una fertilización de base en otoño, o a la salida del invierno, comienzos de primavera cuando la fertilización se vaya a realizar en ese momento.

Las muestras deben ser representativas del lote o cuartel en cuestión. De acuerdo a la heterogeneidad del suelo, se recomienda que la misma no cubra más de 2 a 3 hectáreas y que al menos se tomen 15 a 20 sub-muestras. La muestra debe conservarse fría para evitar la alteración de los niveles de nitrógeno disponible en suelo, lo que podría provocar un error de diagnóstico. Considerando que todos los nutrientes son igualmente importantes desde el momento que son considerados esenciales para la planta, se aconseja realizar un análisis completo de suelos (macro y micronutrientes), al menos una vez, para conocer cual es la real dotación real de los mismos.

Los suelos en donde se realiza el cultivo de la vid, son típicos de pedemonte, caracterizándose por tener altos pH (por encima de 7,5), bajos materia orgánica y Nitrógeno total, estructuralmente bajos en Fósforo, aunque en algunos casos, a consecuencia de las prácticas de fertilización año a año, suelen encontrarse valores altos, altos en Calcio, relativamente bien provistos de Potasio y Magnesio. Con respecto a los micronutrientes, por los valores de pH, normalmente se encuentran deficientes en Hierro, Manganeso y Zinc. Si bien las aguas de riego suelen tener altos tenores de Boro, en los suelos más arenosos, también se encuentran deficiencias de este nutriente.

Con respecto al análisis de tejido, tanto el análisis de peciolo como el de hoja entera son dos herramientas muy útiles para diagnosticar el estado nutricional del cultivo. Estos se pueden emplear para detectar deficiencias nutricionales durante el ciclo y poder así corregirlas en tiempo y forma.

El análisis de tejidos es muy útil para detectar el estado nutricional al momento de la floración. Para ello se toma una muestra de entre 60 a 80 peciolos correspondientes a las hojas opuestas al primer racimo. Esta muestra debe recolectarse cuando haya caído el 50% de las caliptras. Tener en cuenta al tomar la muestra que la misma debe ser representativa de una misma situación de manejo, por lo que deben tomarse muestra distintas si en un cultivo hay 2 ó más portainjertos diferentes o 2 más variedades. Es fundamental que la muestra se tome año a año en los mismos momentos fenológicos para poder ir comparando la evolución del estado nutricional del cultivo. Si bien se puede realizar un análisis de todos los nutrientes, el análisis de peciolo sirve para ir monitoreando fundamentalmente la evolución del nitrógeno.

Otro momento en el que se puede utilizar el análisis de tejido, de hoja entera en este caso, es a partir del envero, y las hojas muestreadas corresponden a aquellas completamente expandidas, especialmente de la periferia de la canopia del cultivo. En este caso deben tomarse 30 a 40 hojas por muestra.

También puede realizarse un análisis de frutos a cosecha, para monitorear los niveles de nitrógeno y azufre como también arginina y aminoácidos totales.

En las tablas 2 y 3 se presentan los rangos críticos estimativos para floración y envero respectivamente.

Tabla 2:

Concentraciones de nutrientes standard en peciolo a floración				
Elemento		Deficiente	Óptimo	Exceso
N total	%	< 0.80	0.80-1.00	> 1.20
N-NO₃^{-*}		< 570	570-1750	> 1750
P		< 0.15	0.21-0.50	> 0.50
K		< 1.00	1.50-2.50	> 3.00
Ca		< 1.00	1.40-2.50	-
Mg		< 0.20	0.31-0.80	> 1.00
S		< 0.15	0.21-0.50	> 0.50
Fe	ppm	< 30	31-100	> 100
Mn		< 20	25-200	> 200
Zn		< 20	25-50	> 100
Cu		< 4	5-20	> 25
B		< 25	31-50	> 250

* en ppm

Tabla 3:

Concentraciones de nutrientes standard en hojas durante envero y hasta madurez				
Elemento		Deficiente	Óptimo	Exceso
N	%	< 1.00	1.50-2.80	> 4.00
P		< 0.10	0.16-0.25	> 0.40
K		< 0.60	1.10-1.60	> 2.60
Ca		-	2.00-4.00	> 4.00
Mg		< 0.15	0.20-0.50	> 0.80
S		-	0.21-0.40	> 0.50
Fe	ppm	< 35	40-100	> 250
Mn		< 20	41-100	> 450
Zn		< 20	26-40	> 300
Cu		< 4	18-34	> 100
B		< 25	31-50	> 300

En estas tablas se expresan los valores estimativos ya que los mimos pueden ser diferentes entre cultivares, entre distintos portainjertos para un mismo cultivar, entre distintos sistemas de riego (goteo o superficial), etc. Por ej: los valores de nitratos en peciolo en vides son menores bajo riego por goteo respecto del riego superficial.

Deficiencias Nutricionales

Las deficiencias nutricionales en la vid se manifiestan de distintas maneras. En forma directa, desde amarillamientos varios (nitrógeno, hierro, manganeso, azufre), alteraciones del crecimiento (nitrógeno y zinc), anomalías en el cuaje (boro y zinc), etc. En forma indirecta, las deficiencias de determinados nutrientes pueden traducirse en una mayor susceptibilidad a enfermedades, en especial Botrytis, la cual se potencia cuando la planta se encuentra deficiente en calcio, magnesio y boro como también en los microelementos metálicos, hierro, manganeso, zinc y cobre.

Algunas de estas deficiencias pueden ser consecuencia de una carencia directa en los suelos, como también verse inducidas por otros factores, por ej: el exceso de fósforo potencia la carencia de zinc, la presencia de carbonatos, de calcio especialmente, redundará en una menor disponibilidad de fósforo y microelementos en general; el exceso de agua puede provocar deficiencia inducida de hierro; la sensibilidad de algunos portainjertos a algunos de estos nutrientes también es características, una poda muy intensa puede provocar que los nutrientes que tienen baja movilidad dentro de la planta no puedan acompañar al crecimiento (calcio, hierro, zinc, manganeso, boro, azufre), al igual que un exceso de nitrógeno.

Las deficiencias más comunes que pueden observarse en un viñedo son: Nitrógeno, Magnesio (en algunos cultivares y sobre determinados pies), Hierro (suelos arenosos o con calcáreo), Zinc y Boro.

En la tabla 4 se presenta la descripción de las deficiencias de nutrientes en vid.

Tabla 4:

Las Hojas más viejas o las más inferiores son las más afectadas.	Efectos casi totalmente extendidos por toda la planta y desecamiento más o menos marcado de las hojas inferiores.	Planta de color verde claro; hojas inferiores amarillas que toman un color pardo claro cuando se secan.		<u>Nitrógeno</u>	
		Planta de color verde oscuro; con frecuencia se presentan coloraciones verdes o purpúreas; hojas inferiores de color amarillo que toman un color pardo verdoso o negro cuando se secan.		<u>Fósforo</u>	
	Efectos casi siempre localizados; moteado o clorosis; escaso o nulo desencadenamiento de las hojas inferiores.	Hojas moteadas o cloróticas, que típicamente pueden enrojecerse; en ocasiones, con áreas muertas; ápice y bordes foliares retorcidos con la concavidad hacia arriba; tallos delgados. Ennegrecimiento del raquis.		<u>Magnesio</u>	
		Hojas cloróticas, con grandes o pequeñas zonas de tejido muerto.	Pequeñas zonas de tejido muerto, generalmente en el ápice y entre los nervios, mucho más marcadas en el borde de las hojas; tallos delgados.	<u>Potasio</u>	
Las hojas más jóvenes o las de las yemas son las más afectadas; síntomas localizados.	La yema terminal muere, apareciendo distorsiones en el ápice o en la base de las hojas jóvenes.	Las hojas jóvenes de la yemas terminal, típicamente encorvadas desde un principio, mueren finalmente por el ápice y los bordes, de forma que el ulterior crecimiento se caracteriza por la discontinuidad en estos puntos. Finalmente, el tallo muere por la yema terminal.		<u>Calcio</u>	
		Las hojas verdes de la yema terminal se tornan de un color verde claro en la base, desprendiéndose finalmente de esa parte; en el crecimiento ulterior, las hojas aparecen retorcidas; finalmente, el tallo muere junto a la yema terminal. Fallas en el cuaje. Corrimiento.		<u>Boro</u>	
	La yema terminal se mantiene viva; clorosis internerval en "espina de pescado" o marchitamiento de las hojas más jóvenes.	Hojas jóvenes permanentemente marchitas, sin manchas ni clorosis marcada; el brote terminal, así como las ramas y el tallo, son con frecuencia incapaces de permanecer erguidos en las fases avanzadas en las que se agudiza la deficiencia del elemento.		<u>Cobre</u>	
		Las hojas jóvenes no se marchitan; se presenta la clorosis.	Zonas de tejido muerto dispersas sobre la hoja; los nervios más finos tienden a permanecer de color verde, dando lugar a un aspecto en cuadrículo o reticulado.		<u>Manganeso</u>
			En general sin hojas muertas	Hojas jóvenes con las nervaduras y el tejido intervenal de un color verde claro.	<u>Azufre</u>
				Hojas jóvenes cloróticas; nervaduras principales de color verde oscuro; tallos cortos y delgados.	<u>Hierro</u>
Tallos con entrenudos acortados y crecimiento en zig-zag. Seno peciolar abierto. Fallas en el cuaje de racimos. Corrimiento.		<u>Zinc</u>			

Manejo de la Nutrición y Corrección de Deficiencias

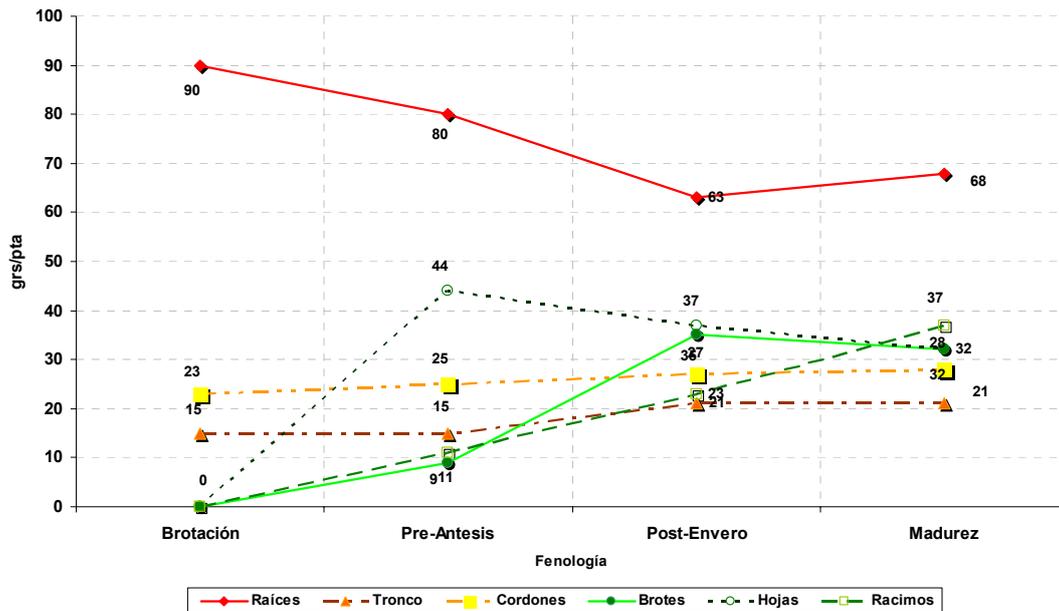
Nitrógeno (N):

Distintos estudios han determinado que la mayor tasa de absorción para este nutriente ocurre desde brotación hasta envero, produciéndose más rápidamente en el período que va desde cuaje hasta envero, coincidente con el crecimiento del fruto. Un segundo pico de absorción se produce desde cosecha hasta caída de hojas.

Nitrato es la forma principal como es absorbido el nitrógeno. Una vez en la planta, es traslocado hasta las hojas en donde se acumula hasta ser reducido a nitrógeno orgánico (aminoácidos).

El nitrógeno se acumula principalmente como arginina y prolina. La acumulación en órganos de reservas (raíces, troncos y cordones) al final del ciclo, es la principal fuente de este nutriente para la brotación en la primavera siguiente. Este aporte puede rondar entre el 15 y el 40% dependiendo del cultivar, de las condiciones del cultivo y de la edad de la planta.

Figura 4: Evolución del Nitrógeno en órganos de la planta de Vid



El nitrógeno acumulado en las hojas, por el contrario, prácticamente no se removiliza hacia las estructuras permanentes por lo que recién volverá al sistema cuando estas hojas caigan y se descompongan (1 a 2 años después).

La principal necesidad de nitrógeno ocurre en concordancia con los picos de activo crecimiento. De acuerdo a lo anterior y por lo visto en la figura 1, los momentos claves para la aplicación de este nutriente serían otoño o primavera temprano y post-floración. En caso de retrasarse la aplicación en primavera más allá de la apertura de yemas, usar fuentes nítricas, ya que las amoniacales demoraran en entrar en disponibilidad, pudiendo llegar a demorar hasta 30 días en pasar de amonio a nitrato. En caso de disponer de fertirriego la programación de la fertilización puede hacerse semanal o cada dos semanas tomando en cuenta los requerimientos estacionales del cultivo. En términos generales se establece una relación de equilibrio entre N-P-K de 2-1-3.

Las dosis a aplicar dependen de una serie de factores, como ser: espaciamiento, intensidad de poda, si se retiran o no los restos de la poda, si se realizan abonos verdes tanto de invierno como de verano, textura de suelo, la variedad, el portainjerto usado, etc.

En términos generales, y de acuerdo a las características de los suelos y requerimientos de la planta, se estima una reposición de entre 35 a 55 unidades de nitrógeno por hectárea. La eficiencia a la que este nutriente se aprovecha depende, nuevamente, de una serie de factores, entre los cuales el suelo y el tipo de riego son los más relevantes. En suelos arenosos, una sola aplicación es menos eficiente que en suelos más arcillosos, sin embargo si se divide la aplicación en distintos momentos, la eficiencia en suelos arenosos puede ser mayor. De la misma forma, con riego por goteo, la eficiencia de aprovechamiento es mayor que con riego superficial. En términos generales podría estimarse un rango de entre 30 a 50% de eficiencia, lo que implica que si debemos reponer 35 a 55 unidades, a dichas eficiencias, debemos aplicar 120 y 70 unidades respectivamente para la primera dosis y 183 y 110 unidades respectivamente para la segunda dosis. El 60% de esa dosis de nitrógeno debe aportarse hasta floración y el 40% restante a partir del cuaje.

En cuanto a la fuente fertilizante a usar debe tenerse en cuenta que las fuentes nítricas son de más rápido aprovechamiento que las fuentes amoniacales. Las formulaciones líquidas y solubles son las más adecuadas para las dosificaciones en equipos de riego por goteo.

A la hora de hacer un balance en el flujo de nitrógeno, debe considerarse los aportes provenientes de los abonos verdes y de la aplicación de guano de gallina. Un guano de gallina puede aportar, en términos generales, 20 unidades de N, 57 de P_2O_5 y 36 de OK_2 .

Fósforo (P):

La vid no es muy demandante en este nutriente, sin embargo en condiciones de pH alcalino, como el de los suelos en donde se cultiva la vid, este nutriente puede estar muy poco disponible.

La práctica de la fertilización con fósforo dependerá de si se dispone de fertirriego o no. En caso de disponerse de equipo de riego, la dosificación debe hacerse de acuerdo a los requerimientos, considerando que los momentos de máxima necesidad de este nutriente van desde brotación hasta floración. En caso de no disponerse de riego por goteo, al ser este nutriente inmóvil en suelo, debe aplicarse con la suficiente antelación como para que se encuentre en disponibilidad en los momentos críticos. En este sentido, y considerando que el crecimiento radicular es fósforo dependiente, el otoño (post-cosecha) es el mejor momento para aplicarlo. Tener en cuenta que la eficiencia de aprovechamiento del fósforo puede oscilar entre un 10 y un 25%.

Potasio (K):

Este nutriente es clave para el fruto. La demanda del mismo es mayor que la de nitrógeno, con la diferencia que el nitrógeno va a brotes y hojas y el potasio a frutos. De lo anterior se desprende que debe estar disponible para el cultivo al comienzo del envero. Nuevamente, el momento en el que se aplique dependerá de si se dispone riego superficial o presurizado. En el primer caso, debe aplicarse al menos con 2 a 3 meses de anticipación al envero. Puede hacerse al voleo en primavera. En el caso del riego por goteo, la dosificación puede hacerse gradual a lo largo del ciclo, aumentándola en la fase final del ciclo. También puede aplicarse vía foliar a partir del envero (sulfato de potasio, cloruro de potasio o nitrato de potasio).

Hay que tener en cuenta que un exceso de potasio puede inducir la deficiencia de magnesio, lo que redundará en una menor fotosíntesis y por lo tanto en una menor disponibilidad de azúcares para la uva.

En suelos arenosos la eficiencia de aprovechamiento de este nutriente es menor que en suelos de textura más fina, por lo que se aconseja dividir la dosis en al menos dos momentos. En suelos arcillosos o de textura más fina, es aconsejable que la aplicación se haga en bandas para disminuir los riesgos de fijación. Si se aplica el potasio muy cerca del tronco o raíces, pueden producirse daños a los mismos.

Por otro lado la presencia de altos tenores de calcio en suelos puede inducir una baja disponibilidad de potasio para el cultivo.

Magnesio (Mg):

La deficiencia de este nutriente se pone de manifiesto principalmente avanzado el ciclo. Ocurre principalmente cuando se encuentra desbalanceado en suelo respecto del potasio y del calcio, y se acentúa aún más cuando se usan fuentes nitrogenadas amoniacales.

La corrección de la deficiencia de este nutriente puede hacerse vía suelo o vía foliar. Vía suelo se corrige con la aplicación de 1 a 2 kg de sulfato de magnesio por planta lo que hace realmente antieconómica la corrección, por ello se puede optar por la corrección vía foliar con pulverizaciones al 0.5%. También pueden usarse productos a base de quelatos para aumentar la eficiencia. En términos generales las aplicaciones foliares están orientadas, más que a corregir la deficiencia propiamente dicha, a proveerle a la planta el nutriente para potenciar la fotosíntesis en los momentos de mayor actividad (envero).

Hierro (Fe):

La deficiencia de hierro se manifiesta principalmente en suelos con abundante presencia de calcáreo, en suelos arenosos y en suelos muy húmedos, aunque en este último caso es una deficiencia temporal, ya que ni bien comience a secarse el suelo, el problema desaparece.

En el primer caso, dependiendo de la severidad del problema, puedo optar por corregirse vía suelo o vía foliar. Si el problema no es tan grave, la corrección vía foliar es factible, en tal caso puede utilizarse tanto sulfato de hierro al 0,4% neutralizado con cal, como quelatos.

En caso de deficiencia severa, especialmente debida a calcáreo, es preferible optar por la corrección vía suelo con productos quelatados específicos, como por ejemplo los quelatos formulados a base de EDDHA.

Zinc (Zn):

Esta deficiencia es muy común y característica de suelos con pH alcalino. En la vid se manifiesta de tres formas características: brotes débiles en zig-zag con acortamiento de entrenudos, fallas en el cuaje (corrimiento) y clorosis internerval de las hojas más nuevas de la planta. La sensibilidad a la deficiencia de zinc varía con los distintos portainjertos.

La corrección de la misma puede hacerse tanto vía suelo como vía foliar. En el caso de realizarlo vía suelo, tener en cuenta que en aquellos de textura fina se producirá fijación de este nutriente en el complejo coloidal del suelo, por lo que la eficiencia de aprovechamiento puede ser muy baja. En suelos arenosos la situación es diferente, ya que al haber menos coloides en los suelos, también hay menos sitios de fijación, por lo que la eficiencia de aprovechamiento será mayor. En estos casos debe contemplarse dividir las dosis para evitar pérdidas por lavado. Las dosis varían desde 6 a 10 kg de elemento por hectárea y para ello se utiliza como fuente el sulfato de zinc. Las aplicaciones a suelo son eficientes para reconstituir, en el mediano y largo plazo, los niveles del mismo. No se aconseja hacer aplicaciones para corregir deficiencias estacionales vía suelo.

Las aplicaciones foliares tienen la ventaja de tener una respuesta más rápidamente, por lo que son muy útiles para corregir las deficiencias durante el ciclo de cultivo. Pueden hacerse durante el invierno cuando la planta no tiene hojas, haciendo pulverizaciones concentradas de sulfato de zinc de hasta el 10% sobre la madera, o en primavera hasta 2 a 3 semanas antes de floración con soluciones de sulfato de zinc al 0.4% neutralizadas con cal. También pueden utilizarse productos a base de quelatos por lo que en estos casos se aconseja seguir las especificaciones de marbete.

Boro (B):

El manejo de este nutriente debe hacerse con mucho cuidado porque se puede pasar de la deficiencia a la toxicidad con muy pocos gramos de diferencia. Es un nutriente clave para el cuaje, en especial en suelos con pH alcalino y arenosos, sin embargo es común encontrar cantidades importantes de boro en las aguas de riego. Los niveles de boro en agua no deben superar 1 ppm.

Los síntomas visuales de intoxicación aparecen cuando el nivel de boro, en hoja, es de 200 ppm o más.

El boro es muy versátil a la hora de elegir la forma de corregir la deficiencia. Tanto las pulverizaciones foliares o a suelo, como las aplicaciones vía fertirriego se han mostrado efectivas.

En caso de hacerlo vía fertirriego se recomiendan 100 a 110 grs. de boro elemento por aplicación de 2 a 4 veces en el año comenzando en primavera y espaciando las aplicaciones 15 días. Vía suelo se recomiendan 15 grs. de boro elemento por planta. En cuanto a las aplicaciones foliares, también se recomiendan 2 a 4 pulverizaciones por año, de 100 grs. de boro elemento cada una, espaciadas 15 días y comenzando 15 a 20 días antes de la floración.

Se recomienda no aplicar más 450 grs. de boro por hectárea y por año.

Consideraciones Finales

En resumen, la base del establecimiento de un programa nutricional en vid depende de una serie de factores:

- Zona,
- Tipo de suelo,
- Variedad,
- Sistema de conducción,
- Sistema de poda,
- Sistema de riego,
- Objetivo final de la producción, etc.

Es fundamental comenzar con buen diagnóstico. Para ello el análisis de suelo es la herramienta adecuada para conocer en que estado inicial en el que se encuentra el mismo, detectar deficiencias estructurales y estimar la ocurrencia de deficiencias que puedan inducirse de acuerdo a los distintos parámetros evaluados.

El análisis de tejidos (pecíolos y/o láminas) nos permite conocer el estado general del cultivo, por lo que la utilización de esta herramienta es la forma más práctica de ir monitoreando la evolución del cultivo, desde el punto de vista nutricional, año a año, lo que nos permitiría reajustar el programa nutricional llevado adelante originalmente.

El mejor diagnóstico que pueda hacerse, sea suelo o tejidos, dependerá de la calidad en la toma de muestra y en la interpretación posterior de los resultados. Ningún laboratorio puede mejorar la calidad de la muestra tomada.

El crecimiento de los distintos órganos de la vid se produce en forma secuencial en el tiempo, por lo que la demanda por nutrientes es casi constante.

Deben aportarse los nutrientes en forma balanceada, teniendo en cuenta la fisiología de la planta y los momentos críticos de mayor requerimiento; por ej:

- Crecimiento Vegetativo: N, Zn
- Crecimiento radicular: N, P
- Floración: P
- Cuaje: N, P, Ca, B, Zn
- Fotosíntesis: N, P, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu
- Llenado de Bayas: P, K, Mg, S, B, Mo

La implementación del mejor programa nutricional no llevará a los mejores resultados si no se trabaja de la misma forma respecto de las otras prácticas culturales importantes como ser, la poda, el riego y el manejo de las cuestiones sanitarias.

Y sobre todo... no hay recetas.

Referencias

1. Bergmann, W. (1992). Nutritional disorders of plants - G. Fischer, Alemania.
2. Beyers, E. (1962). Diagnostic leaf analysis for deciduous fruit. South African Journal of Agricultural Science 5:315-329, Sudáfrica.
3. Christensen, Peter - Use of tissue analysis in viticulture - Pub. NG 10-00, U. C. Kearney Agricultural Center, Estados Unidos.
4. Delas, J. (1992). Grape (Grapevine). Cap. 8.8. In IFA. IFA World Fertilizer Use Manual, Alemania.
5. Domínguez Vivancos, A. (1996). Fertirrigación - Ediciones Mundiprensa, España.
6. Fregoni M. (1980). Nutrizione e fertilizzazione de la vite - Edagricole, Italia.
7. Gimenez Montesinos, M y Oltra Cámara, M. A. - Fertirrigación por goteo de la viña, España.
8. Luckwill, L. (1994). Reguladores de crecimiento en la producción vegetal - Oikos Tau, España.
9. Manthey, J. et al (1994). Biochemistry of metal micronutrients in the rhizosphere - Lewis Publishers. Estados Unidos.
10. Marschner, Horst (1995). Mineral nutrition of higher plants - Academic Press, Alemania.
11. Mullins, M & al (1992). Biology of the grapevine - Cambridge University Press, Gran Bretaña.
12. Pessoa Da Cruz, M. C. y Fereira, M (1991). Micronutrientes na agricultura - Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Brasil.
13. Salisbury, F y Ross, C. (1994). Fisiología vegetal - Grupo Editorial Iberoamérica, Argentina.
14. Traynor, J. (1980). Ideas in soil and plant nutrition - Kovak Books, Estados Unidos.
15. Williams, Larry E. - Mineral nutrition of grapevines and fertilization guidelines for california vineyards. Univerdity of California, Davis, Estados Unidos.