

# 26 ABONADO DEL VIÑEDO

**Enrique García-Escudero Domínguez**  
Doctor Ingeniero Agrónomo  
Jefe del Servicio de Investigación y Desarrollo  
Tecnológico Agroalimentario de la Rioja

## CONSIDERACIONES GENERALES

### Clasificación botánica

La vid pertenece a la familia de las Vitáceas. Las plantas de esta familia son arbustos trepadores a modo de lianas, de tallo frecuentemente sarmentoso, que presentan zarcillos opuestos a las hojas. Comprende diecinueve géneros, entre los que podemos destacar al género *Vitis*, originario de las zonas cálidas o templadas del



Racimos de uva en el momento de la recolección

Hemisferio Norte (América, Europa y Asia), en el que se incluyen las variedades cultivadas que habitualmente manejamos, destacando la especie *V. vinifera L.* propia de Europa y Asia occidental, con cerca de diez mil variedades.

### Exigencias edáficas y climáticas

#### Suelo

La vid es una planta de gran rusticidad, con amplia adaptabilidad a la mayor parte de los terrenos de uso agrícola. No obstante, caben destacar tres factores que pueden ser limitantes para su cultivo: la salinidad, el exceso de caliza y los niveles elevados de arcilla.

#### Clima

Desde un punto de vista climático, la vid es una planta propia de climas atemperados, situación que le permite atravesar por un periodo de actividad vegetativa y otro de reposo invernal. Los límites habituales de cultivo de la vid en el hemisferio Norte se encuentran en la franja comprendida entre 34° y 49° de latitud, que abarca toda la Península, y la mayor parte de las islas. El llamado "cero vegetativo", temperatura a partir de la cual se observa actividad, se sitúa en un valor medio de 10 °C. El intervalo de temperaturas 20-25 °C resulta óptimo para los procesos

de crecimiento, agostamiento y maduración. Por encima de los 42 °C, se producen desecamientos y quemaduras de hojas y racimos. Las precipitaciones y su distribución juegan un papel crucial en el cultivo de la vid, ya que al tratarse por regla general de un cultivo de secano, constituyen prácticamente el único aporte de agua.

### Importancia del cultivo de la vid en España

El cultivo de la vid se orienta fundamentalmente a la elaboración de vino y la producción de uva para su consumo en fresco y pasa, sin olvidar la obtención de mosto y de alcoholes vínicos para la elaboración de aguardientes y licores. En la tabla 26.1 se recogen datos sobre la superficie y los rendimientos del viñedo en España, según el destino de la producción. Dicho cuadro ha sido elaborado a partir de información obtenida del MARM (2008).

A pesar de que ha aumentado el rendimiento medio por ha, y de que se trata del primer país del mundo en superficie vitícola, España sigue ocupando el tercer lugar en producción mundial, por detrás de Francia e Italia. Esta aparente paradoja se explica fundamentalmente por sus limitaciones climáticas, especialmente la pluviometría. En la actualidad, el 82% del viñedo se cultiva en secano. Por otra parte, el 98% de la superficie vitícola se dedica a la producción de

uva de vinificación, repartiéndose al 50% la producción de vinos blancos y de vinos tintos y rosados. Con más de setenta denominaciones de origen, la producción de vinos de calidad supone el 60% del volumen total. El consumo de vino se encuentra alrededor de los 30 litros por habitante y año.

### NECESIDADES NUTRICIONALES

#### Papel de los elementos nutritivos

Además del C, H y O que representan casi el 95% de la materia seca, se consideran elementos esenciales para la vid el N, P, K, Ca, Mg y S entre los macroelementos, y Mo, Cu, Mn, B, Zn, Fe y Cl dentro de los oligoelementos. Independientemente del papel general que juegan los diferentes elementos, citaremos algunos aspectos relacionados con la vid.

El **nitrógeno** mejora el crecimiento y la capacidad productiva de la cepa, favoreciendo el desborre, la tasa de cuajado y el proceso de inducción floral.

El **fósforo** participa en los sistemas de almacenamiento y transferencia de energía y azúcares. Es considerado como factor de crecimiento de brotes y raíces. Una buena alimentación de P puede frenar la absorción excesiva de N, mejorando la resistencia a las enfermedades y a la sequía.

Tabla 26.1 Superficie y rendimientos del viñedo en España, según el destino de la producción. Año 2007

Destino de la producción		Superficie (ha)	Producción* (t)	Rendimiento (kg/ha)
Uva de vinificación	Secano	918.236	4.323.055	4.708
	Regadío	190.959	1.839.508	9.633
	Total	1.109.195	6.162.563	14.341
Uva de mesa	Secano	3.532	10.758	3.046
	Riego	15.913	262.008	16.465
	Total	19.445	272.766	19.511
Uva de pasificación		2.042	5.105	2.500
Viveros		633	-	-

\* Producción estimada a partir de la superficie y del rendimiento por ha.

Fuente: MARM, Anuario de Estadística (2008)

Tabla 26.2. Exportaciones de macroelementos: hojas, racimos y sarmientos (kg/ha)

Referencia	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Media	52 (20-70)	16 (7-25)	60 (30-70)	73 (50-120)	15 (10-25)

El **potasio**, elemento de gran movilidad, desarrolla un papel destacado en la síntesis, traslocación y acumulación de azúcares en las bayas y partes vivaces. Interviene en la neutralización de los ácidos orgánicos, jugando un importante protagonismo en la acidez y el pH del mosto y del vino. Participa en la economía del agua, favoreciendo su absorción por las raíces y controlando los mecanismos de apertura y cierre de estomas.

El **calcio** participa en la activación de enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas, y mantiene el equilibrio ácido-base.

El **magnesio** favorece el transporte y acumulación de azúcares. Junto a K y Ca, contribuye al mantenimiento del balance iónico celular y a la neutralización de los ácidos orgánicos de la uva y del mosto.

El **manganeso** influye positivamente en la fertilidad de las yemas, en la tasa de cuajado y en la síntesis de clorofila. En ciertas regiones vitícolas, se asocia al bouquet del vino.



Viñedo en bancales

El **boro** favorece los fenómenos de fecundación y de cuajado, e interviene en el transporte de azúcares.

El **zinc** muestra un efecto positivo en el cuajado, la maduración y el agostamiento.

### Exportaciones y ritmo de absorción

Desde un punto de vista nutricional, la vid se caracteriza por un ritmo regular de absorción de elementos minerales a lo largo del ciclo, ausencia de períodos críticos y por unas necesidades relativamente moderadas de elementos. Para centrar las necesidades de la vid, la tabla 26.2 refleja las exportaciones medias de los principales macroelementos (kg/ha), expresadas como composición mineral de los órganos renovables de la planta, es decir, de hojas, racimos y sarmientos. Las exportaciones consideradas pueden verse incrementadas en un 10-15% en concepto del material vegetal exportado no presente en el momento de vendimia (despunte, desniete, deshojado, etc.) y de los elementos que participan de las reservas de troncos y raíces.

La absorción mineral de la vid abarca fundamentalmente el período comprendido entre la brotación y el envero. Prácticamente el 100% de N y K, y más del 90% de P, han sido absorbidos en el envero. Las necesidades más importantes surgen de forma escalonada durante el período de crecimiento activo, coincidiendo con el desarrollo de la baya en su Fase I, y en el caso del K durante la maduración, cuando los racimos y bayas se convierten en los principales sumideros. La redistribución de las re-

servas acumuladas en las partes vivaces, aunque no llega a compensar las necesidades de la planta, juega un papel muy importante en el balance nutricional, sobre todo en dos fases del ciclo anual: el inicio de crecimiento, especialmente para N, y durante el desarrollo de la baya, sobre todo a lo largo de la Fase III, maduración.

### Desequilibrios nutricionales

Entre los desequilibrios nutricionales más relevantes en el viñedo, destacaremos:

#### **Exceso de nitrógeno**

En el marco de una viticultura de calidad, el exceso de N se ha convertido en uno de sus mayores inconvenientes. La consecuencia principal del exceso de nitrógeno es el aumento del vigor. Tal circunstancia supone una mejora de la fertilidad de las yemas y un aumento del peso de la baya y del racimo, lo que unido a la tentación de aumentar la carga en la poda como consecuencia del incremento del vigor, elevan considerablemente los rendimientos. Por otro lado, conduce a un deterioro del microclima de hojas y racimos, y a la estimulación del crecimiento vegetativo, dificultando así los procesos de agostamiento y maduración de la uva, con consecuencias negativas en la calidad.



Plantación joven en riego por goteo

La asociación de un mal microclima y el aumento del peso y la compacidad de racimos, potencian el desarrollo de la podredumbre del racimo (*Botritis*) y dificulta su tratamiento. Asimismo, como efectos negativos que se derivan del exceso de nitrógeno, también podemos citar: el corrimiento en variedades sensibles a este accidente, la clorosis, el aumento del riesgo de carencia de potasio y de las necesidades de agua, la presencia en el vino de un mayor contenido de compuestos no deseables para la salud (carbamato de etilo, aminas biógenas, etc.), y la alteración de las cualidades organolépticas de los vinos.

#### **Alimentación potásica elevada**

En los últimos años, los enólogos han mostrado su preocupación por la disminución de la acidez y el aumento del pH en los vinos. Entre los argumentos que se esgrimen para justificar este problema, se cita la intensificación de la nutrición de potasio. La insuficiente acidez conduce a vinos "planos", sensibles a oxidaciones y precipitaciones, con escasa valoración organoléptica, obligando a desarrollar una importante enología correctiva. Los aportes generosos de este elemento en el abonado de la viña han contribuido, sin duda, a agravar el problema. Sin embargo, sería insuficiente justificación si no se tuvieran en cuenta otros factores culturales que, relacionados con la mayor o menor absorción de potasio, tienen una clara incidencia en la acidez: fertilidad del suelo, utilización del riego, capacidad selectiva de absorción de potasio de los diferentes portainjertos, diferente aptitud de las variedades para acumular y traslocar potasio, altas densidades de plantación o técnicas de mantenimiento de suelo que facilitan la instalación superficial del sistema radicular (aplicación de herbicidas).

#### **Deficiencia de magnesio.**

Como circunstancias que favorecen una insuficiente alimentación de Mg se pueden con-

siderar su falta de restitución por la disminución del aporte de materia orgánica, la ausencia de este elemento en los planes de abonado, y todas aquellas situaciones que favorezcan la alimentación excesiva de potasio, con el que mantiene un evidente antagonismo: inadecuada elección de variedades y portainjertos, fertilización abundante de potasio, y buena disponibilidad de agua (riego y/o precipitaciones). La carencia de magnesio entraña una disminución del rendimiento y de la síntesis de azúcares, así como riesgos de "desechamiento de raspón". Este accidente, del cual no se conoce con exactitud las razones que lo provocan, mejora con la aplicación foliar de magnesio durante el invierno.

### **Carencia de oligoelementos.**

En nuestro viñedo no es raro detectar deficiencias de Fe, Mn, B e incluso Zn, dada la dependencia de disponibilidad de estos elementos respecto del pH más bien básico de los suelos dedicados al cultivo de la vid. Las toxicidades por microelementos son menos frecuentes y se dan más en suelos de reacción ácida.

## **RECOMENDACIONES DE ABONADO**

En términos generales, la fertilización del viñedo resulta compleja, habida cuenta de la amplia gama de factores de la producción vitícola (medio, planta y técnicas de cultivo) con incidencia en la nutrición mineral, y la consideración general del viñedo como un cultivo de secano, perenne y leñoso, características que limitan el desarrollo y la respuesta del abonado.

### **Abonado de plantación**

#### **Abonado orgánico**

La aplicación de 25 t/ha de un estiércol tradicional, distribuido superficialmente y enterrado mediante labores superficiales, podría ser una

referencia a tener en cuenta. Cuando concurren circunstancias tales como niveles elevados de MO, condiciones favorables para su mineralización y aplicación de MO poco estable y de relación C/N baja, que suponen una importante disponibilidad de nitrógeno, es aconsejable suprimir el aporte de MO, o reducir la dosis a niveles de 10 t/ha, con una MO de relación C/N elevada.



*Ensayo de fertirrigación nitrogenada*

### **Abonado mineral**

Una propuesta general para el abonado mineral de fondo puede responder a los siguientes intervalos: 100-400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 200-600 kg K<sub>2</sub>O/ha y 50-150 kg MgO/ha. Los niveles más elevados se corresponden con suelos poco fértiles y/o de textura arcillosa. En el caso concreto del potasio, las cantidades deberán reducirse en suelos ricos en este elemento, sueltos, de reacción ácida y siempre que se prevea una situación favorable para la carencia de magnesio (antagonismo). El nitrógeno no se aconseja en el abonado de plantación, para evitar posibles pérdidas y los efectos negativos que se deducen del exceso de vigor en plantaciones jóvenes (mal agostamiento y desequilibrio entre parte aérea y sistema radicular).

Tabla 26.3. Valores medios de elementos minerales de limbo y pecíolo durante el envero

Elemento	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Mn (ppm)	B (ppm)
Limbo	2,1-2,35	0,13-0,17	0,65-0,97	3,11-3,69	0,36-0,51	69-119	29-42
Pecíolo	0,42-0,51	0,07-0,12	0,94-2,16	2,02-2,55	0,73-1,1	21-74	33-41

Con respecto a la aplicación de los abonos minerales, si se realiza subsolado como labor preparatoria del terreno, se distribuyen en superficie y se entierran con una labor superficial; si por el contrario se practica una labor de desfonde,



Carencia de magnesio en variedad tinta

los abonos se reparten en superficie y se incorporan en profundidad. En el caso de que el cultivo anterior fuera viña, y ésta no manifestara síntomas de desequilibrios nutricionales y hubiera sido objeto habitualmente de un aporte regular de abonos orgánicos y minerales, se podría prescindir de la fertilización de fondo.

Aunque la mayor parte de los suelos dedicados al cultivo de la vid presentan valores de pH más bien alcalinos, en ocasiones se requieren enmiendas de tipo mineral ("encalado") para la corrección del bajo pH que caracteriza a los suelos ácidos ( $\text{pH} < 6$ ). Para ello, se pueden realizar aportes entre 2.000 kg CaO/ha en suelos arenosos y 6.000 kg CaO/ha en suelos muy arcillo-

sos. En el caso de suelos "sódicos", aportes de MO, azufre y yeso pueden ser aconsejables.

### Abonado de mantenimiento

A la hora de estimar la dosis de abonado, es importante tener en cuenta el objetivo de la explotación vitícola (calidad versus cantidad), el balance nutricional, los factores con incidencia en la nutrición, así como los métodos que nos permiten valorar el nivel de nutrición. El análisis y el diagnóstico foliar han tomado protagonismo a la hora de detectar desequilibrios nutricionales y racionalizar la fertilización. Nuestra propuesta metodológica pasa por la toma de muestras durante el envero, recogiendo hojas opuestas al segundo racimo y analizando limbos y/o pecíolos, según el fin que se persiga. Desde nuestras experiencias en la variedad Tempranillo, la tabla 26.3 nos acerca a los valores medios de macroelementos (% sms) y oligoelementos (ppm) en limbo y pecíolo durante el envero.

### Abonado orgánico

En términos generales, la aportación de 10 t/ha de un estiércol clásico, satisface las necesidades y las pérdidas de MO anuales, que se estiman entre 300 y 1.200 kg/ha, según las condiciones naturales y de cultivo. La incorporación de sarmientos puede llegar a compensar cerca del 40% de la pérdida anual de materia orgánica, aportando en nuestras condiciones de cultivo un valor fertilizante medio por hectárea de: 7 kg N, 2 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 8 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , 9 kg CaO y 2 kg MgO. No deja de ser frecuente diferir en el tiempo y en el espacio los aportes de MO, utilizando enmiendas orgánicas de



*Sistema radicular de vid en suelos de albariza*

estabilidad media-alta, aplicadas preferentemente en superficie, con suficiente antelación y enterradas mediante labores superficiales.

Aparte de la utilización de estiércoles tradicionales, se puede optar por una amplia gama de especialidades comerciales con base muy diversa, sin olvidar otras fuentes de materia orgánica como lo son las cortezas, la paja, los restos vegetales y los subproductos de la vid, utilizando sarmientos y orujos, bien sea incorporados directamente o compostados previamente. El compost urbano y los lodos de depuradora, no encuentran suficiente acomodo en el cultivo de la vid. Correctores biológicos y ácidos húmicos y fúlvicos completan este apartado, contribuyendo a mejorar la actividad biológica del suelo y la absorción de nutrientes.

### **Abonado con nitrógeno**

Es quizás el elemento más cuestionado en los planes de fertilización del viñedo. Por una parte, los efectos negativos que se derivan de una alimentación nitrogenada generosa han conducido en algunas ocasiones a su reducción e incluso eliminación en viñedos de calidad, a excepción hecha de la observación de un vigor insuficiente de las plantas o de problemas de fermen-

tación por bajos contenidos de nitrógeno en mosto. Por otro lado, cuando los niveles de MO y las condiciones para su mineralización son adecuados, se dan circunstancias favorables para compensar los requerimientos de la viña con aportes moderados de nitrógeno.

En términos generales, la estimación de la cantidad de nitrógeno a aportar se basaría en la consideración del vigor actual y del deseado, que resulta en la práctica el mejor método de valoración de la fertilización nitrogenada, del rendimiento, de la pluviometría y del tipo de suelo, circunstancias éstas últimas que condicionan en gran medida la mayor o menor cantidad de nitrógeno en forma  $\text{NO}_3^-$  con la que se puede contar y/o lavar. En condiciones medias, las aportaciones de nitrógeno se situarían entre 30-40 kg/ha. En viñedos de elevados rendimientos o en aquellos dedicados a la producción de uva de mesa, cabría multiplicar casi por dos el intervalo superior.

Con respecto a la aplicación de nitrógeno, elemento móvil y fácilmente lavado, resultaría una práctica adecuada realizar su aportación en solitario durante el periodo de primavera-verano (desborre-postcuajado), de forma fraccionada y superficialmente, utilizando en cada caso aquellos abonos nitrogenados más adecuados en función de sus características y fecha de aplicación. Si el viticultor opta por la utilización conjunta de nitrógeno, fósforo y potasio, bien sea como mezcla de abonos simples o con abonos complejos, la aplicación debe retrasarse lo más posible dentro del invierno.

### **Abonado con fósforo**

Las moderadas necesidades que la vid tiene de fósforo, han hecho que su aporte se centre casi exclusivamente en sus exportaciones. En este sentido, podemos hablar de unos aportes de 20-30 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha, si bien será necesario considerar las frecuentes inmovilizaciones de este

elemento en el suelo y los bajos coeficientes de utilización de abonos que aporta este elemento, por lo que estas recomendaciones podrían ser incrementadas en porcentajes en torno al 25%, procurando adaptarse en la mejor medida posible a las formulaciones comerciales presentes en el mercado. Además de la presencia de fósforo en diferentes abonos complejos y órgano-minerales, los abonos fosfatados simples más utilizados son los superfosfatos. Considerando la poca movilidad del fósforo y su baja solubilidad, conviene que la aplicación de abonos que incorporan fósforo se realice de forma temprana y localizada.

**Abonado con potasio y magnesio**

Teniendo en cuenta el marcado antagonismo entre potasio y magnesio, es aconsejable plantear simultáneamente el abonado de estos dos elementos. El diagnóstico peciolar a través de la relación K/Mg (2-8) y la consideración en el suelo de las relaciones K/CIC (2-4%) y K/Mg (0,3), se han convertido en herramientas útiles para dirigir su fertilización. Como pauta general, podíamos hablar de un aporte de potasio

La aplicación de potasio y magnesio responde a criterios considerados para el fósforo. En el caso del potasio, los abonos simples más utilizados son cloruro potásico y sulfato potásico. Este último abono se recomienda en suelos salinos, poco profundos y sueltos, y en aportes masivos, tardíos y localizados. El abono con magnesio más extendido es el sulfato magnésico. Tanto para un elemento como para otro, existen abonos complejos y una amplia gama de abonos que los contienen en su formulación y composición.

**Microelementos**

Los aportes al suelo de microelementos son escasos y se reducen casi exclusivamente a la aplicación de hierro en forma de quelatos. La aplicación foliar de sales solubles de dichos micronutrientes, es la opción más habitual para compensar su consumo o enmendar posibles desequilibrios.

A modo de referencia, y teniendo en cuenta las consideraciones realizadas a lo largo de la exposición anterior, la tabla 26.4 recoge recomendaciones medias de abonado de mantenimiento en viñedo, en función al rendimiento.

Tabla 26.4. Abonado de mantenimiento del viñedo (kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO
≤6.000	≤35	≤20	≤60	≤15
6.000-9.000	35-45	20-25	60-80	15-20
≥9.000	45-60	25-40	80-100	20-25

equivalente a 60-100 kg K<sub>2</sub>O/ha, según tipo de suelo (lavado; retrogradación), volumen de cosecha o riesgo de provocar deficiencias de magnesio. En uva de mesa, estas cantidades pueden llegar a duplicarse. Por su parte, las referencias para el magnesio se situarían en los 15-30 kg MgO/ha, guardando aproximadamente una relación K:Mg de 3:1 para evitar desequilibrios entre ambos elementos.

**Fertirrigación**

Hasta fechas recientes, la condición de secano que ha caracterizado al viñedo español y las limitaciones legales sobre la utilización del riego, han limitado el uso de la fertirrigación. De cara al futuro, la fertirrigación alcanzará un importante protagonismo en el cultivo de la vid. Basta con considerar las más de 300.000 ha de viñedo en regadío, actualmente existentes.

*Bibliografía*

- Cadahía C., 2000. Fertirrigación de cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa.
- Comité Interprofesional del Vino de Champagne (CIVC), 2009. Viticulture durable en Champagne. Guide pratique. Le Vigneron Champenois.
- Champagnol, F., 1984. Eléments de Physiologie de la vigne et de Viticulture generale. Ed. F. Champagnol.
- Delas, J., 2000. Fertilisation de la vigne. Editions Féret.
- Fregoni, M., 1996. Nutrizione e fertilizzazione della vite. Edagricole.
- García-Escudero, E., 2009. Sobre el terreno. Riego, fertilización y técnicas de mantenimiento del suelo. La Rioja, sus viñas y su vino. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de La Rioja.
- Gil Sierra, J., 1990. Maquinaria para el cultivo y recolección de la vid. Agroguías Mundi-Prensa. Ediciones Mundi-Prensa.
- Hidalgo, L., 2002. Tratado de Viticultura General. Ediciones Mundi-Prensa.
- Jackson, R., 2008. Wine Science. Principles and Applications. Third Edition.
- Martínez de Toda, F., 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ediciones Mundi-Prensa.
- Reynier, A., 2007. Manuel de Viticulture. Ediciones Mundi-Prensa.
- Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., 1982. Ciencias y Técnicas de la viña. Biología de la viña. Suelos de viñedos. Editorial Hemisferio Sur.
- Rius, X., 2005. Apuntes de Viticultura australiana. Agro Latino.
- Salazar, D., Melgarejo, P., 2005. Viticultura. Técnicas de cultivo de la vid, calidad de la uva y atributos de los vinos. Ediciones Mundi-Prensa.
- White, R., 2003. Soils for Fine Wines. Oxford University Press.