

# Apuntes sobre fertilización del viñedo

Muestra de tierras. / Cámara Oscura

## Tipos de abonados, necesidades nutricionales de la vid según su ciclo y recomendación de enmiendas

**Enrique García-Escudero e Ignacio Martín.**

Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (CSIC, UR y Gobierno de La Rioja)

Servicio de Investigación Vitivinícola

### Introducción

Resulta tarea complicada marcar unas pautas adecuadas a la hora de establecer una estrategia de fertilización para el cultivo de la vid. Entre otras cuestiones podríamos considerar:

- El amplio abanico de factores naturales (clima y suelo), biológicos (variedad y portainjerto) y culturales que condicionan el desarrollo radicular (absorción) y la productividad (exportaciones). La tabla 1 recoge las exportaciones medias de macroelementos y microelementos obtenidos a partir de diferentes autores.

- La condición del viñedo como cultivo tradicional de secano, en mucha superficie vitícola, que limita la respuesta al abonado, y su carácter perenne y leñoso, que dificulta estimar la aportación a la nutrición de las reservas en órganos permanentes y la capacidad de exploración del suelo por un sistema radicular, por lo general potente.

- La falta de estudios locales sobre nutrición de la vid, así como los criterios de empirismo y moda que rigen en muchas situaciones.

No obstante, la vid es una planta que desde el punto de vista nutricional se caracteriza por unas necesidades moderadas de elementos minerales, máxime si la comparamos con otros cultivos y la emplazamos en un marco de secano y promoción de la calidad. Asimismo, presenta un ritmo de absorción regular a lo largo del ciclo, sin mostrar períodos críticos excesivamente limitantes; si bien, y teniendo en cuenta el despegue inicial desde el desborre, deberíamos distinguir como fases más críticas los períodos comprendidos entre prefloración y envero, sobre todo para el N, coincidiendo el crecimiento activo y la fase I de desarrollo de la baya, y el período de maduración, en el cual es el K el elemento que alcanza un mayor protagonismo.

El Comité de Champagne define como objetivos de la nutrición: satisfacer de forma racional las necesidades de la viña, de modo que se permita un control adecuado de la expresión vegetativa y de la calidad, y evitar los excesos y por tanto las pérdidas en el medio natural (contaminación), preservando la integridad del *terroir*. Asimismo, entiende estos objetivos en un equilibrio entre fertilidad física (contribución a una buena estructura, porosidad y retención de agua), fertilidad química (abastecimiento preciso de las necesidades de elementos) y fertilidad biológica (mantenimiento de la actividad biológica del suelo).

En primera instancia y desde una perspectiva de nutrición, el conocimiento del estado nutricional de un viñedo per-

**Tabla 1.** Exportaciones de macroelementos (kg/ha): hojas, racimos y sarmientos

| Referencia   | N             | P           | K             | Ca            | Mg          |
|--------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| Rioja        | 47            | 6           | 54            | 40            | 12          |
| Bibliografía | 52<br>(20-70) | 7<br>(3-10) | 50<br>(25-70) | 52<br>(36-80) | 9<br>(6-15) |

**Figura 1.** Síntomas visuales de distintas carencias nutricionales en vid

mite detectar desequilibrios nutricionales (carencias-excesos) y contribuir al establecimiento de estrategias racionales de abonado, con el fin de responder a los objetivos de rendimiento, de calidad y de respeto medioambiental.

### Valoración del estado nutricional del viñedo

Para la evaluación del estado nutricional de un viñedo podemos recurrir a métodos directos y a procedimientos indirectos. En este último caso destaca el conjunto de medidas basadas en la observación del viñedo, tanto a nivel agronómico (experimentación, información sobre la parcela, evaluación del estado sanitario, determinación de los índices de clorofila, análisis de la uva o estimaciones de su expresión vegetativa), como desde el examen visual, que siendo de especial relevancia y practicidad requiere de una sólida experiencia sobre el reconocimiento de los síntomas asociados a desequilibrios nutricionales (figura 1). La evaluación agronómica adquiere singular interés para el N. Una parcela de viñedo con una presión importante de botrytis puede ser un indicador de exceso de N, que habrá de corregirse. Por su parte, la consideración del vigor actual del viñedo frente al vigor deseado también nos ayuda a marcar pautas en la práctica del abonado con N. Si el vigor se considera excesivo, habremos de optar



Carencia de Mg en variedades blancas. / J.L. Ramos



Deficiencia de N. / E. García-Escudero



Carencia precoz de K en variedad tinta. / J.L. Ramos



Deficiencia de B en hoja y racimo. / J.L. Pérez Marín

por la reducción e incluso la supresión de aportes de N. Por el contrario, si el vigor se estima insuficiente deberíamos plantearnos un incremento de N en la estrategia de fertilización. En la actualidad, se van dando pasos innovadores mediante la teledetección (índices de vigor...) y sensores basados en la transmitancia

(SPAD y DUALEX), en la fluorescencia (MULTIPLEX) y en la reflectancia (CROP CIRCLE), que nos aportan información sobre el vigor, los índices de clorofila y el contenido de N foliar (figura 2).

Entre los métodos directos, cabría mencionarse el análisis de suelo y el análisis foliar. Aunque el análisis de suelo

**Figura 2.** Sistemas portátiles para la evaluación del estado nutricional, hídrico e índices de vegetación, basados en la transmitancia, fluorescencia y reflectancia

Cámara de presión: potencial hídrico.



LICOR 6400: intercambio de gases.



Porómetro: conductancia estomática.



Dualox: fluorescencia-transmitancia.

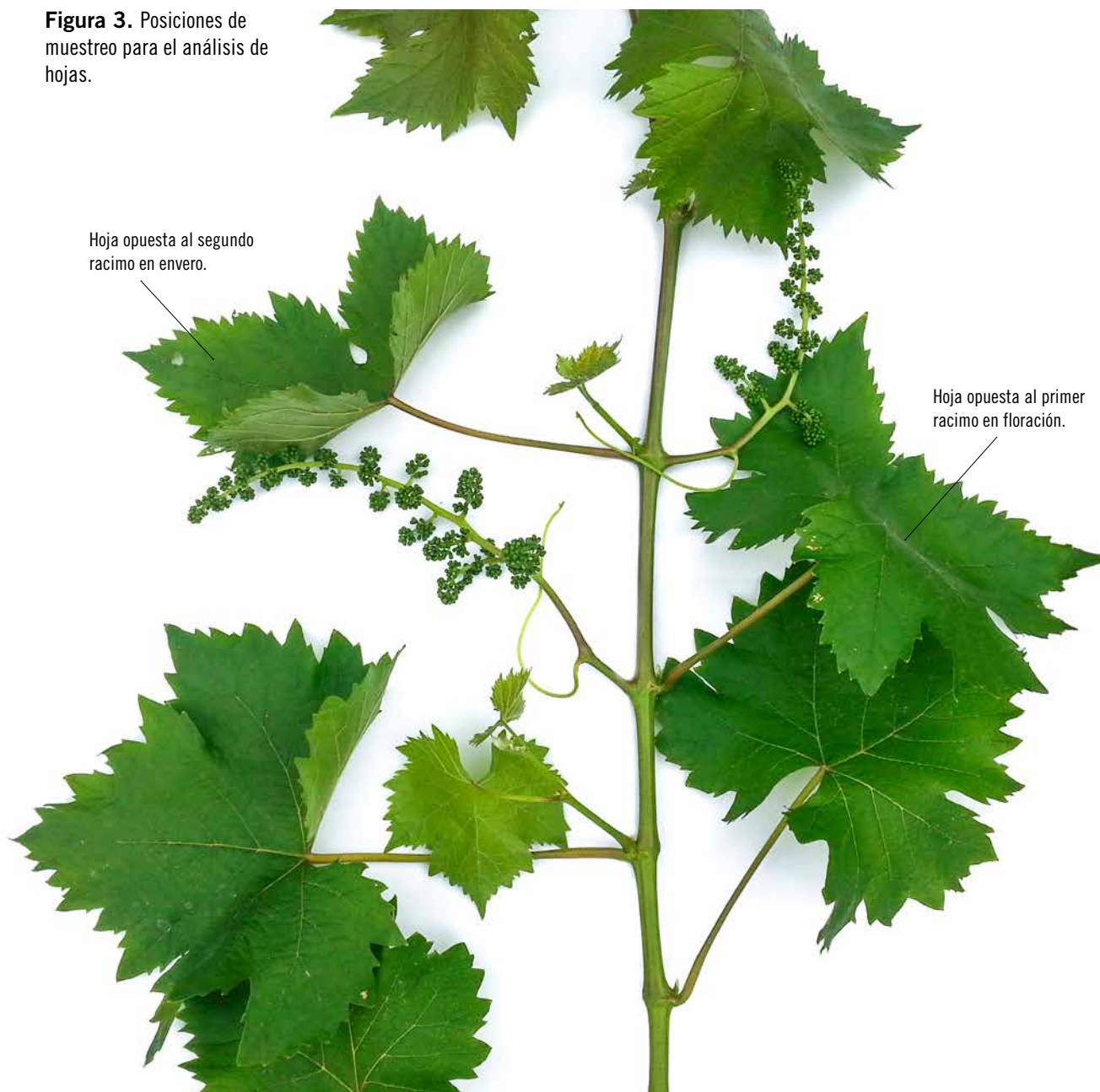


Multiplex: fluorescencia-transmitancia.



CropCircle: reflectancia.

**Figura 3.** Posiciones de muestreo para el análisis de hojas.



ha sido el método clásico por excelencia para evaluar el viñedo desde un punto de vista nutricional, presenta limitaciones metodológicas (muestreo, normalización de métodos analíticos...) y de interpretación (dificultad para disponer de tablas locales...). Su utilidad se centra fundamentalmente en el momento de la plantación, asociado a la descripción del perfil del suelo (calicata), y al menos cada cinco años durante la vida productiva de viñedo, para así comprobar la evolución

en el suelo de las decisiones adoptadas en nuestro plan de abonado o bien para detectar anomalías a tiempo. En el marco de la viticultura de precisión, adquiere especial interés la cartografía de zonas homogéneas en un viñedo basada en la estimación de la resistividad del suelo, medida en continuo con sensores resistivos instalados en medios de tracción (*quad*), dotados de GPS. La resistividad está relacionada con la textura y profundidad del suelo, con la capacidad de re-

tención de agua, con la materia orgánica y con la salinidad, permitiendo identificar zonas de muestreo y de abonado de forma selectiva.

No obstante, y entre los métodos directos más convencionales, se asume que el análisis de hojas es la opción que mejor refleja el estado nutricional del cultivo, habida cuenta de que la hoja mostraría la dinámica de absorción de nutrientes y, por tanto, de su disponibilidad en el suelo. Los valores obtenidos en el análisis

sis se comparan con otros de referencia (preferentemente obtenidos a nivel local) para proceder al diagnóstico foliar. La metodología de muestreo de hojas en campo pasa por dar respuesta básicamente a tres preguntas:

- **¿Cuándo muestrear?** Los momentos más adecuados son la floración y el envero, y es este último un período más estable en cuanto a composición mineral y preferente cuando haya limitaciones logísticas.

- **¿Qué órgano muestrear?** El material vegetal que se suele analizar es: limbo y/o pecíolo. Si fuera posible, es conveniente analizar los dos, pues determinados elementos responden mejor al diagnóstico según el material analizado.

- **¿De dónde muestrear?** Debe procurarse que la edad fisiológica de la hoja sea similar, independientemente del momento elegido. El protocolo recomendado pasa por elegir preferentemente la hoja opuesta al primer racimo en la floración, y la opuesta al segundo racimo en el envero (figura 3).

Desde un punto de vista práctico habremos de tener en cuenta algunas precauciones:

- En cada viñedo, elegir tantas unidades de muestreo como se estime oportuno, resultando de interés marcar un itinerario para muestreos posteriores.

- Por lo general, se muestrean del orden de 30 hojas completas, desarrolladas, en buen estado y procedentes de pámpanos fructíferos de vigor medio, a razón de una hoja por cepa.

- Utilizar bolsas limpias, aireadas y correctamente identificadas. No deberían transcurrir más de 24 horas hasta su recepción en laboratorio y, entre tanto, hay que mantenerlas refrigeradas.

El Servicio de Investigación Vitivinícola, tras casi veinte años de trabajo, ha elaborado tablas con rangos de suficiencia para limbos y pecíolos, en floración y envero, de las variedades Tempranillo y Garnacha Tinta en el ámbito de Rioja. En las tablas 2 a 5 se muestran las correspondientes al momento fenológico del envero. Por su parte, el Laboratorio Regional de La Grajera ofrece un excelente servicio de análisis foliar según métodos analíticos normalizados.

**Tabla 2.** Rangos de suficiencia para limbos en envero de la variedad Tempranillo

| Intervalo | Bajo   | Óptimo    | Alto   | Intervalo | Bajo   | Óptimo | Alto |
|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|--------|------|
| Nutriente | Envero |           |        | Nutriente | Envero |        |      |
| %N m.s.   | <2.08  | 2.08-2.42 | > 2.42 | Fe (ppm)  | <99    | 99-205 | >205 |
| %P m.s.   | <0.13  | 0.13-0.18 | > 0.18 | Mn (ppm)  | <77    | 77-156 | >156 |
| %K m.s.   | <0.63  | 0.63-1.13 | > 1.13 | Zn (ppm)  | <14    | 14-23  | >23  |
| %Ca m.s.  | <2.82  | 2.82-3.62 | > 3.62 | Cu (ppm)  | <59    | 59-350 | >350 |
| %Mg m.s.  | <0.32  | 0.32-0.56 | > 0.56 | B (ppm)   | <30    | 30-48  | >48  |

\* m.s.: materia seca; ppm: mg/kg m.s.

**Tabla 3.** Rangos de suficiencia para pecíolos en envero de la variedad Tempranillo

| Intervalo | Bajo   | Óptimo    | Alto  | Intervalo | Bajo   | Óptimo | Alto |
|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|--------|------|
| Nutriente | Envero |           |       | Nutriente | Envero |        |      |
| %N m.s.   | <0.43  | 0.43-0.56 | >0.56 | Fe (ppm)  | <19    | 19-33  | >33  |
| %P m.s.   | <0.07  | 0.07-0.18 | >0.18 | Mn (ppm)  | <24    | 24-140 | >140 |
| %K m.s.   | <0.71  | 0.71-2.36 | >2.36 | Zn (ppm)  | <15    | 15-30  | >30  |
| %Ca m.s.  | <1.66  | 1.66-2.36 | >2.36 | Cu (ppm)  | <8.9   | 8.9-46 | >46  |
| %Mg m.s.  | <0.61  | 0.61-1.21 | >1.21 | B (ppm)   | <32    | 32-44  | >44  |

\* m.s.: materia seca; ppm: mg/kg m.s.

**Tabla 4.** Rangos de suficiencia para limbos en envero de la variedad Garnacha Tinta

| Intervalo | Bajo   | Óptimo    | Alto  | Intervalo | Bajo   | Óptimo  | Alto |
|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|---------|------|
| Nutriente | Envero |           |       | Nutriente | Envero |         |      |
| %N m.s.   | <1.99  | 1.99-2.28 | >2.28 | Fe (ppm)  | <129   | 129-235 | >235 |
| %P m.s.   | <0.14  | 0.14-0.19 | >0.19 | Mn (ppm)  | <91    | 91-187  | >187 |
| %K m.s.   | <0.92  | 0.92-1.56 | >1.56 | Zn (ppm)  | <12    | 12-18   | >18  |
| %Ca m.s.  | <2.63  | 2.63-3.28 | >3.28 | Cu (ppm)  | <14    | 14-275  | >275 |
| %Mg m.s.  | <0.21  | 0.21-0.47 | >0.47 | B (ppm)   | <32    | 32-54   | >54  |

\* m.s.: materia seca; ppm: mg/kg m.s.

**Tabla 5.** Rangos de suficiencia para pecíolos en envero de la variedad Garnacha Tinta

| Intervalo | Bajo   | Óptimo    | Alto  | Intervalo | Bajo   | Óptimo | Alto |
|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|--------|------|
| Nutriente | Envero |           |       | Nutriente | Envero |        |      |
| %N m.s.   | <0.57  | 0.57-0.77 | >0.77 | Fe (ppm)  | <30    | 30-55  | >55  |
| %P m.s.   | <0.12  | 0.12-0.30 | >0.30 | Mn (ppm)  | <47    | 47-218 | >218 |
| %K m.s.   | <0.83  | 0.83-3.87 | >3.87 | Zn (ppm)  | <16    | 16-29  | >29  |
| %Ca m.s.  | <2.19  | 2.19-2.77 | >2.77 | Cu (ppm)  | <10    | 10-66  | >66  |
| %Mg m.s.  | <0.77  | 0.77-1.70 | >1.70 | B (ppm)   | <34    | 34-43  | >43  |

\* m.s.: materia seca; ppm: mg/kg m.s.

## Práctica del abonado

Por lo general, podemos asociar las modalidades de fertilización (convencional, fertirrigación, aplicación foliar...) a las diferentes fases por las que atraviesa la vida de una plantación, es decir: abonado de plantación, abonado durante el período de formación de la cepa y el abonado de mantenimiento, que se practica durante la fase productiva del viñedo. Centraremos nuestra atención en la materia orgánica y los macronutrientes N, P, K y Mg.

### 1. Abonado de plantación

En el momento de establecimiento del viñedo debemos procurar dotar al suelo de un nivel adecuado de fertilidad, crear reservas de elementos poco móviles y corregir deficiencias. En este último aspecto, cabría mencionar la práctica del encalado en suelos ácidos para corregir su pH, si bien en Rioja son muy escasos los viñedos ubicados sobre este tipo de suelos. Nos referiremos principalmente a las enmiendas orgánicas previas a la plantación, que procuran restaurar suelos degradados (reiterado cultivo de viñedo, toxicidades metálicas...), mitigar problemas de erosión, así como mantener y mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. A modo de referencia estándar, podemos hablar de aportaciones de 25 t/ha de una materia orgánica estable y de descomposición lenta, incorporada en superficie con suficiente antelación y enterrada lo antes posible mediante labores poco profundas. No obstante, si concurren circunstancias tales como niveles previos de materia orgánica elevados, condiciones favorables para su mineralización y de naturaleza poco estable y de relación C/N baja, escenario que implica importante liberación de N, es aconsejable suprimir el aporte de materia orgánica o reducir la dosis a 10 t/ha, con una m.o. de relación C/N elevada.

Respecto al abonado mineral, deberemos evitar los aportes de N para limitar sus pérdidas, no inducir desequilibrios entre componente radicular y aérea, y evitar un deficiente agostamiento de madera. Por su parte, el abonado mineral de fondo es aconsejable para elementos como

P y K, y en su caso Mg, que muestran menos movilidad, contribuyendo así a la creación de reservas en profundidad. Además, es un momento apropiado para corregir problemas asociados a la nutrición en general. Se propone como referencia un abonado mineral de plantación, según niveles de fertilidad y características del suelo, tal como sigue: 100-400 kg/ha de  $P_2O_5$ , 200-600 kg/ha de  $K_2O$  y 60-200 kg/ha de MgO. Estas cantidades, previamente distribuidas en superficie, se incorporan con las labores previas a la plantación.

### 2. Abonado en la fase de formación

La fertilización en esta fase de la plantación se encuentra muy vinculada a la realización o no del abonado de fondo. Si se ha llevado a cabo el abonado de plantación, por lo general prescindiremos de aplicar abono, salvo para corregir anomalías que surjan, o bien cuando se estima que el vigor de las jóvenes plantas es insuficiente, situación que podría aconsejar el aporte de N. Será a partir del cuarto año cuando se inicie la práctica de lo que se puede entender como abonado de mantenimiento.





Abonado de mantenimiento./ Ch. Díez

Por el contrario, cuando no se haya realizado abonado previo a la plantación, se debería practicar un aporte diferido en los primeros años, de forma localizada e incorporando cantidades de abono ascendentes y proporcionales al posterior abonado propio de la vida productiva de la plantación.

### 3. Abonado de mantenimiento

El abonado de mantenimiento persigue entre otros objetivos: mantener la fertilidad del suelo, restituir las pérdidas (consumos) de elementos minerales, corregir

posibles desequilibrios y contribuir a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, teniendo en cuenta el balance de entradas y salidas de elementos y m.o., y la vocación de nuestra explotación vitícola (calidad o elevados rendimientos).

#### Abonado orgánico

Considerando que las pérdidas anuales de materia orgánica se sitúan entre los 300 y 1.300 kg/ha, se puede considerar como aportaciones medias anuales una cantidad próxima a las 10 t/ha, referidas

a un estiércol medio, debiéndose detraer en el balance nutricional de cada año las cantidades de elementos minerales que potencialmente aporta la mineralización de esta materia orgánica.

En este contexto, resulta de interés resaltar la oportunidad de utilizar restos vegetales del propio viñedo (sarmientos, raspones, orujos...) como aporte de materia orgánica, aunque también se debe tener presente la problemática a que puede dar lugar la presencia de sarmientos triturados desde el punto de vista fitopatológico. Nuestra estimación sobre el

valor fertilizante de sarmiento incorporado al suelo, en condiciones medias de Rioja, vendría a ser: 7 kg de N, 2 kg de  $P_2O_5$ , 8 kg de  $K_2O$ , 9 kg de CaO y 2 kg de MgO por hectárea. Diferentes tipos de *mulching* (pajas, cortezas...) y cubiertas vegetales mejoran la incorporación de materia orgánica y cubren otros objetivos importantes, como lo es la prevención de la erosión en determinados viñedos (pendiente, mala estructura...). El compost urbano y los lodos de depuradora no encuentran suficiente acomodo en una viticultura que pretende aunar tradición, calidad y respeto al medio ambiente. Correctores biológicos y ácidos húmicos y fúlvicos completan este apartado, contribuyendo a mejorar la actividad biológica del suelo y la absorción de nutrientes.

#### Abonado mineral

##### Nitrógeno

Su aportación se entiende más necesaria cuando el vigor de las cepas se ve amenazado, ya sea por el entorno o por técnicas de cultivo como las cubiertas vegetales, que reducen su disponibilidad y comprometen el alcanzar los niveles adecuados de N en mostos para una correcta fermentación. En este último caso, se hacen necesarias aportaciones suplementarias de N, normalmente localizadas en la fila o aportadas en superficie.

Teniendo en cuenta factores tales como las características del suelo, las condiciones para una mayor o menor mineralización de la materia orgánica, la pluviometría, que condiciona en parte las pérdidas de N en el suelo, o los niveles de vigor y rendimiento, podemos hablar de unas aportaciones medias de N en torno a los 30-40 kg/ha y año, expectativas que se incrementan notablemente en viñedos con vocación de elevados rendimientos (mostos, aguardientes...) o en viñedos dedicados a la producción de uva de mesa y pasa.

Habida cuenta de las características del N, elemento móvil y de fácil lavado (sobre todo en forma de nitrato), en una estrategia de fertilización convencional conviene aplicarlo en solitario, superficialmente, y de forma fraccionada entre desborre y postcujado. Si el viticultor opta por la utilización conjunta de N con el P y el K, la aplicación debería retrasarse

lo más posible dentro del invierno, respetando las características de utilización del P y del K.

##### Fósforo

El P juega un papel importante en el desarrollo vegetativo general de la cepa, incluidas las raíces. No obstante, la infravaloración de su disponibilidad por los métodos habituales de análisis de suelo, la mejora de absorción por micorrización... hacen que las necesidades que la vid tiene de P no sean elevadas, por lo que deben prevalecer criterios de moderación. En este sentido, y basándonos en el análisis foliar como evidencia más clara de los posibles desequilibrios de P, se podrían plantear unos aportes de 20-30 kg  $P_2O_5$ /ha y año, debiendo prever las frecuentes inmovilizaciones de este elemento en el suelo y los bajos coeficientes de utilización de muchos de los abonos que aportan este elemento. Por otra parte, considerando la poca movilidad del P y su baja solubilidad, conviene que la aplicación de abonos que incorporan P se realice de forma temprana y localizada. De cualquier modo, si el abonado de fondo en P ha sido adecuado, podría incluso prescindirse de su aportación.

##### Potasio-Magnesio

Teniendo en cuenta el marcado antagonismo entre K y Mg, resulta acertado plantear simultáneamente y de forma equilibrada el abonado de estos dos elementos. El diagnóstico peciolar a través de la relación K/Mg (3-8) y la consideración en el suelo de las relaciones K/CIC (2-4%) y K/Mg (3-4), se han convertido en herramientas útiles para dirigir su fertilización. Como pauta general, se puede proponer un aporte de K equivalente a 60-100 kg  $K_2O$ /ha y año, según tipo de suelo (lavado; retrogradación), volumen de cosecha o riesgo de provocar deficiencias de Mg.

En uva de mesa, estas cantidades pueden llegar a duplicarse. Por su parte, la propuesta para el Mg se situaría alrededor de 15-30 kg MgO/ha y año, guardando aproximadamente una relación K:Mg de 3:1 en el abonado, para evitar así desequilibrios entre ambos elementos. Los criterios de aplicación de K y Mg responden a los comentados para el P.

A modo de referencia, y teniendo en cuenta las consideraciones realizadas, la tabla 6 recoge unas recomendaciones medias de abonado de mantenimiento del viñedo en función del rendimiento, que han sido estimadas por el Servicio de Investigación Vitivinícola para la variedad Tempranillo, en las condiciones habituales para los viñedos de la DOC Rioja.

#### 4. Fertirrigación

Hasta fechas recientes, la condición de secano que ha caracterizado al viñedo español ha limitado el uso de la fertirrigación como la alternativa razonable para pilotar el abonado de la vid. Ahora bien, la práctica de la fertirrigación debe asociarse a una estrategia adecuada de riego, que permita distribuir los fertilizantes de forma escalonada y adaptada a las necesidades de la cepa, sin dar lugar a problemas de aplicación masiva que conducen tanto a obturaciones en la instalación de riego como a la acumulación excesiva de sales fertilizantes en el bulbo de los goteros (figura 4). A pesar de sus inconvenientes: coste inicial, necesidad de mano de obra cualificada, obturación de goteros..., ofrece ventajas innegables en la distribución de nutrientes según objetivos y fases del ciclo, en la disminución de las cantidades de elementos a aportar por aumento de su eficacia, en la automatización del proceso o en la posibilidad de establecer abonados "a la carta".

Desde nuestra perspectiva, y considerando las necesidades de elementos

**Tabla 6.** Recomendaciones medias de abonado del viñedo, según el rendimiento, para la variedad Tempranillo

| Rendimiento (kg/ha) | N     | $P_2O_5$ | $K_2O$ | 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 |

**Figura 4.** Sistema de fertirrigación utilizado para ensayos sobre la nutrición de la vid.



minerales que han sido propuestas, entendemos que una adecuada distribución del programa de fertirrigación respondería al siguiente reparto:

- Para el N, e incluso para el P, aplicar un 40% entre desborre y floración, y el 60% restante entre cuajado y proximidades de envero.
- En el caso de K y Mg: 40% de desborre a floración; 50% entre cuajado y envero; y un 10% durante el proceso de maduración.

## 5. Abonado foliar

Las características morfológicas de la hoja de vid ayudan a la eficacia de las aplicaciones foliares de elementos minerales, aunque se debe tener presente su carácter complementario, e interviniendo

solo cuando se estime oportuno y necesario. Son muchos los abonos y especialidades comerciales con los que contamos, si bien es importante considerar las posibles incompatibilidades cuando se aplican con otros productos, así como utilizar volúmenes de agua generosos, procurando evitar fitotoxicidades.

## Consideraciones finales

El abonado de la vid constituye una tarea compleja y difícil de manejar habida cuenta de su condición de cultivo de secano, leñoso y perenne, y del amplio abanico de factores naturales, biológicos y culturales que intervienen en la nutrición mineral de la vid. La fertilización ha de responder a criterios de moderación y regularidad. Papel importante juegan los diferentes

métodos para evaluar el estado nutricional del viñedo que, si bien conviene considerarlos en su conjunto, cabe destacar la utilidad del análisis y diagnóstico foliar. Especial atención se debe dedicar al manejo del N, con objeto de modular adecuadamente su influencia en el potencial productivo y vegetativo de la cepa, en la sanidad y en los factores que determinan la calidad de la uva y del vino. Asimismo, y muy estrechamente relacionado con la acidez del vino, el K ha de gestionarse con moderación, vigilando antagonismos con otros elementos y todos aquellos factores que intervienen en la nutrición potásica. La mayor flexibilidad en el uso del riego abre un camino de presente y futuro a la fertirrigación, especialmente importante en viñedos de uva de vinificación.

## Bibliografía

- Delas, J.**, 2000. *Fertilisation de la vigne*. Editions Féret.
- Comité de Champagne**, 2018. "Viticulture Durable en Champagne", Guide Pratique. Le Vigneron Champenois: 38-68.
- García-Escudero, E.**, 2010. "Abonado del viñedo", *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 213-221.
- García-Escudero, E.; Romero, I.; Benito, A.; Domínguez, N.; Martín, I.**, 2013. "Reference levels for leaf nutrient diagnosis of cv Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L) in the Rioja Appellation", *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 44: 645-654.
- Benito, A.; García-Escudero, E.; Romero, I.; Domínguez, N.; Martín, I.** 2015. "Sufficiency ranges (SR) and deviation from optimum percentage (DOP) references for leaf blade and petiole analysis in 'red Grenache' grapevines", *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 49: 47-58.
- García-Escudero, E.; Martín I.**, 2017. "Optimización de la fertilización del viñedo", *Vida Rural* 432: 1-10.