

cierre de los estomas como son el ácido abscisico, el CCC (que reduce el número de estomas), el SADD, los acetatos fenílicos y algunos polímeros más o menos complejos, aunque estas técnicas aún son sólo de aplicación experimental y están, normalmente, fuera del manejo habitual de nuestros viticultores.

Como técnicas de riego debemos considerar el riego por inundación, que sólo se emplea como riego de apoyo en invierno y en uva de mesa y si la disponibilidad es alta. Actualmente se emplean técnicas que permiten economizar agua; estas técnicas son el riego localizado mediante el empleo de goteros o cintas de exudación sobre el suelo, goteros colgados de alambres de sujeción a distintas alturas o incluso enterrados (subirrigación), con diseños muy diversos y densidades y distribución de emisores variables, que deben ser estudiadas en cada caso. El uso de microaspersores se ha mostrado, si se maneja con cubiertas verdes en siega, como muy adecuado en la consecución de la calidad. El empleo de aspersores, fijos o móviles, sean barras o cañones es empleado en algunas ocasiones, sus resultados son buenos pero el control que debe realizarse de las plantaciones tiene que ser muy exhaustivo para evitar auténticos problemas con algunas enfermedades fúngicas como el mildiu, el oidio y sobre todo la botritis.

Establecer las necesidades hídricas de una plantación es importante recordemos que:

$$\text{Necesidades hídricas} = \text{ETM} - \text{lluvias}$$

en muchas de nuestras zonas este déficit varía entre 45 y 380 mm.

En realidad las necesidades hídricas y la ETM dependen del tipo de suelo (limoso, arcilloso o arenoso) que condiciona la reserva útil de agua en el terreno y modifica la humedad ponderada del suelo que determina el punto de marchitamiento, dependiendo también de la variación del estado hídrico (ψ) del suelo a lo largo del día que es distinto en cada uno de los meses del año y que según la combinación cultivar/patrón tiene unas tolerancias que varían entre los -14 y los -19 bar.

Pero el estado hídrico (medido por el potencial hídrico) depende como sabemos de otros potenciales y está determinado o depende según indicamos a continuación de los siguientes factores:

$$\psi = \psi + \pi + T$$

Siendo:

π el potencial osmótico.

T el potencial matricial o efecto esponja determinado por la composición proteica de las cepas entre otras cosas.

T el potencial de turgencia y está afectado por la fase de crecimiento de las cepas y la transpiración real.

Conocer la calidad del agua empleada en el riego es también muy importante: Se recomiendan conductividades menores de 3 dS/m, pero estos valores pueden ser muy variables, desde luego debe procurarse no utilizar en vid aguas con conductividades mayores de 6-7 dS/m y en estos casos empleando, si se usa el riego por goteo técnicas de pulsos, o riegos de lavado de los bulbos con aguas de mejor calidad; la necesidad del lavado (NL) del bulbo puede determinarse con el criterio siguiente:

$$NL = \frac{CEa}{2[CEmáx]}, \text{ siendo:}$$

CEa: Conductividad eléctrica del agua de riego.

CEmáx: Conductividad eléctrica máxima del extracto de saturación que conduce a la pérdida de la producción. La CEmáx debe considerarse de 12 dS/m en la vid. En riego por goteo debe cuidarse la acumulación de sales en el límite del bulbo y en el círculo periférico subsuperficial.

La determinación de la calidad de las aguas debe basarse en su análisis completo y no sólo en su conductividad y diferenciando si son aguas superficiales, de pozo o procedentes de depuradoras, en general deben controlarse aniones (Cl^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , CO_3H^- , NO_3^-) cationes (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) y si es necesario otros microelementos y metales pesados como Fe, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, etc. así como la conductividad, el pH, etc.

Unos valores admisibles en las aguas de riego para la vid son los indicados en la tabla siguiente.

Tabla 4. Valores frecuentes y admisibles en las aguas de riego

Conductividad CE	0-3 mS/cm a 25°C (mejor <2,5 mS/cm)
pH	6-8,5
Sales solubles totales	0-2,3 g/L
N(NH ₄ ⁺)	0-5 mg/L
N(NO ₃ ⁻)	0-10 mg/L
B	0-3 mg/L
Cl	0-2 mg/L
SO ₄ ²⁻	0-30 meq/L
Na ⁺	0-20 meq/L 0-40 meq/L
K ⁺	0-0,5 meq/L
Mg ₂ ⁺	0-5 meq/L
CO ₃ ²⁻	0-0,1 meq/L
CO ₃ H ⁻	0-10 meq/L

Existen distintas tablas para determinar la adecuación del agua basadas en la conductividad entre estas debemos citar las establecidas por Wilcox, Roquero *et al.*, etc. Del análisis de estas tablas podemos establecer que aguas de CE con valores superiores a 3 dS/m son inadecuadas para el riego de la vid y con valores por debajo de 2,5 dS/m se consideran como buena calidad.

Si valoramos la calidad del agua basándonos en el índice SAR o en el índice de Scot (que consideran en un caso los iones sodio, calcio y magnesio y en el otro los iones sodio, cloro y sulfato) podemos establecer unas calidades basadas, en el caso del índice de Scot en el denominado coeficiente salino (K) siendo entonces un agua de calidad aquella que posee K>18; con K entre 6 y 18 el agua es aceptable y con K<6 el agua es potencialmente inadecuada y puede producir una salinización progresiva; para K<1,2 el agua es inadecuada para el riego.

El valor de k puede calcularse según la fórmula:

$$K = \frac{662}{[Na] - (0,32[Cl] + 0,43[SO_4])}$$

y establecer correcciones según el tipo de suelo como indican Hartman, Peterson y Thorme.

El cálculo del SAR se basa en la fórmula:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\frac{[Ca^{2+} + Mg^{2+}]}{2}}$$

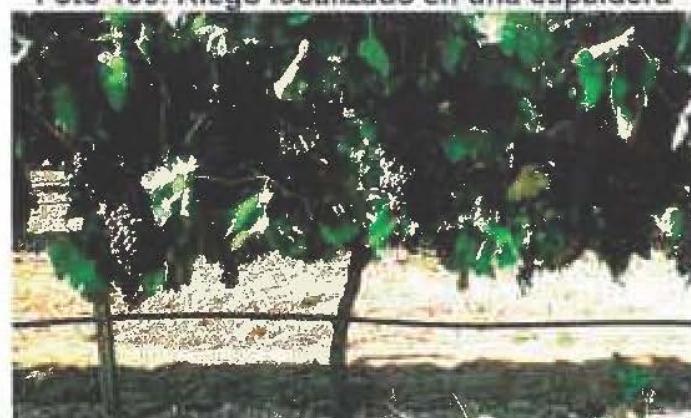
Los valores aceptables del SAR dependen también del tipo de suelo no siendo adecuadas aguas con SAR>8. Aunque pueden permitirse valores más altos para el riego de la vid, siendo recomendables aguas con SAR<3 (o <5) según distintos autores como Westcot, Ayers, etc.

8.2. TIPOS DE RIEGO

Buscando la eficiencia en el uso del agua, debemos pensar muy bien en el tipo de riego elegido. Para las plantaciones de vid los principales tipos de riego recomendados en la actualidad son los que se exponen a continuación.

8.2.1. Riego por goteo

Foto 109. Riego localizado en una espaldera



El empleo de riego por goteo, es en principio el más adecuado. El uso de material de riego normalizado es aconsejable, así como el empleo de goteros autocompensantes y antidrenantes.

Las dosis de agua dependen de muchos factores y pueden variar entre 0,8 mm y 1,6 mm por cepa y día, cambiando estas cifras si los aportes son entre el desborre y el envero. En ocasiones pueden emplearse aportes entre 1,2 y 3,3 mm por cepa y día, pero sólo en períodos cortos de tiempo.

8.2.2. Riego por microaspersión

La superficie mojada que se consigue con este tipo de riego es mayor que con el riego por goteo y permite una más amplia expansión del sistema de raíces de las cepas, por lo que si el riego se efectúa sólo en un periodo corto del año (coincidiendo con el cuajado y hasta el envero, que parece ser lo más adecuado para la calidad) es muy conveniente esta mayor expansión del sistema de raíces. Las dosis a emplear son algo más elevadas, pero pueden ser muy bajas si sólo se pretende refrescar el entorno de los racimos cuando hay suficientes reservas hídricas en el suelo.

8.2.3. Riego enterrado

El empleo de sistemas de riego enterrado con goteros integrados y con herbicidas de liberación lenta son, en principio, muy convenientes puesto que localizan en profundidad los sistemas de raíces y por ello soportan mejor los rigores del verano. Con este sistema las cepas mantienen una mayor actividad si se suprime el riego que si se trabaja con goteros en superficie. Sólo con este tipo de instalaciones es posible cortar el riego en el enverado y no producir descompensaciones bruscas en la evolución de la uva, que pueden dañar su calidad o incluso evitar que madure adecuadamente, si la disponibilidad hídrica en el final del periodo seco es muy baja.

Este tipo de riego tiene como ventajas la extraordinaria localización que consigue del agua y de los fertilizantes, la uniformidad de distribución, el fácil control superficial de adventicias al permitir laboreos poco profundos y al impedir la germinación de algunas semillas, al no suponer un aporte superficial de agua en zonas muy secas; además es una técnica que mejora el importante factor de sostenibilidad que es la microbiología del suelo.

Pero esta técnica de riego tiene también unos inconvenientes como son el elevado coste de instalación y del material a emplear, que debe ser de la adecuada calidad para que no tenga roturas que serán difíciles de detectar, que no sufra obstrucciones y que no sea invadido por las raíces, para lo que habitualmente los goteros se impregnán con filmes de liberación lenta de trifuralina u otros herbicidas.

8.3. PLANIFICACIÓN DEL RIEGO

En las plantaciones vitícolas la planificación del riego debe tener en cuenta una serie de factores, tanto en el diseño inicial de las instalaciones como en el establecimiento de dosis a aplicar, secuencias y frecuencias de riego. Entre estos factores debemos considerar:

- Tipo de suelo (textura y estructura).
- Contenido en materia orgánica y tipo de ésta, así como si es aportada como abonado de fondo o de mantenimiento.
- Calidad del agua a emplear y prever la necesidad de lavados y pulsos.
- Edad de las cepas.
- Densidad de plantación.
- Conducción empleada y poda que se realiza para determinar el nivel de producción que se desea.
- Manejo del suelo y de las adventicias.
- Evapotranspiración real en la zona o en la propia plantación.
- Pluviometría habitual.
- Calidad y tipo de vino que se desee obtener, o tipo de uva de mesa.
- Sensibilidad de los cultivares a la botritis.
- Combinación injerto-patrón, e influencia de este último.

Con todo ello y con la observación directa de las cepas y la maduración de sus racimos, se decidirá las dosis y la secuenciación del riego.

Existen numerosas propuestas y ensayos de riego realizados por diversos autores.

Una propuesta orientativa de riego inicial para ser modulado después de observar los resultados obtenidos en la vendimia, es la siguiente:

- Para densidades entre 1.700 y 2.500 cepas por hectárea y con 130-280 mm útiles de pluviometría y existiendo disponibilidad de agua se pueden emplear entre 850 y 1.000 litros/cepa y año según cultivar.
- En situaciones similares con K_c entre mayo y agosto, determinadas por las técnicas habituales y pluviometría entre 300 y 350 mm pueden aplicarse, según el destino del vino los siguientes aportes (Blouin, 1977), debiendo considerarse los siguientes datos y aportes:

Kc: 0,15-0,30; 0,20-0,40 se recomienda aportar mediante riego el equivalente a unos 115 mm en cultivares tintos para crianza y envejecimiento.

Kc: 0,17-0,35; 0,23-0,5 se recomienda aportar un equivalente a 200 mm de pluviometría con el agua de riego para cultivares destinados a vinos jóvenes blancos.

Kc: 0,16-0,41; 0,24-0,46 se recomienda el aporte equivalente a 128 mm en variedades de bastante vigor y destinadas a vinos jóvenes tintos.

Kc: 0,16-0,33; 0,22-0,48 se recomienda el aporte entre 80 y 100 mm para obtención de vinos tintos destinados a reservas de calidad.

Estos datos son un ejemplo y no deben tomarse como dosis de riego generales sin conocer detalles de las condiciones locales de las parcelas. Los datos han sido extraídos de ensayos propios en distintas zonas vitícolas del área mediterránea.

Es conveniente aplicar en el riego de la vid sólo el 40% de la ETP calculada. En el cultivar Bobal se han observado cambios negativos en la calidad de la uva respecto al testigo no regado cuando se aplican dosis más elevadas del 40% de la ETP entre la cierna y el envero.

Tabla 5. Variaciones observadas en el cultivar Bobal regado con dosis superiores al 40% de la ETP en el periodo entre cierna y envero

Carácter considerado	Sin riego	Con riego ligeramente superior al 40%
Producción unitaria (Kg/cepa)	3,5±0,3	5,1±0,6
Fertilidad real (nº racimos/nº sarmientos)	1,4	1,5
Peso del racimo	387±43	426±39
Peso madera de poda (Kg)	0,6±0,1	0,8±0,1

Fuente: Salazar, 2003.

El efecto del régimen de riego en el tamaño de las bayas ha sido estudiado por diversos autores, entre ellos Reynier (1999) que considera 4 tipos de riego que son los siguientes:

- a) Suministro de varios porcentajes de la ETP hasta envero/supresión del riego tras el envero.
- b) Sin aporte de agua hasta la cierna/aporte de distintos porcentajes de riego desde cierna a enverado.
- c) Aporte de distintos porcentajes de la ETP durante todo el ciclo de la vid.
- d) Sin suministro complementario de agua.

Recordemos que dosis demasiado altas de agua en el riego de la vid conducen a deterioros claros de la calidad de las uvas y las vendimias; como ejemplo de estos posibles daños e inconvenientes podemos enumerar los siguientes:

- Efecto dilución en la baya de muchos componentes.
- Alteraciones el equilibrio vegetativo productor favoreciendo el crecimiento vegetativo.
- Modifica la síntesis de determinados metabolitos y por tanto variar su contenido y relación.
- Modifica la relación raspón-bayas, modifica la relación pulpa-hollejo.
- Aumenta la acidez del mosto.
- Aumenta el contenido global en taninos.
- Comunica menor estabilidad colorimétrica a los mostos y vinos.
- Disminuye la intensidad colorante de los mostos y vinos.
- Altera la cromaticidad y luminosidad del mosto.
- Modifica las relaciones esteroisoméricas de azúcares y ácidos.
- Produce un descenso en el contenido de ácido málico.

Es claro que la interacción y por tanto la combinación injerto-patrón influye mucho en la absorción de nutrientes pero también influye en el vigor y productividad de las cepas; no debemos tampoco olvidar que el patrón influye en la eficiencia de absorción del agua, en la iniciación y evolución floral y por tanto en la fertilidad y en la calidad de la uva.

Al diseñar la instalación de riego y decidir la dosis a utilizar, debe considerarse el patrón utilizado, la tendencia a profundizar de sus raíces y otros comportamientos.

Actualmente existen muchas técnicas que pueden utilizarse no sólo en la previsión de las necesidades de riego sino también en el control instrumental del grosor de los sarmientos y bayas, pasando por el control ultrasónico de la cavitación en los vasos liberoleñosos, por el control de la temperatura foliar mediante rayos infrarrojos que está relacionada con la transpiración, el uso de

sondas térmicas en el tallo y llegando al uso de verdaderos sistemas integrados de control de las necesidades hídricas de las parcelas que pueden emplearse también en la predicción de enfermedades como son los sistemas PEPISA®, VEDTECH, BEARN, SAMER, BAMER, etc.

Una vez establecido el riego y decididas las dosis, así como la estrategia de riego a emplear, puede optarse por riegos deficitarios controlados y distribuciones porcentuales diversas entre brotación-cierna/cierna-cuajado/cuajado-envero/postenvero o brotación-cuajado/cuajado-envero/postenvero. Puede también ser interesante optar por el riego parcial, este riego consiste en disponer de dos líneas de goteros por fila de cepas y utilizar alternativamente una u otra de estas líneas. El riego parcial ha sido ensayado por nuestro equipo en Moscatel, Bobal y Monastrell y con dosis entre 352 l/cepa (140 mm) y 704 l/cepa (282 mm) de aporte, es decir con aportes entre 16 y 24 litros/cepa, considerándose excesivos otros aportes mayores también empleados (32 y 48 l/cepa).

Con ensayos de riego parcial comparado con riego habitual y empleando las mismas dosis de agua, se observa una mejora de la calidad de la uva con el empleo del riego parcial o alternado; esta ventaja, generalizando los resultados, con independencia de las dosis, que han sido comparadas una a una para evaluar sus efectos, podemos indicar que los resultados a los que se llega son:

- Un ligero aumento del contenido en azúcar evaluando en 2ºBrix por encima en riego parcial alternante sobre riego habitual.
- Un aumento del contenido en polifenoles.
- Un aumento de los antocianos.

En principio parece muy positivo este tipo de riego que mantiene un cierto nivel de estrés por déficit hídrico en al menos una parte del sistema de raíces de las cepas.

8.4. EFECTOS GENERALES DEL RIEGO EN LAS CEPAS Y EN SUS PRODUCCIONES

A priori no podemos hablar de inadecuación de la práctica del riego, pero normalmente éste no es aplicado con bases técnicas adecuadas, lo que puede suponer, o por inadecuado diseño o por exceso de dosis, un deterioro para la calidad de la uva y especialmente del vino; el riego evidentemente tiene unas consecuencias en la producción de las cepas y en la calidad de las vendimias que no son en principio contrapuestas pero sí suelen serlo en la realidad; es claro que el agua es necesaria para las cepas como vehículo de transporte, como metabolito y como determinante de la nutrición, es claro que sequías intensas y duraderas comienzan deteriorando las vendimias al no permitir la adecuada maduración de las uvas pudiendo comprometer la supervivencia de las cepas, pero el riego en exceso deteriora la calidad de los vinos y produce un aumento de vigor y necesidades de las cepas.

Como efectos del riego podemos mencionar:

- Aumento de la superficie foliar y modificación de la intensidad transpiratoria,
- Aumento del vigor lo que requiere una poda adaptada a esta circunstancia y un posible deterioro del microclima a nivel del racimo sino se soluciona maximizando la aireación a este nivel de las cepas.
- Adelanto de la entrada en producción de las cepas jóvenes, aumentando también la presencia de nietos.
- Mejora el sistema de raíces pero puede hacer que este sea más superficial o con distribución poco homogénea o muy irregular (agrupada a los goteros y existiendo sólo casi en el bulbo de éstos en caso de utilizar riego localizado de este tipo); si este sistema de raíces es más superficial, las cepas son más sensibles a la sequía si se suprime el riego al final del ciclo productivo.
- Se retrasa el agostamiento de los sarmientos
- Se modifican las pautas de absorción y circulación de determinados nutrientes y en concreto se facilita la absorción de fósforo y se dificulta la adecuación del contenido del magnesio al aumentar las necesidades de este nutriente, que por ello debe aumentarse en el diseño de la fertirrigación.
- Se modifica el periodo de dormición de las yemas.
- Se puede alterar la fertilidad, especialmente en variedades precoces.
- Siempre mejora la expresión del potencial productivo.
- Retrasa la maduración, prolongando el periodo herbáceo de las bayas.
- Aumenta la regularidad de las producciones.
- Se modifica el efecto sobre la calidad de la uva, el mosto y el vino como consecuencia del aumento de la actividad general de las cepas.

Respecto al tema calidad, la respuesta al riego es muy distinta según el cultivar del que se trate y del patrón empleado. Así en algunos cultivares, el riego si no es muy reducido (menos de 50-55 mm anuales por cepa) resulta perjudicial, mientras en otros cultivares o afecta poco o incluso puede suponer, si este riego es moderado, una mejora de sus características.

Como efectos generales sobre la calidad podemos establecer que el riego:

- Aumenta ligeramente la acidez especialmente el contenido en ácido málico.
- Afecta poco al pH, aumentándolo en su caso muy ligeramente.
- Aumenta en general el peso de los racimos.
- Aumenta la relación pulpa/hollejo.
- Aumenta la relación grano/raquis.
- Aumenta el número de bayas por racimo.
- Aumenta el tamaño de las bayas.
- Aumenta el peso de los racimos.

Estos efectos o parte de ellos pueden considerarse adecuados para la uva de mesa y para algunos cultivares vitícolas ya que normalmente no aumenta mucho el tamaño de las bayas y por ello su efecto dilución es bajo y está normalmente compensado por la mayor tasa fotosintética que realizan las vides y que aumentan la cantidad de productos sintetizados por la cepa.

El riego, sobre todo cuando está hiperdosificado, produce una serie de inconvenientes o problemas en las cepas y sus producciones que pueden resumirse en las siguientes acciones:

- Aumenta el corrimiento de flor.
- Retrasa claramente la maduración como ya hemos indicado.
- Disminuye el contenido en potasio del mosto (sino se corrige el aporte de este elemento en la fertirrigación).
- Disminuye ligeramente el contenido en azúcar.
- Disminuye el color del mosto al bajar el contenido en polifenoles y en taninos, aunque sus efectos sobre los antocianos no son tan claros, ya que aunque desplaza sus máximos en el ciclo de maduración esto no siempre resulta negativo. Con dosis crecientes de agua siempre polifenoles (IPT) taninos y antocianos disminuyen y por tanto el índice de color (IC) también disminuye.
- Aumenta ligeramente la acidez.
- Disminuye los aromas, tanto en concentración como en presencia ya que algunos de ellos pasan a ser simplemente trazas y pierden su efecto.
- Se producen roturas de granos por agrietado con pérdida de azúcares lo que influye deteriorando la sanidad de la uva.
- Aumenta la incidencia de hongos (especialmente botritis y mildiu) en los racimos y cepas.
- Pueden aumentarse y agravarse las podredumbres de raíz (*Rosellinia*, *Armillaria*, etc).
- Aumenta la incidencia de hongos vasculares cuyo reservorio es el suelo (*Acremonium*, *Botriosphaeria*, etc).
- Baja la tonalidad del mosto.
- Puede aumentarse la luminosidad.
- Puede aumentar el pH.
- Disminuye la consistencia de la pulpa en algunos cultivares de uva de mesa.

Y desde luego se modifican los índices y puntuaciones de las catas siendo peores los resultados olfativos y gustativos pero manteniéndose los valores visuales.

Las dosis empleadas en el riego por algunos autores y en determinadas localizaciones se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 8. Dosis empleadas en el riego por algunos autores en distintas localizaciones

DOSIS	AUTOR y LOCALIZACIÓN
400-500 mm	California, 1944: Amerine y Winkleer
230-300 mm (+280)	California
130-300 mm	California, 1960: Neja <i>et al</i>
800-1.000 mm	Israel, 1961: Goor <i>et al</i>
400 mm	Israel, 1964: Spiegel Rioj y Bravdo
619 mm	Sudáfrica, 1975: Saayman y Van Zyl
No necesario (360-500 mm)	Laguedoc. Francia, 1982: Merialux
185 mm	Suiza, 1984: Calame
700-800 mm	Australia, 1987: Prior y Grieve
85-125 mm	Utiel-Requena. Valencia. España, 1996: Salazar
75-300 mm; 265 mm (1.560 l/cepa)	Castilla La Mancha. España, 1999: Yáñez

Los efectos del riego sobre el contenido en las uvas en polifenoles totales (IPT), el índice de color (IC) y antocianos totales se ha estudiado el contenido en estos parámetros en cuatro cultivares sobre el patrón 110R que son Monastrell, Bobal, Syrah y Cabernet Sauvignon y un cultivar Bobal sobre cinco patrones (110R, 140Ru, SO4, 420 A y 3309) estudiando, en maduración la concentración estos componentes como respuesta a diversas dosis de riego equivalentes a cantidades entre 40 y 150 mm de pluviometría anuales lo que ha dado unos resultados provisionales durante las campañas 2002-2005 que indica el progresivo descenso tanto del IPT como del contenido en antocianos de todos los cultivares estudiados; este descenso es menos marcado en Cabernet Sauvignon que es el cultivar que mantiene mejor los valores de estos parámetros de calidad al aumentar el riego, al menos en nuestras condiciones de ensayo; asimismo es sobre los patrones 3309 y 420 A donde mejor se mantienen los contenidos en polifenoles y antocianos así como el índice de color al aumentar las dosis de riego. Aunque sin llegar a valores de dosis riego altos la disminución de la calidad, determinada por estos tres índices (polifenoles, taninos y antocianos), se observa a partir de aportes de agua equivalentes a 80 mm de pluviometría durante el ciclo vegetativo de las cepas (Salazar, 2003).

Usar el riego buscando calidad debe tener claro que lo deseable es conseguir la completa maduración de las uvas y a ser posible una situación de estrés moderado en la planta. Además pretende conseguir granos uniformes y pequeños dependiendo del cultivar, que las brotaciones e hijuelos sean pocos y cortos y que evidentemente los racimos estén sanos. Una de las formas de conseguir calidad es con aportes racionales y limitados de agua en cada período de desarrollo del ciclo productor de las cepas, así debemos intentar, mediante las adecuadas restricciones de los aportes de agua, conseguir en las cepas lo siguiente:

- Equilibrar y minimizar el crecimiento vegetativo antes de la cierna, esta restricción también tiene como efecto reducir el número de granos por racimo y aumentar los sólidos solubles.
- Mantener el vigor moderado entre cierna y envero con lo que se consigue no aumentar demasiado el tamaño del grano y sí su contenido en sólidos solubles.
- La restricción entre envero y vendimia consigue una cierta situación de estrés para mejorar la proporción de elementos nobles pero no debe llegar a reducir el peso de los racimos, ni evitar la adecuada maduración.
- La restricción inmediatamente después de la vendimia no es adecuada pues evita la acumulación de reservas y reduce la fase de crecimiento de raíces que se da en esta fase del ciclo de las cepas, por ello siempre se recomienda el riego después de la vendimia si las necesidades de las cepas no son cubiertas por las lluvias de otoño.

Un buen manejo del riego permite controlar el peso de racimos, el tamaño de las bayas y su contenido en azúcares, mejorar el color y conseguir una maduración más uniforme, permitiendo también regular el crecimiento de las cepas, la masa foliar y aumentar las producciones sin perjudicar la calidad.

Determinar las dosis adecuadas de riego no es fácil y menos teniendo en cuenta que la vid tiene una muy buena adaptación a déficits hídricos transitorios, ya que el potencial hídrico foliar y la conductancia estomática actúan como reguladores de las necesidades hídricas básicas y permiten mantener una fotosíntesis eficiente sin manifestar, hasta cierto punto, los inconvenientes

que producen sequías extremas, pero es evidente que las cepas regadas consiguen finalmente una mayor actividad fotosintética y una transpiración más regular, lo que facilita la síntesis de los productos metabólicos esenciales y por ello permite la correcta formación de azúcares, ácidos, flavonoides, polifenoles, etc., Determinados productos, considerados como nobles en las uvas, aumentan su síntesis en condiciones de estrés moderado es decir con restricciones puntuales en el suministro hídrico, pero en general ni la composición ni las características de la vendimia mejoran con fuertes restricciones hídricas, de todas formas los distintos patrones y las distintas variedades no responden igual a estas restricciones temporales de los aportes hídricos, que deben ser tenidos en cuenta en el diseño de los programas de riego localizado de las plantaciones ya que estos programas no deben hoy basarse únicamente en los cálculos mediante fórmulas matemáticas basadas en la Eto (evapotranspiración de referencia) sino que hoy deben empezar a considerarse técnicas de control más modernas como son los sensores de medición de la evolución de la humedad del suelo, los medidores de diámetro de tronco y brazos (contracción diaria), medidores de flujo de savia, además de los medidores del potencial hídrico y temperatura, tasa de transpiración y de fotosíntesis de las hojas, etc.

9. ABONADO Y FERTILIZACIÓN

9.1. INTRODUCCIÓN

En la vid como en cualquier cultivo el abonado ya sea de fondo antes de la plantación o de mantenimiento durante el cultivo es una de las prácticas que más influencia tiene en la producción y en la calidad de la vendimia; recordemos que este abonado debe ser lo más respetuoso posible con el entorno evitando lixiviados y escorrentías innecesarias.

Un plan de abonado debe basarse siempre en las características y composición del suelo sobre el que se establece el viñedo y teniendo en cuenta el material vegetal empleado, su edad y las técnicas mediante las que se maneja.

Para diseñar una fertilización adecuada se debe preparar un calendario de abonado basado en los análisis de suelo, de agua de riego en caso de practicarse éste y foliar. Este último detecta de forma adecuada, normalmente, las carencias de Mg, Mn, P, K y no con tanta fiabilidad las carencias de Ca, Cu, Zn y que desde luego son poco adecuados para detectar las carencias de Fe.

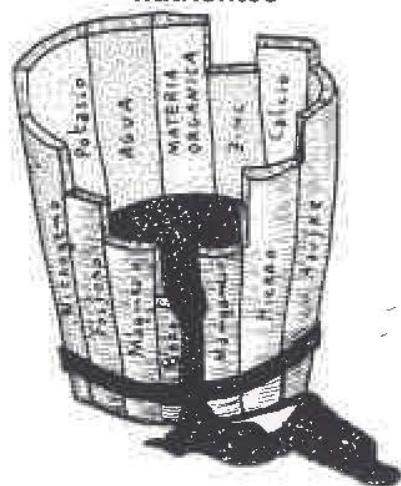
En general los análisis de suelo son más útiles para situarnos en las necesidades de los distintos elementos y para evaluar inicialmente los posibles problemas o dificultades para el cultivo en ese suelo, antes de realizar la plantación, mientras que para determinar las necesidades de cada elemento a lo largo de los años son más útiles los análisis foliares (con o sin peciolos) y de la madera de poda.

El abonado no debe ser algo rutinario sino una práctica de cultivo razonada, basada no sólo en los diagnósticos de suelo y hoja sino también en la observación del viticultor sobre el desarrollo y evolución de las cepas; tengamos en cuenta que es importante diseñar un programa racional de abonado basado en:

- La naturaleza y perfiles del suelo.
- La profundidad del suelo.
- La distribución, cantidad de barbeta, superficie y profundidad explorada por las raíces.
- El perfil hídrico.
- Sistema de manejo de la plantación, según sea por laboreo, con cubiertas o empleando herbicidas.
- El patrón elegido.
- La densidad de plantación.
- El tipo de conducción y poda así como la previsión de la producción y la calidad de la misma.
- El cultivar concreto establecido.

El diseño del abonado debe realizarse, sea cual sea su forma de aplicación, atendiendo a los correspondientes análisis foliares y de suelo tratando de evitar carencias y excesos, aplicando los abonos de la forma más eficiente posible, ya sea en su formulación, en su fraccionamiento o en su adaptación a la fase del ciclo de la vid en que su disponibilidad sea la más adecuada, en definitiva haciendo un uso racional del abono, como ya hemos indicado, según el tipo de suelo, su contenido en materia orgánica, el estado hídrico del suelo, el cultivar y patrón empleados, la densidad de plantación y la edad de las cepas, evitando la escorrentía, la lixiviación (o lavado) y la fijación irreversible a arcillas, tendiendo siempre a cubrir las extracciones por poda y producción, aportando además aquellos nutrientes necesarios para la normal actividad de las cepas.

Figura 109. Necesidades de nutrientes



El abonado en la vid requiere la adaptación de los fertilizantes al ciclo de la planta siendo adecuado el uso de abonos complejos como el 12-12-24, el 9-18-27 o el 15-9-15+2+7 en cantidades variables entre los 200 y los 650 Kg/ha, siendo muy conveniente el empleo de abonos orgánicos si ello es posible.

Una vez establecido el abonado básico según los datos disponibles y teniendo en cuenta la corrección de las posibles carencias debemos modular las dosis de abonado aumentando o disminuyendo las cantidades de los distintos elementos a utilizar según el nivel de la materia orgánica del suelo, el vigor, existencia de cubierta vegetal, presencia de piedras en la plantación, la profundidad de enraizamiento y el nivel de forzado o reducción de las producciones.

La eficiencia de un abonado depende siempre del factor limitante para la vid o del elemento que está en menor cantidad para cubrir realmente las necesidades de las cepas.

En la fertirrigación la elección del fertilizante es muy importante, debemos buscar el formulado más adecuado que posea la necesaria compatibilidad de sus componentes, una buena solubilidad, la pureza en componentes evitando especialmente el contenido en metales pesado y productos que sedimenten fácilmente, que induzca la mínima salinidad posible y que tengan la adecuada acidez que impida las obstrucciones calcáreas. Es adecuado usar el nitrógeno amónico soluble en distintas formulaciones, el ácido fosfórico, el potasio procedente del sulfato potásico o en casos puntuales del cloruro potásico y dejando el nitrato potásico sólo para los casos en que no se desea utilizar el nitrato amónico o cuando los niveles de nitratos en las aguas no sean problemáticos.

Actualmente existe la tendencia a reducir los aportes de nitrógeno y fósforo potenciando el empleo del potasio y de aquellos micronutrientes que se consideren necesarios para la corrección de carencias, sin embargo sólo se considera adecuado emplear estos oligoelementos en casos de carencias evidentes o si se consideran necesarios tras los correspondientes análisis foliares (en envero, en cierna, o en maduración) que recomiendan su empleo.

Actualmente y dentro del concepto de Agronomía razonada, el abonado ocupa un lugar importante y no debe establecerse ningún calendario de abonado sin tener en cuenta antes al menos las consideraciones siguientes:

- Evaluar la repetitibilidad de los análisis foliares durante varios años.
- Realizar un seguimiento de la maduración y adecuación de la vendimia correlacionándola con los aportes, especialmente de fósforo y potasio.
- Controlar el vigor de las cepas y buscar el equilibrio vigor/producción y evitar su desequilibrio por excesivos aportes de nitrógeno.
- Detectar carencias y actuar en consecuencia para su corrección.
- Relacionar o intentar correlacionar lo mejor posible los distintos niveles carenciales detectados con las características de suelo y foliares, tema este aún pendiente para muchos casos, zonas y variedades, al no existir unas cartas nutricionales de referencia en la mayor parte de nuestras zonas vitícolas.

9.2. FERTIRRIGACIÓN

Dentro de la tendencia actual al establecimiento de riego localizado en la vid, allí donde exista agua disponible, la fertirrigación toma una dimensión de necesidad o cuanto menos de adecuación ya que si el riego localizado pretende una optimización del escaso recurso que es el agua, la fertirrigación pretende racionalizar el uso de nutrientes tanto para reducir costes de cultivo como para reducir la contaminación del entorno, evitando también las pérdidas de estos fertilizantes que se producen si se aplican en cobertura.

La fertilización racional junto con la poda y la adecuada protección sanitaria son determinantes de la producción y la calidad de las vendimias; conseguir que la nutrición no sea un factor limitante, economizar nutrientes y optimizar su uso permite, aprovechando la potencialidad de las cepas, estabilizar cosechas y mejorar la producción y calidad de las uvas.

Un programa de fertirrigación debe basarse en los análisis previos del suelo, el agua y las hojas de la vid, para así detectar carencias, evitar toxicidades y optimizar la respuesta a los fertilizantes.

Como posibles equilibrios iniciales en la fertirrigación de la vid podemos considerar los valores 0,5/1; 0,4/0,6; 0,9/1,2 en N, P, K, con aportes de hierro si se detecta visualmente clorosis férrica y aportes de Mg y B si lo recomiendan los análisis foliares.

Como relaciones iniciales entre los principales elementos podemos considerar las siguientes, ya mencionados anteriormente:

15-9-15+2 (Mg) +7 (Fe), 12-12-24 y 9-18-27, dependiendo de la riqueza del suelo en elementos fertilizantes y el tipo de vino que se pretende elaborar.

En plantaciones jóvenes en producciones iniciales pueden emplearse como fertilización base equilibrios del tipo 30-20-60+16.

Unos valores representativos del contenido en nutrientes en hojas de Bobal en la zona vitícola de Utiel-Requena (Salazar, 2003) son los expuestos a continuación en los que se indican valores medios de 10 años y la valoración del nivel de adecuación de los mismos.

Tabla 6. Valores medios de los análisis foliares, en floración y envero obtenidos en una zona vitícola concreta en Utiel-Requena durante 10 años

Determinaciones	Final floración cantidad	Envero cantidad	Media	Nivel
Cenizas				
(Materias minerales) s.m.s. %	6,47	8,95	7,71	-
Nitrógeno (N) s.m.s. %	3,72	2,18	2,95	exceso
Fósforo (P) s.m.s.	0,24	0,17	0,21	óptimo
Calcio (Ca) s.m.s. %	2,70	4,05	3,88	exceso
Potasio (K) s.m.s. %	0,81	0,76	0,79	carencia
Magnesio (Mg) s.m.s. %	0,58	0,57	0,58	exceso
Hierro (Fe) s.m.s. ppm	367	263	315	exceso
Zinc (Zn) s.m.s. ppm	29	17	23	carencia
Manganoso (Mn) s.m.s. ppm	87	97	92	óptimo

La relación entre los elementos nutريentes obtenidos por análisis foliar son una forma adecuada de planificar la fertirrigación, en las tablas siguientes se indican y valoran algunas de estas relaciones.

Tabla 8. Relaciones entre elementos nutritivos obtenidas a partir de análisis de 10 años de una zona vitícola de Utiel-Requena

Relación	Valor	Nivel
N/K		Elevad
K/Mg		a
K/Ca +	4,51	Baja
Mg	1,55	Baja
P/Fe	0,21	Baja
K/Ca	4,92	Baja
Fe/Mn	0,25	Elevad
P/K	3,13	a
P/N	0,26	Elevad
Ca/Mg	0,05	a
P/Mn	6,24	Baja
Zn/Fe	15,40	Baja
P/Zn	0,04	Baja
	103,59	Baja
		Elevad
		a

Tabla 7 Interpretación de las relaciones básicas entre nutrientes obtenidos a partir de los análisis de 10 años en una zona vitícola de Utiel-Requena

Relación	Valor	Nivel
N/K	3,73	Elevada
K/Mg	1,36	Baja
K/Ca +	0,2	Baja
Mg	6,67	Baja
P/Fe	0,23	Baja
K/Ca	3,42	Elevada
Fe/Mn		

La fertirrigación tiene una serie de ventajas como son:

- Localización de los aportes evitando pérdidas de nutrientes.
- Mayor uniformidad y eficiencia en la aplicación de los nutrientes.

- Mantener las raíces más activas y fomentar el desarrollo de las mismas.
 - Aportar en cada época los requerimientos que tienen las cepas.
 - Posibilidad de fraccionar los abonados.
 - Disponibilidad continua de los nutrientes por las cepas que además pueden ser fácilmente dosificados.
 - Rapidez en los efectos si se trata de corrección de carencias.
 - Máximo aprovechamiento de los nutrientes evitando pérdidas y contaminación del entorno.
 - Bajo coste de aplicación.
- Pero también tiene una serie de inconvenientes como son:
- Un alto coste de instalación.
 - Requiere un manejo y mantenimiento cuidadoso y en ocasiones costoso.
 - Aumenta la salinidad en el entorno del bulbo y por tanto en la proximidad de las raíces, especialmente si los abonos no son bien elegidos, pudiendo llegar producir fototoxicidades.
 - Disminuye el anclaje de las cepas que son, o pueden ser, más fácilmente dañadas en vendimias mecánicas o por fuertes vientos, etc.
 - Puede requerir ajustes en los aportes de agua, y requiere trabajar por pulsos en determinados tipos de suelos.

Para establecer criterios, diseñar una estrategia y planificación de la fertilización se deben tener en cuenta una serie de consideraciones entre ellas debemos recordar:

- Los datos de análisis del suelo.
- Los datos de análisis foliares al menos en la cierna y el envero y los balances entre nutrientes.
- Las extracciones por el cultivo.
- Las recomendaciones de las cartas nutricionales para la zona y el cultivar, si existen.
- Las pérdidas previsibles por lixiviación y/o escorrentía.
- Los insumos de nutrientes no aportados conscientemente como son los aportados por el agua, etc.
- El diseño y marco de las plantaciones.
- El patrón empleado ya que existen muchas diferencias en la eficiencia de absorción de los distintos nutrientes por los diferentes patrones.
- Las carencias detectadas en las plantaciones.
- El tipo de manejo del suelo, cubiertas, etc.
- El manejo de la vegetación.
- La edad de la plantación.
- Las necesidades de los cultivares si son conocidas aunque sea a nivel general.
- El desarrollo de la plantación.
- La calidad y niveles de producción deseados.

Por supuesto también debe tenerse en cuenta el momento del ciclo de las cepas (según sean recién plantadas o en producción; por otra parte serán también distintas las necesidades en cada fase del ciclo anual), el tipo de aporte o suministro que vaya a realizarse o se haya realizado en la plantación.

En fertirrigación la posibilidad de fraccionar los aportes y secuenciar las cantidades relativas de cada elemento así como la elección del momento y porcentaje de abono a aportar en cada fase del ciclo de las cepas permite adaptar muy bien el abonado a las necesidades de las cepas, debiendo comenzar el abonado en el mes de abril con dosis más altas de fósforo que irán descendiendo al pasar el tiempo y dosis de potasio que irán creciendo hasta el enverano y reduciéndose luego progresivamente hasta la vendimia; los aportes y dosificaciones de cada parcela deben elaborarse detalladamente teniendo en cuenta todos los condicionantes existentes y pensando muy bien el destino de las producciones.

Como equilibrio nutricional básico en cepas en fertirrigación podemos tomar como referencia los valores 1/1/2/0,5 o 0,5/0,3/2,5/0,5 e incluso establecer otros equilibrios pensando en el destino de las uvas. Lo que si existe en las zonas vitícolas es una clara tendencia a reducir los aportes de nitrógeno en parcelas en riego. En la planificación del abonado deben introducirse una serie de factores correctores básicos como son el vigor de las cepas, el contenido en materia orgánica del suelo, la existencia de cubierta vegetal en siega (que aconseja aumentar las dosis de abonado entre el 10 y el 15%), la presencia de piedras abundantes en el terreno, la profundidad del enraizamiento, el nivel de forzado de las producciones, etc.

9.3. PAPEL DE LOS PRINCIPALES NUTRIENTES EN EL VIÑEDO

Es necesario conocer el papel básico de cada nutriente y sus efectos particulares en las cepas para diseñar una fertilización adecuada y poder detectar las anomalías, ya sean por carencia o por exceso, atribuibles a cada uno de los elementos básicos en la fertilización del viñedo (nitrógeno, potasio, fósforo, magnesio, boro y hierro).

La detección de carencias en las cepas debe realizarse siempre después de interpretar los adecuados análisis foliares. Corregir las carencias en el viñedo es una forma clara de mejorar la calidad y la producción. Han sido muchos los autores que han descrito los síntomas visuales atribuidos a las carencias en muchas especies; en viña lo han realizado Fregoni (1980), Cosmo (1980), Crespy (1999), Hidalgo (2002), entre otros.

En vid, es importante conocer las sintomatologías visuales atribuibles a las distintas carencias para poder tomar las medidas tendentes a su correcciones y para ello es importante, además de conocer el papel de los principales nutrientes y los efectos de las carencias, realizar una serie de observaciones en campo que después debemos contrastar con los análisis foliares y de suelo para ser correctamente aplicadas; entre estas observaciones debemos tener en cuenta, las siguientes:

- El control y evolución del vigor de las cepas.
- La presencia de amarilleamientos y enrojecimientos en las hojas.
- Las anomalías en sarmientos y racimos.
- La intensidad y la frecuencia de los accidentes fisiológicos.
- Las sensibilidades diferenciales a determinadas plagas.
- Las anomalías en las producciones, etc.

La función y efectos de los principales nutrientes se indican a continuación.

9.3.1. El nitrógeno

El nitrógeno (N) es un metabolito básico en los vegetales ya que es el principal factor de crecimiento que condiciona la velocidad de la división celular y el desarrollo de los órganos, por lo que es necesario especialmente en plantaciones jóvenes, pero su aplicación puede no ser necesaria o serlo en pequeña cantidad ya que los aportes de nitrógeno por el agua suelen ser importante, al menos en nuestras condiciones mediterráneas por fijación desde la atmósfera y por los aportes procedentes de la materia orgánica.

El nitrógeno aumenta mucho el vigor de las cepas y el porcentaje de yemas brotadas por lo que aumenta la fertilidad y la producción, pero si se aporta en exceso disminuye la diferenciación floral desequilibrando el binomio vigor-producción, aumenta el tamaño de las bayas y el pH del mosto, retrasando la caída de las hojas y el desborre. También tiene efectos no deseables, especialmente en la vendimia ya que induce una maduración más heterogénea y disminuye el contenido en azúcar del mosto, reduciendo la aromaticidad y los compuestos fenólicos con lo que disminuye claramente el color y la calidad de los vinos, también induce corrimiento de flor y hace que las cepas, como consecuencia del más rápido crecimiento de sus brotes resulten más sensibles al mildiu, aumentando también la sensibilidad a la botritis y a la podredumbre ácida, entre otras cosas porque induce rajado de bayas, también aumenta la sensibilidad de las cepas a los pulgones y los ácaros. Como consecuencia indirecta, el nitrógeno, además de aumentar el vigor y el grosor de los sarmientos, hace que los costes de poda sean más elevados y que en ocasiones la aireación disminuya, con lo que la calidad aún se deteriora más ya que retrasa la maduración, se atenúa la tipicidad varietal y puede llegar a cambiar la cinética fermentativa.

Excesos muy marcados de nitrógeno pueden llegar a producir necrosis de brotes y potenciar los síntomas carenciales de fósforo y potasio, aumentar las aminas en los vinos y reducir la síntesis de fitoalexinas, llegando a modificar la consistencia de las membranas celulares produciendo un marcado reblandecimiento en uva de mesa.

Las carencias en nitrógeno no son frecuentes pero en caso de producirse se observa una clara disminución del vigor de las cepas, que poseen entrenudos cortos y por ello sarmientos más cortos de lo habitual y hojas más pequeñas, que además manifiestan un ligero amarilleamiento, que por poseer menos clorofila son de color verde más pálido de lo habitual en el cultivar de que se trate, los granos son de menor tamaño y en algunas variedades se manifiesta, al igual que ocurría con el exceso de nitrógeno, un marcado corrimiento, siendo frecuente el enrojecimiento precoz de los peciolos y un agostamiento adelantado.

9.3.2. El potasio

El potasio (K) es considerado como el nutriente más necesario en la vid y el que más influye en la mejora de la calidad de las vendimias, su carencia es rara y se detecta sólo en hojas viejas. Este elemento, del que se producen elevadas extracciones por la uva, es muy móvil en la cepa y también en el suelo por lo que resulta muy adecuada su aplicación localizada. El origen del potasio en el suelo es la meteorización de feldespatos, micas y anfíboles pero también la materia orgánica.

Es, como hemos indicado, un elemento muy móvil y fácilmente absorbible por las cepas, pero además es el que más influye en el crecimiento de las bayas aumentando la presión osmótica y regulando el equilibrio iónico en las células de estas bayas y facilitando el efecto sumidero que conduce a una mayor acumulación de azúcar, a una mejora del color del hollejo, al aumentar la síntesis de los polifenoles, aumenta también la aromaticidad, potencia y suaviza el sabor de la uva, mejora la turgencia de los tejidos y asegura el equilibrio ácido-base en el mosto, siendo un eficiente activador enzimático, especialmente de la Ribocasa, que favorece la fotosíntesis y acumulación de otros elementos, entre ellos el glicerol y determinados ácidos en las bayas y equilibrando la distribución taninos-polifenoles, influyendo en una mejor regulación de los estomas, reduciendo la transpiración y por tanto la sensibilidad de las cepas a la sequía.

Los síntomas carenciales afectan primero a las hojas del centro de los sarmientos y luego a las basales que, en casos graves, llegan a caer tras necrosarse.

Los excesos de potasio no son adecuados ya que aumentan el pH del mosto, reducen su acidez y lo hacen insípido, induciendo precipitaciones en el vino y aumentando los sólidos solubles distintos a los azúcares. Estos excesos provocan también bloqueo en la absorción de magnesio induciendo carencias en este elemento (Fregoni, 1980; Delas, 2000).

Las carencias de potasio son normalmente debidas a la deficiente absorción, o a la alta movilidad de este elemento en el suelo, pero es en realidad el equilibrio entre la composición en arcillas del suelo y la diferente capacidad y eficiencia de absorción de este elemento que tienen los distintos patrones, lo que hace que su presencia en el cultivar se vea reducida.

La carencia en potasio en las cepas se manifiesta por un retraso en la maduración, un bloqueo en el transporte de la savia elaborada, un curvado del limbo hacia el envés de la hoja, así como un marcado acartonamiento, necrosis y caída precoz de las hojas. Esta carencia de potasio hace variar la síntesis de aminoácidos y bloquea el transporte de azúcares, produciendo una alteración en el mecanismo de apertura y cierre de los estomas, modificando la transpiración y por tanto alterando la respiración y la fotosíntesis.

La carencia en potasio reduce el desarrollo de las cepas, la diferenciación y fertilidad de las cepas, reduciendo además el tamaño de las bayas; también reduce la síntesis de antocianos y aumenta la sensibilidad al frío.

Las carencias de potasio son favorecidas por el exceso de carga, la sequía, los excesos de magnesio y el bloqueo que este potasio sufre en el suelo por la abundancia de arcillas, siendo más frecuentes estas carencias en suelos arcillosos, debido al bloqueo de este elemento por las arcillas. Las elevadas fertilizaciones nitrogenadas y por supuesto la eficiencia diferencial que tienen los patrones en la absorción de este nutriente determinan la existencia de carencias en las plantaciones vitícolas.

9.3.3. El fósforo

El fósforo (P) es un nutriente cuyas necesidades en las cepas en producción son bastante bajas, una décima parte de las necesidades en N o K. El fósforo está presente en la materia orgánica en cantidades suficientes y tiene un claro tropismo hacia las partes jóvenes de las cepas ya que interviene como componente fosforado activo en la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos otros componentes como los pigmentos clorofílicos y de otros tipos.

Es posible que sus necesidades en la vid sean prácticamente nulas y sea suficiente con los aportes de materia orgánica, ya que las extracciones por la uva son muy bajas (0,005-0,008 Kg de fósforo por 1000 Kg de uva), pero el fósforo tiene un papel importante en las cepas jóvenes aumentando el crecimiento de raíces. Además debemos recordar que el fósforo es componente de los transportadores energéticos celulares y que interviene en la acción enzimática y en la fotosíntesis por lo que su aporte, siempre en cantidades muy bajas, puede ser necesario para evitar carencias, cosa que no es frecuente y cuya existencia depende realmente del tipo de suelo. Debemos considerar que el aporte excesivo de fósforo no es adecuado pues es la fuente más

importante de eutrofización de las aguas superficiales junto al nitrógeno al estimular claramente el crecimiento de la vegetación acuática.

El fósforo, como efectos concretos en las cepas, especialmente en las más jóvenes, maximiza el sistema de raíces favoreciendo la expansión y el crecimiento de éstas, por lo que es un nutriente importante en los primeros años de plantación. Favorece el cuajado de flores evitando el corrimiento; también se considera un elemento nutritivo que mejora la calidad de la uva, comunica a las cepas más resistencia al frío al aumentar la acumulación de almidón, parece ser que actúa como protector frente a ciertas enfermedades fúngicas. Por ello siempre es conveniente su aporte en las primeras fases del ciclo de vida de las cepas, es decir en plantación, y dado que es un elemento de baja disponibilidad y baja absorción al ser poco móvil en el suelo, es adecuado su aporte fraccionado. Este elemento suele ser de origen inorgánico pero también puede aportarse a partir de lecitinas y fitinas (Delas, 2000) en forma de compuestos orgánicos.

Se ha comprobado que el fósforo contribuye a equilibrar las raíces y la parte aérea de las plantas y aumenta la fertilidad de las cepas, reduciendo además el corrimiento de flor en aquellos cultivares que se manifiestan como sensibles.

Las carencias en fósforo se detectan muy fácilmente en las cepas pues producen enrojecimientos muy precoces del peciolo y de los nervios principales especialmente en el envés de las hojas, produciendo necrosis internerviales después de aparecer en las hojas unas marcadas decoloraciones y un abullonado más intenso de lo habitual en el cultivar.

Como efectos de la carencia en fósforo debemos indicar una reducción del vigor, aunque leve, que se observa también en el menor diámetro del tronco y en un menor sistema de raíces y por ello en una marcada sensibilidad a la sequía y a la salinidad, un retraso en el ciclo vegetativo y por supuesto en el agostamiento, una disminución de la superficie foliar de las cepas, una reducción del tamaño de las yemas axilares, una defoliación precoz, especialmente marcada en la base de los sarmientos, y una deficiente lignificación. También se ha comprobado que las cepas con carencias en fósforo son más sensibles a las heladas, al desecado del raquis y a la pérdida de contenido en azúcar en sus bayas, por ello aunque en las cepas en producción el abonado fosfórico puede ser mínimo, nunca es recomendable llegar a estados carenciales en las plantaciones. Por otra parte, elevados abonados fosfóricos son importantes en plantaciones jóvenes y sobre todo en parcelas de cepas madre y barbado de los viveros.

Excesos en el abonado fosforado aumentan la acidez de los mostos, hacen que disminuya el contenido en azúcar de las uvas y llega a bloquear otros nutrientes.

Las raíces de los patrones vitícolas, aunque tienen diferencias claras en la capacidad de absorción del fósforo, en general tienen una absorción muy eficiente que está favorecida por los mucilagos (ácidos orgánicos) que segregan, especialmente en condiciones de estrés y que son capaces de solubilizar el fósforo, que aumenta enormemente si se asocian con las raíces especies de hongos del género *Glommus* (Sánchez, 2001).

9.3.4. El magnesio

El magnesio (Mg) es un elemento nutritivo importante en las cepas, procede de las dolomías (carbonatos cálcico-magnésicos) y de algunos silicatos; es un elemento que establece movimientos dinámicos entre la solución del suelo y los minerales de los que procede por lo que su disponibilidad es normalmente buena.

Además de ser constituyente de la clorofila e intervenir en la síntesis de otros pigmentos y proteínas, contribuye a la neutralización de los ácidos orgánicos, actuando como regulador muy eficiente del pH; es también estabilizante de las pectinas de las membranas y evita el desecado del raquis.

Normalmente sus carencias están relacionadas con el alto contenido en potasio de las hojas y por tanto este potasio en exceso bloquea la absorción de magnesio por las cepas.

Existe una clara diferenciación en la absorción de este elemento por los distintos patrones; son más eficientes en la absorción el patrón 1103P, el 41B y el 3309, siendo también extraído de la solución suelo con bastante eficiencia por los patrones 140Ru, 196-17 Cl y 99R.

Las carencias en magnesio son detectables por los aclaramientos y amarilleamientos internerviales continuos y siguiendo los sectores delimitados por los nervios secundarios, produciendo unas figuras en forma de abeto, que son muy características en las hojas de las cepas afectadas por esta carencia. La falta de magnesio reduce el contenido en azúcar del mosto, los vinos son menos aromáticos, las cepas presentan deficiente lignificación y los racimos son más sensibles, como hemos indicado, a la fisiopatía denominada seca del raquis.

Esta carencia puede ser consecuencia de la baja capacidad de cambio del magnesio como ocurre en suelos arenosos y ácidos con baja capacidad de intercambio catiónico, o por el mencionado antagonismo con el potasio. Estas carencias aparecen más en años con primaveras húmedas, ya que la pérdida por lavado de magnesio, especialmente en suelos arenosos suele ser muy marcada. Si las raíces son muy superficiales también las carencias son más marcadas.

Para la detección de esta carencia la relación K/Mg debe tener valores bajos; valores mayores a 10 indican carencia en magnesio.

Siempre las hojas ricas en magnesio son pobres en potasio y a la inversa.

9.3.5. El boro

El boro (B) es un elemento que normalmente no es necesario en el abonado de las plantaciones vitícolas, pero en casos de carencia se producen numerosas alteraciones en las cepas. Esta carencia puede producirse por bloqueo de este oligoelemento en suelos muy calizos pero también en suelos ácidos y secos cuando la temperatura ambiental es muy elevada.

El boro es un elemento que asegura la migración de los azúcares hacia los racimos, dinamizando la movilización de reservas en la madera. Además se ha comprobado que tiene un claro efecto estimulador en la síntesis metabólica de flavonoides y probablemente de otros elementos considerados como nobles en la uva.

Las carencias de boro, que comienzan en la cierna y se acentúan al ir elevándose las temperaturas, se caracterizan por sus efectos en las bayas y racimos, así como en los sarmientos y en las hojas.

En los racimos esta carencia induce menor longitud del raquis, evita o retrasa la caída del capuchón de las flores e induce seca del raquis. En las bayas tiene como consecuencia una disminución del contenido en azúcar, un pardeamiento y endurecimiento de la pulpa, que es especialmente problemático en uva de mesa, que además se agrieta de forma precoz, induce la aparición de granos muy pequeños y sin semillas, que realmente son consecuencia de los defectos de cuajado, ya mencionados, al evitar la caída del capuchón de las flores y por ello disminuye el tamaño y número de racimos en las cepas afectadas.

En los sarmientos la carencia se manifiesta por agostamientos incompletos, engrosamiento y malformaciones de los entrenudos, proliferación y necrosis precoz de los zarcillos, aumento del número de hijuelos y rayuelos, que presentan un estriado y curvado característicos sufriendo necrosis y seca de los ápices. En cepas con carencias de boro los sarmientos sufren una detención precoz del crecimiento tras un crecimiento ralentizado que conduce a que los entrenudos terminales sean muy cortos y generan una reducción marcada del vigor de estos sarmientos, que además manifiestan una forma muy marcada en zig-zag.

En las hojas la carencia de boro produce necrosis periféricas e internerviales, aumento del abullonado y consistencia más coriácea de lo habitual, además de un curvado y festoneado marcado de los bordes que manifiestan placas variegadas más claras y un color verde grisáceo característico que hace que en determinadas zonas vitícolas esta carencia se denomine enfermedad del plomo.

Si la carencia de boro es muy problemática en la vid, el exceso de este elemento es fitotóxico, aunque esta situación sólo suele darse en suelos ácidos y con contenidos mayores a 60 ppm. En estos casos los brotes son muy cortos, especialmente en cepas jóvenes, las hojas casi no poseen dentición, se curvan en garra hacia el envés y tienen menos tamaño del habitual, presentándose además corrimiento de flor.

9.3.6. El cinc

El cinc (Zn) es un elemento con funciones de cofactor enzimático implicado en muchas vías metabólicas de las cepas (interviene en la estructura activa de la anhidrasa carbonílica, etc.). Su carencia no es frecuente y sólo se da en zonas arenosas ácidas o en suelos muy calcáreos.

La carencia de cinc induce corrimiento y racimos más pequeños de lo habitual en el cultivar, induce alargamiento de los entrenudos y conduce a la formación de cepas de menor tamaño. Las hojas son asimétricas, con dentados muy abundantes y marcados, con dientes muy puntiagudos, el seno peciolar es más abierto de lo que es característico en el cultivar y aparecen unas clorosis o aclaramientos amarillo verdosos lineales entre los nervios.

La detección de la carencia de cinc por análisis de suelo no es clara, pero si se manifiesta con contenidos menores de 20 ppm en las hojas o cuando existen desequilibrios en la relación fósforo-cinc con valores elevados (mayores de 300).

9.3.7. El hierro

Aunque este elemento es requerido en cantidades muy pequeñas, su carencia es muy evidente. La deficiencia se puede producir por falta del elemento, por falta de absorción o por bloqueo del hierro en el suelo por exceso de cal; produce la fisiopatía denominada clorosis férrica.

La diagnosis de la clorosis férrica suele ser muy fácil de realizar visualmente ya que los brotes jóvenes de las cepas afectadas comienzan a amarilllear, o sólo en uno de los brazos de la cepa o en todos los brotes jóvenes de la misma, manteniendo siempre verdes los nervios de la hoja. Este diagnóstico visual inicial debe apoyarse en los correspondientes análisis foliares que confirmen la carencia, siendo adecuado considerar también las relaciones K/Ca y P/Fe que pueden tomar valores inadecuados que conducen a la aparición de esta carencia.

La clorosis férrica tiene unas causas concretas o está potenciada por unos factores o condiciones específicas como son:

- Encharcamiento, aunque sea transitorio del suelo.
- Aportes excesivos de nitrógeno.
- Aportes excesivos de fósforo.
- Elevada compactación del suelo.
- Bajo contenido en materia orgánica del suelo.
- pH mayor de 6 ó 7.
- Traslación insuficiente de nutrientes y elaborados causados por diversas patologías o fisiopatías, por ello los amarilleamientos cloróticos están presentes en los síntomas de muchas patologías.
- Aumentos excesivos de las producciones.

La clorosis férrica, aunque suele presentarse en primavera y desaparecer posteriormente, si se mantiene en las cepas tiene un claro efecto reductor vegetativo que afecta también a las producciones; estos efectos debidos a la carencia de hierro son básicamente los siguientes:

- Menor contenido en sólidos solubles en el mosto.
- Aumentos de la acidez del mosto.
- Descompensaciones aromáticas en uva, mosto y vinos.
- Corrimientos de flor.
- Seca del raquis de los racimos y disminución o pérdida de las producciones.
- Inadecuada e incompleta maduración de la uva.
- Reducción del tamaño de las bayas.
- Reducciones en la producción.

Los problemas por clorosis férricas, sea cual sea su origen, deben intentar corregirse. Así las primeras medidas deben ser preventivas y comenzar ya en el establecimiento de las plantaciones eligiendo adecuadamente el patrón según el IPC (índice del poder clorosante) del terreno. También deben tenerse presentes las posibles acciones correctoras que no son baratas ni resultan todo lo eficientes que sería de desear, pero que pueden ser aplicadas en las zonas más problemáticas de las plantaciones.

Como acciones correctoras de la clorosis férrica debemos considerar:

- Aportes importantes de materia orgánica.
- Emplear quelatos de hierro ya sea por vía foliar o aplicados por inyección al suelo.
- Emplear sulfato ferroso acidificado y aplicado en los cortes de poda.
- Inyecciones de sulfato ferroso.
- Empleo de citratos férrico-amónicos.
- Sulfato de hierro foliar.
- Bionutrientes adicionados de hierro quelatado.

9.3.8. El manganeso

El manganeso (Mn) es otro de los oligoelementos necesarios como cofactores enzimáticos en las rutas metabólicas de las cepas y cuya carencia pueden manifestarse de forma tardía, a partir del envero, en las cepas afectadas, pudiéndose detectar tanto en el suelo cuando su concentración es menor de 1,5 ppm, cuando en el suelo la relación potasio-manganeso es mayor de 60 o cuando en las hojas existen menos de 15 ppm de este nutriente.

Las carencias de este elemento producen deficiencias en el cuajado, disminución del vigor en las cepas y disminución de la fertilidad de las yemas, teniendo también efectos importantes en la calidad de la vendimia ya que hace disminuir la cantidad de azúcar al no permitir la adecuada

maduración de las uvas, maduración que se retrasa marcadamente; también disminuye el volumen de las bayas así como el aroma del mosto y el vino, especialmente al reducirse los aldehídos.

Como síntomas de esta carencia debemos recordar: en primer lugar el amarilleo o enrojecimiento difuso de las hojas respetando los nervios y su entorno más próximo que se mantienen verde, pero apareciendo necrosis periféricas; en segundo lugar un marcado festoneado y la aparición de irregularidades en el borde de las hojas; y en tercer lugar los sarmientos poseen un agostamiento incompleto y unas necrosis alargadas en los entrenudos.

El manganeso puede ser fitotóxico en exceso, por encima de 400-500 ppm, produciendo necrosis y curvatura de los bordes hacia el haz en las hojas, corrimiento en las inflorescencias y punteados negros difusos en los nudos y entrenudos, en los pecíolos y en los nervios de las hojas, así como en los pedúnculos de los racimos y en los zarcillos.

Excesos en la fertilización con este elemento inducen quiebras oxidásicas en los vinos.

9.3.9. El calcio

El calcio (Ca) es también un elemento necesario en las cepas y es considerado un interesante factor de calidad en la uva de mesa como ocurre en otros frutos, el calcio evita o retrasa mucho el rajado de las bayas, mejora la conservación de éstas actuando como estabilizador de las pectinas y hemicelulosas de las membranas, retrasa o evita el reblandecimiento de las uvas al actuar como inhibidor de la poligalacturonasa y actúa como protector, al mejorar la eficiencia de las barreras físicas, ante ataques fúngicos. Se ha comprobado que el calcio es también un buen protector ante los efectos fitotóxicos de determinados metales pesados.

Su carencia, que desde luego es prácticamente imposible en la viticultura mediterránea, sí puede darse en suelos silílicos y básicos. La carencia en calcio aumenta la intensidad respiratoria de las bayas y adelanta la senescencia de éstas favoreciendo la aparición de rajado, aumentando la sensibilidad a las podredumbres y el nivel de polifenoxidases con lo que las uvas y los mostos pardean más fácilmente, induciendo también la aparición de lenticelosis y acorizado en los granos de uva, lo que evidentemente es un problema en uva de mesa.

9.3.10. El azufre

El azufre (S) es un elemento del que, normalmente, no se observaban carencias en la vid hasta hace muy pocos años, ya que éste se utiliza como antifúngico habitual. Actualmente, al introducir los fungicidas sistémicos y dejar de emplear el azufre, se han detectado algunos problemas en las cepas como son la inestabilidad de antocianos en el vino, la disminución del contenido en polifenoles y ligeras disminuciones del grado alcohólico. Estudios recientes, aún en realización por nuestro equipo, han constatado que el aporte de azufre mejora la síntesis de proteínas en distintas especies, entre ellas la vid, aumenta y regulariza las producciones y favorece y estimula la absorción de potasio. El azufre aumenta los grados Brix de los mostos en los cultivares en los que se ha ensayado, regula la acidez y actúa aumentando y estabilizando el contenido en polifenoles y antocianos en uvas y vinos.

9.4. ABONADO DE COBERTERA

Hablar y establecer equilibrios de abonado es muy complejo y depende del tipo de suelo, de la productividad y vigor de las cepas, de las condiciones climáticas, del patrón y el cultivar del que se trate así como del destino de las producciones. Nunca debe aventurarse un abonado sin realizar los adecuados análisis de suelo, agua y foliares que permitan determinar las necesidades de las cepas. Abonados propuestos en distintas circunstancias por distintos autores y expresados en unidades fertilizantes, es decir en kilogramos por hectárea se reflejan a continuación.

Tabla 9. Propuesta de algunos abonados con los nutrientes más importantes que han sido aconsejados en la vid en situaciones concretas (Kg/ha)

Abonado	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Mínimo de referencia	40	40	40	-
Tradicional 1	80	40	100	-
Tradicional 2	70	70	160	-
Tradicional zonas cálidas	70	20	80	-
Aconsejable básico	40	60	130	15
Rango aconsejado	30-45	45-65	80-140	según análisis foliar
Apote A	60	40	85	
Apote A-2	50	20	75	
Apote B	110	30	150	
Apote C (cepas jóvenes)	50	150	250	
Apote D (uva de mesa)	130	60	160	15
Apote E	30	20	70	10
Rango apote E	10-40	20-40	50-100	15-20

Fuente: elaboración propia

Los abonados propuestos y ensayados son muy abundantes y por tanto no se pueden recomendar aportes si se puede hablar de equilibrios entre nutrientes; así se han propuesto en vid, entre otros, los siguientes equilibrios:

Para uva de mesa: 1/1,5/2

Para vinos de calidad: 1/0,5/3

El abonado de cobertura debe además apoyarse en análisis de suelos y foliares y en la consideración de las carencias, si existen síntomas de éstas en las cepas. Si estas carencias se dan sólo en una zona de la parcela, debe realizarse un abonado específico para este área que contemple su corrección.

Los abonados a considerar pueden ser básicamente de los siguientes tipos:

- Abonado de fondo.
- Abonado de mantenimiento y producción.
- Abonado para la corrección del vigor.
- Abonado para la corrección de carencias.
- Abonado de reinjerto.

en realidad los tres tipos últimos de abonado pueden considerarse modificaciones del abonado de mantenimiento y producción.

Por la forma de aporte estos abonados pueden agruparse en dos tipos:

- Aportes al suelo.
- Abonado por pulverización foliar.

En todos los casos debe tenerse clara la época más adecuada para la aplicación de cada tipo de abono y realizar las aplicaciones que sean requeridas por la plantación, siendo siempre conveniente los aportes fraccionados y ajustados a las distintas fases del ciclo anual de las cepas.

Por supuesto la elección del tipo de abono y la determinación de las dosis es muy importante. Para determinar estas dosis es adecuado:

- Evaluar el nivel de fertilidad del suelo y el contenido de éste en los distintos nutrientes, considerando los valores de potasio intercambiable y la capacidad de cambio catiónico.
- Apoyarnos en el diagnóstico basado en los adecuados análisis foliares y de peciolos.
- Observar el comportamiento de las cepas en su vigor y en su productividad.
- Considerar aquellos ensayos realizados en la comarca con el cultivar concreto que pretendemos abonar racionalmente.
- Conocer los niveles de producción y peso de la madera de poda para realizar las adecuadas correcciones en las dosis a aplicar.
- Considerar posibles pérdidas por escorrentía e infiltración en el momento de decidir la dosis a emplear.
- Considerar también los insumos y aportes de fertilizantes o nutrientes por el agua.
- Considerar la presencia o no de cubiertas vivas.

- Realizar las adecuadas correcciones porcentuales según la pedregosidad del suelo, etc.

Realmente en el diseño de una fertilización correcta y respetuosa con el entorno, que evidentemente implica una reducción de insumos lo más alta posible, aún quedan muchos temas por analizar y poner en práctica, entre ellos:

- Establecer las correlaciones entre contenidos foliares y contenidos medibles en el suelo
- Estudiar las relaciones entre los elementos más profundamente; por ejemplo la relación K/Mg es muy importante y sus valores no están bien definidos zonalmente.
- Variabilidades interanuales detectadas en los diagnósticos
- Integración de la influencia de los abonados orgánicos
- Correlacionar las carencias analíticas con la manifestación de síntomas
- Elaborar unas cartas nutricionales bien hechas y con cierto dinamismo en sus indicadores de adecuación, etc.

Todo abonado debe basarse en los análisis de suelo y foliares, elaborando los adecuados planes de fertilización. Los análisis deben ser representativos del terreno y de la plantación, para lo que se han de tomar el número de submuestras componentes de la muestra que sea conveniente en cada caso.

La existencia de tablas de contenidos recomendados de los distintos elementos no son generalizables, pero si pueden tomarse como referencia inicial para determinar los óptimos, los niveles carenciales y aquellos que pueden resultar fitotóxicos por exceso en cada uno de los nutrientes. Una de estas tablas elaboradas en el entorno de la Comunidad Valenciana, pero válida para el sector como primera aproximación es la siguiente:

Tabla 10. Niveles óptimos de carencia y exceso en hojas de cepas en producción

Nutriente	Óptimos		Carencia		Exceso	
	uva vinificación	uva mesa	uva vinificación	uva mesa	uva vinificación	uva mesa
Nitrógeno %/ms	1,8-2,8	2,6-2,8	<1,40	<2,20	>3,0	>3,0
Fósforo %/ms	0,15-0,28	0,18-0,22	<0,13	<0,1	>0,3	>0,23
Potasio %/ms	1,4-1,6	1,30-1,50	<1,1	<0,95	>1,8	
Magnesio %/ms	0,40-0,55	0,30-0,45	<0,14	<0,16	>0,6	>1,55
Hierro ppm	300-450	250-480	<150	<180	>500	>0,6
Zinc ppm	60-200	40-150	<30	<20	>400	
Manganoso ppm	80-200	40-150	<30	<25	>200	
Boro ppm	20-30	25-90	<10	<15	>100	

Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos con Bobal, Tempranillo y Roseti en Utiel-Requena, Alcalá de Xivert y Vinalopó.

Uno de los aspectos más importantes en el abonado es el empleo de materia orgánica que es muy importante en el viñedo, ya que normalmente los suelos en que están plantadas nuestras viñas son deficientes en materia orgánica, al poseer menos del 1%, siendo lo deseable para el viñedo llegar a contenidos del 2% o algo más de materia orgánica en el suelo. Por ello debemos indicar que el aporte de materia orgánica en vid siempre es adecuado, salvo en casos de evidentes ataques por determinados patógenos, aunque lógicamente interesan materias orgánicas bien humificadas, correctamente elaboradas, sin contenidos significativos en metales pesados, es decir cumpliendo las normativas europeas correspondientes.

El abono orgánico tiene unos papeles fundamentales en el viñedo, que son:

- Mejorar la estructura del suelo por lo que se favorece el desarrollo de raíces y la aireación de este, evitando al mismo tiempo el encharcamiento.
- Es una fuente de liberación lenta y muy adecuada de muchos nutrientes como el nitrógeno, el fósforo, etc., dependiendo de su composición y origen.
- Aumenta mucho la actividad biológica del suelo.

- Posee un efecto estimulante del crecimiento, no sólo de las raíces sino también de la parte aérea.
- Facilita la absorción de los fertilizantes inorgánicos.
- Actúa como regulador y tampón en el suelo.

Actualmente el empleo de materia orgánica líquida procedente de hidrólisis y extractos de cereales, algas y otros restos vegetales, puede ser una muy buena opción.

10. MANEJO DEL SUELO

10.1. INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de las adecuadas condiciones del suelo en el cultivo de la vid es esencial para minimizar la competencia por el agua en los momentos en que las cepas necesitan más aporte hídrico si este no puede ser suplementado a las disponibilidades hídricas naturales. Mantener adecuadamente el suelo es una forma de retener al máximo el agua de lluvia y de mantener en unos niveles adecuados determinadas enfermedades, además de cómo forma de regular la nutrición de las cepas, facilitando también el manejo de las plantaciones.

Respecto al manejo del suelo y sin entrar en las ventajas e inconvenientes del laboreo o el no laboreo debemos indicar que existen tres opciones iniciales para este manejo que son las siguientes:

- Laboreo**, que debe ser suficientemente profundo y llegar en determinados terrenos incluso a los 40 cm, utilizando siempre aperos verticales y evitando el uso de las vertederas e intentando romper el menor número de raíces de las cepas. También se debe evitar la formación de suelas de labor.
- Establecimiento** y mantenimiento de cubiertas inertes o con vegetación activa en siega controlada, ya sean de adventicias o de siembra y que pueden ser también de plástico, materiales reflectantes, restos de poda u otros tipos de componentes como son paja, corteza de especies forestales, etc.
- Herbicidas**, que en principio es la técnica menos adecuada, al ser muchos de estos productos tóxicos o al menos agresivos con el entorno y la salud, pero que pueden resultar muy cómodos para el agricultor. La selección de herbicidas a emplear es muy importante. Actualmente se tiende a la aplicación de éstos únicamente en los rodales infestados más problemáticos, o sólo en las calles en unos casos o en la proximidad de las cepas, en las filas, en otros casos.

El conocimiento del tipo de suelo es imprescindible para decidir su manejo; lo más frecuente en viticultura es que todos los suelos sean muy pobres en materia orgánica y que necesiten enmiendas orgánicas, lo que puede condicionar, por necesitar ser enterrada esta materia orgánica, el tipo de laboreo, llegando incluso a justificar las vertederas para su enterrado en preplantación, siendo adecuado posteriormente enterrarlo en zanjas abiertas previamente.

Debemos recordar que no es lo mismo un laboreo en un suelo arcilloso pesado y apelmazante que en un suelo arenoso o gravoso, los aperos y la frecuencia deben ser distintos.

También debemos recordar la existencia de otros suelos como son:

- Suelos muy calizos y en ocasiones con costras calcáreas, tap, muy desarrolladas y superficiales.
- Suelos salinos.
- Suelos neutros con pH entre 6,5 y 7,8.
- Suelos ácidos con valores de pH entorno a 5,2.

en todos estos suelos debe tenerse muy en cuenta la adecuada elección del patrón y el tipo de laboreo, para evitar por ejemplo la rotura de los costrones calizos de forma reiterada, etc.

También es necesario conocer el régimen hídrico de un suelo para decidir sobre su manejo e intentar, en caso de establecer riego en la plantación que:

- El aporte hídrico sea el necesario.
- Evitar períodos largos de sequía estival.
- Evacuar el encarcamiento y evitar el exceso de humedad en el suelo especialmente en primavera.

Sin duda el mantenimiento de cubiertas, en siega en las calles y el uso de plásticos en las filas, es una de las mejores opciones si la disponibilidad hídrica y las condiciones del suelo lo permiten. Este tipo de manejo o el mixto, incluyendo un enterrado anual en primavera o verano de la vegetación mediante el laboreo adecuado, son los considerados preferentes a la hora de manejar el suelo, sin considerar aspectos de tipo económico.

Recordemos que el mantenimiento de cubiertas, si éstas no son competitivas con el desarrollo y evolución de la maduración de las cepas, tiene muchas ventajas, ya que mejoran la producción y sobre todo la calidad de las vendimias, pero además también mejoran la estructura

del suelo, mantienen un ambiente microbiológico en el suelo más favorable para el desarrollo de las raíces de las cepas, reducen fuertemente la erosión al mejorar la infiltración del suelo, reducen la aparición de los síntomas de clorosis férrica en las cepas y además consiguen una mayor resistencia a las heladas primaverales.

El mantenimiento de las cubiertas respecto al suelo desnudo tiene unas ventajas adicionales si la cubierta está bien controlada, como son la mejor circulación de la maquinaria, etc. De todas formas el momento de la siega y el enterrado, en su caso, de la vegetación es delicado y debe realizarse cuando su eliminación no suponga la invasión masiva de las cepas por ninguna plaga o enfermedad que pueda acantonarse en esta vegetación arvense. Esta cubierta, además de albergue de determinadas plagas, es también muy importante como lugar de mantenimiento de la fauna auxiliar del viñedo capaz de controlar o minimizar el efecto de algunas plagas.

10.2. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

Las técnicas actuales de mantenimiento del suelo, como ya hemos comentado, e indica Gil-Albert (1991), pueden concretarse en las siguientes:

- Laboreos.
- Uso de herbicidas.
- Establecimiento de cubiertas o acolchados.

10.2.1. Laboreo

El manejo del suelo en la vid comenzó históricamente con tareas realizadas con caballo u otros animales, pasando a mecanizarse en 1920, generándose entonces una auténtica revolución en el mundo del tractor y de los aperos que han ido evolucionando hasta nuestros días, cuyo estudio merece un capítulo exclusivo de mecanización sobre el que ya existe abundante bibliografía (Hidalgo, 2002; Torregorsa, 2000).

El laboreo tradicional del suelo si cuidamos la elección de los aperos y las técnicas aplicadas puede ser una opción siempre que el número de pases no sea muy elevado.

El laboreo influye en el vigor de las cepas, en el adelanto o el retraso de las vendimias, en el aumento o disminución de la aromaticidad del mosto y de los vinos y también al igual que ocurre con el riego contribuye a la expansión direccional de determinadas plagas del suelo como son los nemátodos y los hongos del suelo como *Phaemoniella*, *Acremonium*, *Botriosfaeria*, etc.

El laboreo puede realizarse en otoño, primavera o incluso en invierno, no son recomendable en verano, y siempre debe utilizarse la maquinaria y aperos adecuados.

El laboreo del suelo tiene como objetivos (Gil-Albert, 1991), entre otros, los siguientes:

- Controlar la presencia o desarrollo de adventicias.
- Evitar la formación de costras compactas y grietas de erosión en el suelo.
- Mejorar la retención de agua en el suelo al maximizar la infiltración y la permeabilidad, reduciendo la escorrentía y la erosión.
- Atender y si es posible mejorar el contenido en materia orgánica del suelo.
- Contribuir a la mejora de la fertilidad del suelo.
- Facilitar la incorporación, movilidad y absorción de nutrientes.
- Favorecer el desarrollo de las raíces de las cepas.
- Facilitar el acceso y el movimiento de la maquinaria.

Foto 110. Moderno tractor con cultivador



Foto 111. Detalle del cultivador



10.2.2. Herbicidas

El uso de herbicidas en la vid se ha generalizado en los últimos años en muchas zonas de nuestro país; sin embargo la superficie tratada aún no supera a la que se maneja con laboreo.

El empleo de herbicidas puede reducir la erosión y la pérdida del suelo si solo se emplea en primavera y verano, contribuyendo así las adventicias de invierno si pasado su ciclo se entierra para aumentar la materia orgánica superficial después de haber contribuido a mantener este suelo en esta estación, en la que no deben emplearse herbicidas ya que las adventicias no suponen una competencia para las cepas; además su empleo evita la rotura de brazos, raíces y heridas al tronco que se producen con los aperos, las raíces tienen una distribución más superficial y más homogénea, las manifestaciones de clorosis se reducen al no fragmentarse las partículas calcáreas del suelo y se reduce claramente el riesgo de heladas en primavera, facilitándose además también la entrada de maquinaria en la parcela.

El uso de herbicidas tiene como inconvenientes la posible fitotoxicidad que puede producir en las cepas si no se emplea con el adecuado cuidado y maquinaria preparada para evitar derivas y goteos, también se puede acumular en el suelo y puede contaminar las aguas tanto superficiales como subterráneas si existen corrientes próximas a las zonas de aplicación, además el suelo mantenido con tratamientos herbicidas tiende a compactarse, siendo peor su drenaje y es frecuente que se formen surcos erosivos superficiales. Con el suelo desnudo el riesgo de heladas de invierno aumenta, puede también inducirse el franqueado de los injertos, y evidentemente la replantación de cepas se dificulta.

Para el empleo de los herbicidas hay que conocer la forma de actuación de éstos, los ciclos de las adventicias dominantes y sus efectos sobre la vid; su empleo en momentos inoportunos puede generar una invasión de las cepas por parte de la fauna y los hongos existentes en estas hierbas. Su uso aumenta ligeramente la acidez del mosto y baja su grado alcohólico, favoreciendo el vigor de las cepas.

10.2.3. Cubiertas

Las técnicas de acolchado o empleo de cubiertas, que evitan que las adventicias germinen o salgan del suelo se denomina, en general *mulching*. Esta cubierta puede realizarse con materiales plásticos, con materiales orgánicos (restos de poda, paja, corteza de forestales, etc.) empleándose también, aunque sólo en viveros, arenas, gravillas, perlita, vermiculita y turbas. Estos aportes de materias orgánicas deben tener un determinado espesor para ser realmente eficientes y de acuerdo con su función, este espesor puede estimarse entre los 15 y los 30 cm.

El empleo de estos materiales requiere maquinaria especial para su instalación (en el caso de los plásticos) o para esparcir adecuada y homogéneamente las cubiertas orgánicas en caso de emplearse éstas.

Con estas técnicas se consigue un muy buen control de las adventicias, una reducción de la erosión, una disminución del riesgo de heladas primaverales, se minimiza la pérdida de agua por evaporación y se potencia su utilización por las cepas, ya que éstas desarrollan unos potentes sistemas de raíces superficiales. El acolchado o mulching también facilita el crecimiento inicial de las cepas jóvenes y se adapta muy bien al empleo de riego localizado, que muchas veces se instala debajo de las láminas plásticas cuando éstas se utilizan en las filas de las cepas; con estas técnicas de manejo del suelo se mantiene mejor la estructura de éste y se reduce mucho el coste de mantenimiento de las parcelas, aunque la inversión inicial puede ser elevada.

El uso del acolchado tiene inconvenientes como son aumentar la humedad del suelo y poder así favorecer determinadas patologías de raíz, si las cubiertas empleadas son impermeables; en las orgánicas, por otra parte existe el riesgo de incendios o de aumento de los roedores. En todos los casos dificulta el enterrado de abonos y hace que las cepas, si se pierde la cubierta por algún accidente, sean más sensibles a la sequía.

En plantaciones vitícolas en no cultivo los resultados y eficiencia de las cubiertas verdes tarda en manifestarse, realmente en los seis primeros años no se notan ventajas evidentes pero después se observan los siguientes efectos:

- El vigor de las cepas queda reducido estableciéndose un mejor equilibrio de éstas.
- La calidad de la vendimia mejora.
- Se producen menos problemas de rotura de sarmientos.
- La accesibilidad de la maquinaria y su movimiento por la parcela es mejor.
- Existen menos problemas de clorosis.

- Se minimiza la erosión.
- Mejora la distribución de las raíces.
- Se produce una disminución de costes.

pero el control de algunas especies puede ser problemático y el abonado no puede localizarse existiendo en principio más necesidades hídricas aunque luego este factor cambia, si la siega es adecuada y en los momentos oportunos.

El empleo, al menos parcial, de cubiertas vegetales se considera como mejorante de la calidad de la uva. Estas cubiertas pueden ser temporales o permanentes, naturales con mantenimiento y control de las adventicias por siega, o artificiales conseguidas mediante siembra. Estas técnicas de mantenimiento del suelo requieren un tipo de maquinaria distinta a la empleada habitualmente, en concreto desbrozadoras.

Mediante el manejo del viñedo con cubierta viva, si la disponibilidad hídrica permite su existencia sin competir con el desarrollo de las cepas y especialmente sin interferir en el proceso de maduración, o si la parcela tiene sistema de riego, tiene unas claras ventajas entre las que podemos indicar las siguientes:

- Aumento de la calidad de la vendimia, mejorando los aromas y su contenido en azúcar.
- Mantener muy bien el suelo minimizando la erosión.
- Mejorar la estructura.
- Facilitar la absorción de nutrientes.
- Mejorar la actividad biológica del suelo.
- Favorecer el enraizamiento superficial y manteniendo también mejor el enraizamiento más profundo de las cepas.

también es cierto que este tipo de manejo del suelo puede potenciar los efectos de las heladas de primavera y puede también establecerse una competencia inadecuada con las cepas si la pluviometría o la disponibilidad de agua no es suficiente, especialmente en plantaciones con cepas jóvenes.

Es claro que el control, que no siempre eliminación de adventicias, es necesario en las plantaciones de vid para conseguir los objetivos siguientes:

- Evitar inadecuadas competencias hídricas y nutritivas que pueden conducir a carencias y amarilleamientos de las hojas de las cepas por falta de disponibilidad de diversos nutrientes.
- Mantener y regular el vigor y desarrollo vegetativo de las cepas.
- Puede actuar como reservorio de plagas pero también como albergue de la fauna útil para la vid.
- Pueden dificultar el tránsito de maquinaria.

El control de las sucesiones de las adventicias, bajando las bulbosas y las vivaces y favoreciendo las de estación invernal y aquellas que maximicen la sujeción del suelo y mejoren la liberación de nutrientes es hoy adecuado; no olvidemos que se está apostando muy fuerte por el mantenimiento de la cubierta del suelo como mejorante de la calidad de los vinos.

En este tipo de mantenimiento se pueden requerir entre cuatro y seis intervenciones de siega, por lo que si además se establece la cubierta con siembra puede resultar una técnica cara, pero siempre su eficiencia en la mejora de la calidad de la vendimia es evidente.

El uso de cubiertas plásticas en el suelo se muestra hoy como muy adecuado en el viñedo, especialmente en zonas con problemas hídricos y fríos en la brotación; los plásticos, además de evitar el crecimiento de adventicias, tienen los siguientes efectos:

- Aumentan el calentamiento del suelo.
- Disminuye la evaporación, y por tanto la pérdida de agua, colaborando a mejorar la eficiencia de su empleo.
- Induce precocidad en la brotación y en la maduración.
- Aumenta el vigor de las cepas.

Por otra parte recordemos que actualmente existe una lógica y necesaria tendencia a la reducción de herbicidas en las plantaciones de vid, buscando la adecuación en especificidad, en buscar la mínima remanencia en el suelo y las aguas. Se tiende a usar sólo aquellos herbicidas incluidos en las listas positivas de autorización de uso para cada especie, en este caso para la vid. También es clara la tendencia a minimizar su uso, al emplearlos sólo en rodales, o en bandas y tendiendo a su clara reducción para evitar la contaminación del entorno y proteger la salud del viticultor, del poblador del entorno y la del consumidor.

10.2.4. Otras técnicas de manejo del suelo

De todas formas, y una vez comentadas las tres técnicas principales de manejo del suelo, debemos indicar que son las técnicas mixtas las más empleadas en nuestros viñedos; la combinación de éstas puede ser muy diversa, entre las utilizadas citaremos las siguientes:

- Herbicidas en las filas y laboreo en las calles.
- Herbicidas en las calles y cubiertas orgánicas inertes en las filas.
- Cubiertas orgánicas inertes en las filas y cubierta vegetal activa en las calles.
- Laboreo en las filas con un apero intercepas (en la fila) y manteniendo vegetación en las calles.
- Cubiertas plásticas en las filas y laboreo en las calles.
- Cubiertas plásticas en las filas y mantenimiento de la cubierta verde activa en las calles.

La combinación a lo largo del año de labores y uso de herbicidas es frecuente, pudiendo combinarse labores de primavera y otoño con tratamientos de postemergencia con herbicidas en verano, labores de primavera y verano con tratamientos de preemergencia con los oportunos herbicidas de otoño o invierno; también puede optarse por el mantenimiento de la vegetación adventicia cuando las cepas no están aún brotadas y labores de verano y otoño. En la elección de estas secuencias de operaciones alternantes influyen mucho las características del suelo y especialmente las condiciones climáticas de la zona, así como la evolución en la comarca de determinadas plagas.

La combinación de laboreo con cubiertas vivas temporales también puede ser empleada en el viñedo procediéndose normalmente a una siembra de invierno con un enterrado de la vegetación al final de este invierno y otros dos o tres labores, al menos uno al inicio de la primavera y el resto en otoño. Ocasionalmente pueden emplearse cubiertas vivas en otoño y labores en primavera y verano, aunque evidentemente solo en climatologías muy específicas de nuestras zonas vitícolas.

El no cultivo en general tiene también una serie de ventajas e inconvenientes según sea por mantenimiento de la cubierta que consideramos muy adecuado como por herbicidas que es claramente la última opción a tomar, ya que este suelo desnudo tiene unos graves inconvenientes como son:

- Exceso de agrietado del suelo.
- Pérdida elevada de humedad.
- Reducción del vigor de las cepas.
- Disminución de las producciones.
- Contaminación y aumento de residuos (si se usan herbicidas).
- Posibles fitotoxicidades, etc. (si se utilizan herbicidas).

Actualmente existe una clara tendencia a reducir el control químico y aumentar el control físico del suelo mediante el manejo de cubiertas tratadas, mantenidas o eliminadas con quemadores de GLP (Gases Licuados del Petróleo: gas natural, propano, etc.). Se está desarrollando una nueva generación de maquinaria para el control térmico de las adventicias, que sin duda tendrá mucho futuro, aunque actualmente su aplicación es problemática por la cantidad de combustible que se maneja, el precio de éste y la dificultad adicional que supone el manejo seguro de estos combustibles líquidos y regasificados en el campo.

10.3. CONTROL QUÍMICO. HERBICIDAS

El empleo de herbicidas no se considera hoy la opción más adecuada para el manejo del suelo vitícola, aunque es una opción muy cómoda, pero que puede ser muy nociva para la salud, para el entorno y por su propia fitotoxicidad en las cepas.

Actualmente se tiende a emplear aplicadores de ultrabajo volumen, evitar derivas mediante pantallas, reciclar el goteo o evitar éste y aplicarlo preferentemente localizado o a rodales.

En el empleo de herbicidas, que deben ser siempre los autorizados para el cultivo y aquellos de los que no se han retirado sus materias activas, por las últimas normativas.

En el control químico siempre hay que tener en cuenta:

- La actividad del producto considerando la materia activa o materias activas componentes del mismo y el conocimiento de los coadyuvantes y aditivos.
- La difícil definición y concreción de la dosis a emplear.
- Existencia de fototoxicidades.
- La eficiencia de la materia activa y su formulación.
- La persistencia.

- Los efectos residuales.
- La adecuación para la flora adventicia a controlar y la previsión de la sucesión que en esta puede inducir.
- La capacidad en la creación de resistencias, etc.

Los herbicidas tienen también una serie de ventajas como la simplicidad y rapidez de su empleo y la facilidad para el control de determinadas plagas, pero pueden actuar como nocivos para el entorno, aumentando la frecuencia de los accidentes climáticos por heladas al tener el suelo desnudo.

El uso de herbicidas es recomendable en líneas o zonas específicas, y sobre todo realizar previamente un adecuado censo herbológico y aplicándolos no sólo a bajos o ultrabajos volúmenes como hemos dicho, sino también a bajas presiones para evitar la deriva.

En preemergencia se suelen utilizar hasta ahora simazina, diuron y mezclas de terbutilazina y terbumeton, pero éstos no son siempre los más adecuados. Además, su uso está ya restringido y alguno de ellos ya ha sido prohibido. Otra opción es utilizar herbicidas de contacto, aplicándolos normalmente dos o tres veces en el año, una primera antes de la brotación de las cepas, es decir unos veinte días después de la poda, otro tratamiento en mayo para controlar los rebrotos y eliminar las adventicias que comienzan su desarrollo en esta época y una tercera entre junio y julio, que a ser posible debe utilizarse sólo zonalmente, aplicándose a las manchas de adventicias, o a las zonas más infestadas.

Antes de decidir el empleo de cualquier herbicida debemos considerar su modo de acción, su espectro actuacional y su tipo de absorción, así como conocer si es de preemergencia, que suele ser residual, o de postemergencia (de contacto o sistémicos) o de posición con alta o baja capacidad de penetración en el suelo.

En todos los casos en el modo de acción de un herbicida influyen entre otras cosas:

- El tipo de suelo.
- La pluviometría.
- La solubilidad.
- La capacidad de retención por el suelo.
- La fase del desarrollo en la que se encuentran las malas hierbas y momento en el que el herbicida es más activo, que suele ser en fases de crecimiento activo de estas adventicias.
- El modo de máxima absorción, ya sea ésta por las hojas o las raíces.
- Migración.
- Persistencia y acumulación, etc.

Actualmente los herbicidas no se suelen aplicar solos sino combinados con cubiertas o aplicados a rodales y combinados con el laboreo clásico, de modo que normalmente los herbicidas se aplican o en las calles cuando se combinan con cubiertas en las filas de cepas o en las filas cuando se combinan con el laboreo.

Antes de diseñar o elegir el tipo de herbicida a aplicar es importante conocer el tipo de adventicias, como ya hemos dicho, así estas estrategias y el tipo de materia activa a emplear deberán ser distintas si las plantas son anuales, normalmente diseminadas por semillas con peculiares exigencias térmicas para su germinación (diferenciando entre aquellas que germinan en otoño y mueren en verano, las que germinan en primavera y mueren en otoño y las que germinan en verano y mueren en otoño), o bisanuales (que normalmente germinan en primavera), y también si son plurianuales, vivaces (multiplicadas por rizomas, estolones, bulbos o tubérculos) o semileñosas, leñosas o herbáceas.

Un ejemplo de los distintos herbicidas empleados en viticultura es el siguiente:

- Simacina, materia activa de preemergencia de acción residual y absorción preferente por las raíces, tiene una persistencia elevada (entre 4 y 8 meses), es eficaz contra flora adventicia anual en una sola aplicación con dosis entre 6 y 8 litros de materia activa por hectárea, se comercializan más de diez mezclas con otras materias activas (Vegepron®, Clairsol®, Ribal®, etc.).
- Terbutilazina y terbumeton, que son triazinas y por tanto pueden crear resistencias. Su aplicación es recomendable a rodales y con dosis entre 7 y 10 kilogramos por hectárea.
- Glifosato, perteneciente a la familia de las ipropilaminas, muy eficiente en gramíneas y con dosis de entre 4 y 8 litros hectárea, puede resultar tóxico para las plantas jóvenes; se comercializan más de ocho mezclas con otras materias activas (Foliar®, Mascota®, etc.).
- Aminotriazol, que genera fácilmente resistencias y debe aplicarse alternado con otros productos siendo recomendadas dosis de aproximadamente 5 kilogramos por hectárea, del que se comercializan diversas formulaciones y mezclas (Carzol®, etc.)

- Diuron, que es fitotóxico para plantas jóvenes, perteneciente a las fenilurea y de uso limitado y que va a ser retirado; puede emplearse con dosis entre 6 y 10 litros por hectárea y suele requerir dos aplicaciones anuales; puede utilizarse en muchas mezclas con otros herbicidas (Vegepron ®, Clairso ®, Mascota ®, Clairon ®, Melkior ®, Basalte ®).
- Mezclas de paracuat y dicuat con dosis próximas a los 6 litros por hectárea, también pueden producir necrosis marginales y desecación de las hojas de las cepas (Reglone ®, Gramoxone ®).
- Glufosinato, que es un derivado fosfónico y que sólo es eficiente en primavera y verano.
- Linuron o monolinuron, de la familia de las fenilureas y de absorción tanto radical como foliar.
- Otros herbicidas a emplear son: Trifluralina; Isopropilamina (Azural ®), - Sulfosato (Supral ®, Touchdown ®); Clorbromuron; Oxyfluorfen (Goal ®); Diclobenil; Dinocep; Amidosulfuron; Fluazifop (Fusilada ®); Haloxyfop; Oryzalina; Oxadiazon; Quinalfos; Isoxaben; Norfluzaron; Clortiamida; Butralina; Napropamida; Pendimetalina.

Debemos recordar que las mezclas de terbutilazina y terbumeton tienen alta persistencia, pueden ser fitotóxicas para plantas jóvenes, luego sólo pueden emplearse en cepas de más de dos años, deben aplicarse con suelo húmedo, tras las lluvias o después del riego pues es poco eficaz en períodos secos, su absorción es a través de las raíces pero también puede aplicarse foliarmente, aunque a dosis muy bajas puesto que produce decoloración y bronceados anómalos en las hojas.

El glifosato es un herbicida de postemergencia sistémico de amplio espectro y utilizable sólo por aplicación foliar en el periodo vegetativo activo de las adventicias, es eficiente ante vivaces, tiene baja persistencia, debe aplicarse dos veces por año, puede ser fitotóxico en cepas de menos de 3 o 4 años y dañar a las cepas más jóvenes si hay replantación, la toxicidad que inducen se manifiesta en el ciclo anual siguiente al de aplicación. Se comercializan muchas mezclas de esta materia activa con otras.

El diuron puede emplearse en pre y en postemergencia, se absorbe tanto a través de las raíces como por vía foliar, tiene acción sobre dicotiledóneas y gramíneas ya sean anuales o bisanuales, normalmente requiere dos aplicaciones anuales entre abril y junio, es un producto poco soluble que se fija fácilmente y es bloqueado y retenido por arcillas y por la materia orgánica y por ello bastante persistente. Puede ser fitotóxico en cepas jóvenes especialmente en suelos permeables y puede producir amarilleamiento de los nervios. Se comercializa en numerosas mezclas con otros herbicidas.

La napropamida es una materia activa empleada eficientemente en preemergencia, que no es tóxica para la vid al ser muy selectiva, con acción en germinación y en plantas adventicias jóvenes con absorción radical y buena persistencia efectiva, especialmente frente a dicotiledóneas anuales y gramíneas estivales, se suele asociar con simazina.

El aminotriazol es un herbicida de postemergencia sistémico que genera resistencias muy fácilmente, de absorción foliar y migración muy rápida, con acción antigerminativa y para el control de plántulas jóvenes tanto anuales, como bisanuales y vivaces, debe emplearse en períodos de reposo vegetativo de las cepas ya que produce decoloración, amarilleamientos y necrosis en las hojas de vid, como es persistente no puede ser empleado nunca después del envero.

La clortiamida es una materia activa de absorción radical y de preemergencia con larga persistencia, que debe emplearse en los viñedos antes del desborre y es mejor emplearla en regadío o tras las lluvias de invierno, no debe emplearse en plantaciones de menos de cuatro años pues produce decoloración marginal y amarilleamiento de la vegetación siendo por ello fitotóxica para las cepas.

Recordemos que algunos herbicidas pueden producir fitotoxicidad en las cepas, fitotoxicidades que tienen unos síntomas que se deben conocer para no atribuirlos o a carencias, o a determinadas enfermedades, especialmente producidas por virus, con las que se pueden confundir. Síntomas producidos por herbicidas pueden ser, dependiendo de la materia activa, de los aditivos y del tipo de absorción del producto, los siguientes:

- Decoloraciones, blanqueados o amarilleos sectoriales en las hojas.
- Necrosis marginales, acompañadas de rizado marcado de los dientes de las hojas.
- Deformaciones con senos peciolares muy abiertos, dobles nervios y sectores o incluso lóbulos foliares, etc.
- Aclareo de nervios primarios y secundarios con afección de las zonas parenquimáticas próximas.
- Deficiencias y retrasos en el agostamiento.
- Reducción y arrepollado de la vegetación de las cepas afectadas.
- Seca parcial de brazos, o total de las cepas.

- Disminución de la producción.
- Mantenimiento de restos de materias activas en las uvas con lo que pueden superarse los LMRs autorizados y por tanto pérdida de la cosecha.

Debemos tener en cuenta que entre los herbicidas fitotóxicos para las cepas se encuentran los siguientes:

- 2,4 D y 2,4,5 TP
- Bromouracilo, que además de necrosis foliares marcadas en las hojas de la base de los sarmientos puede producir la muerte de cepas.
- Paracuat, con necrosis foliares intensas.
- Atrazinas, que provocan clorosis marginales.
- Glifosato, que induce deformaciones de los nervios y las hojas además de clorosis punteada y difusa.
- Terbulazina.
- Terbumeton.
- Amidosulfuron.
- Dicuat y paracuat, entre otros.

11. MULTIPLICACIÓN Y TÉCNICAS VIVERÍSTICAS

11.1. INTRODUCCIÓN

La multiplicación de materiales vegetales puede realizarse por dos vías, sexual y asexual. La multiplicación comercial casi siempre es por vía asexual.

Las técnicas de reproducción vegetativa son fundamentalmente el acodo, las estacas y el injerto.

La reproducción sexual sólo tiene utilización en la investigación para la obtención de híbridos tanto en patrones como en cultivares. La polinización dirigida es muy problemática, utilizándose generalmente la polinización libre.

11.1.1. Reproducción asexual

Toda reproducción de patrones en la vid se hace mediante la multiplicación por estacas, que se obtienen a partir de pies madre, injertándose posteriormente con el cultivar deseado.

Se puede recurrir a dos metodologías:

- Obtener la estaquilla a partir de la cepa madre del patrón, plantarla en campo después de enraizada e injertarla en el propio campo.
- Realizar el injerto en el taller, comercializando la planta injertada. Esta es la tendencia en los últimos años.

Una planta injertada vale aproximadamente el doble que un barbado (estaquilla con raíz pero sin injertar). En un secano donde pueden fallar las plantas puede ser conveniente utilizar barbados, porque además se establece mejor la raíz que en el caso de una estaquilla ya injertada. En una zona donde el suelo sea fértil y haya suficiente humedad se puede ganar un año si utilizamos estaquillas injertadas. Luego la utilización de uno u otro sistema depende de varios condicionantes, entre ellos las condiciones de clima y suelo. Otro factor que puede influir en la utilización de uno de estos sistemas es la obtención de cosecha de una forma rápida. En ocasiones se prefiere plantar estaquillas injertadas, aunque haya un número de fallos, con el fin de entrar antes en producción. En la vid no hay prácticamente raíces adventicias, y por tanto no sirve la fragmentación de raíces, con lo cual se debe recurrir a estacas. La multiplicación mayoritariamente es por estacas. Las estacas deben seguir un proceso viverístico muy concreto, consistente en:

1º. Se debe tener una plantación de cepas madres. Esta plantación está establecida en general a 2,5 x 2,5 m. Se podan a la ciega, es decir, en cabeza de mimbrera, y lo que se pretende es inducir una brotación abundante en cantidad de sarmientos. Cuando se obtienen los sarmientos se desaprovechan los 10-12 primeros cm y los 20-30 cm finales. Se coge toda la parte central del sarmiento y se trocea con el tamaño correspondiente. Las estaquillas habituales en España son de 5-6 yemas, mientras que en Francia son más cortas de 2-3 yemas.

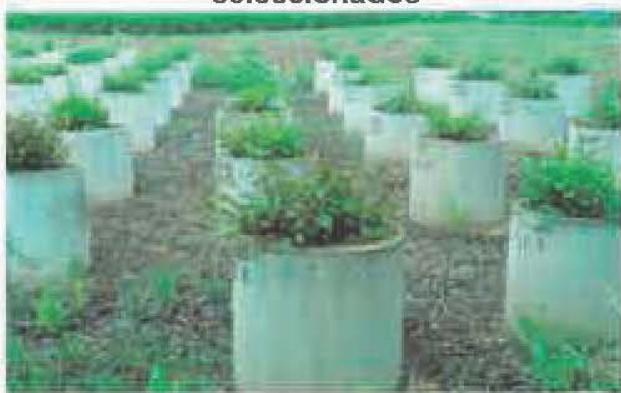
Se pueden obtener tres tipos de estaquillas:

- a) Estaquillas simples.
- b) Estaquillas talonadas.
- c) Estaquillas con madera vieja.

Foto 112. Parcela comercial de cepas madres



Foto 113. Cepas madres de patrones seleccionados



Las estaquillas comerciales son todas simples, puesto que con plantaciones madre en cabeza de mimbrera no se pueden conseguir estaquillas que no sean simples. Ahora bien, en algunas zonas con muchos problemas de agua en el suelo se recurre a podar las cepas madre con brazos cortos, es decir a la manchega, dejando una sola yema. La ventaja de estas estaquillas es que como llevan más reservas en la madera el enraizamiento es mucho más efectivo que el de la estaquilla simple, si existe falta de agua. Esto se utiliza para plantaciones de vid en el Norte de África. En la zona de Marruecos se están poniendo plantaciones de vid para uva de mesa con estaquillas de este tipo.

La producción de estaquillas en las parcelas de cepas madres habituales es de unas 70.000 estaquillas por hectárea, de 5 yemas, con el marco de 2,5 x 2,5 m, aunque hay algunos patrones como el 41-B que dan más estaquillas y otros como 99-R y 110-R que producen menor número, porque unos son más vigorosos que otros.

Foto 114. Madera de patrones para estaquillar



Foto 115. Obtención de estacas y estaquillas



2º. Una vez cortadas las estaquillas se colocan en unas balsas de agua para evitar la acción de unos inhibidores del enraizamiento que existen en la madera. Si no se hace este lavado las estaquillas enraizan mal. Las estaquillas están en las balsas 4-5 días, con lo que se movilizan sus reservas.

3º. Estratificación. Consiste en enterrar las estaquillas agrupadas en gavillas bajo un montículo de arena y cubiertas bajo un plástico hasta marzo. Se exige un suelo que sea arenoso y con riegos periódicos para mantener la humedad. Se arrancan en noviembre con una producción de unas 240.000 estaquillas por hectárea. Actualmente estas estaquillas se conservan en cámaras frigoríficas.

Foto 116. Estratificado de estacas en campo



Foto 117. Humectación de estacas para injerto

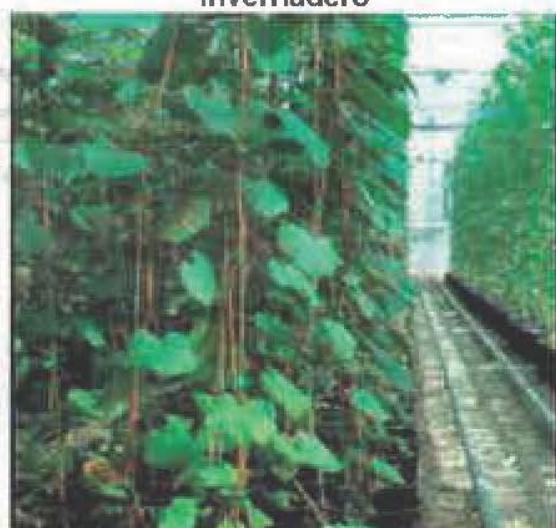


4º. A continuación se pasan a las parcelas de barbado. En éstas se hacen unos surcos de unos 25 cm de anchura y con una profundidad de 60 cm. Las estaquillas procedentes de las cámaras de enraizamiento se colocan en estos surcos y se cubren. De aquí se obtienen las estaquillas que se comercializan.

Foto 118. Parcela de enraizado de injertos



Foto 119. Producción de planta en invernadero



5º. Material estándar y certificado.

a) Planta estándar. Es aquella de la cual responde únicamente el viverista de su calidad y de su autenticidad varietal. La calidad no está totalmente reglamentada, aunque cada país tiene unas normas, y hay también una propuesta a nivel de la Unión Europea (UE). A Partir del año 2005 deja de ser comercializable.

b) Planta certificada. Es aquella que además de garantizar la autenticidad varietal el Gobierno garantiza su estado sanitario.

Las etiquetas de planta estándar sólo están numeradas y visadas, pero no con numeración individual, para saber el número de plantas que se vende, siendo un control administrativo, mientras que las plantas certificadas tienen un número concreto y llevan un control técnico sanitario.

El Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero (I.N.S.P.V.) garantiza la autenticidad varietal y el propio Instituto por medio de un centro a nivel nacional, que es el Centro de Indexaje de la Alberca (Murcia), garantiza el adecuado estado sanitario.

En la parcela base de los viveristas, al principio se hace un indexaje de todo el material que colocan y después, cada dos años, de todo el material plantado. Esto es prácticamente imposible de llevar a cabo y por ello se recurre a un muestreo estadístico. Cada dos años se controla el estado

sanitario de la plantación y en caso contrario se cierra el permiso para comercializar planta certificada. Las etiquetas pueden tener tres colores:

Etiqueta blanca, con una banda transversal morada: material base.

Etiqueta amarilla: material estándar.

Etiqueta azul: material certificado.

11.2. VIVERÍSMO VITÍCOLA

La producción de planta vitícola en el mundo es muy importante; en España existen numerosos viveros destinados únicamente a la producción de barbados y planta injerto de vid.

Existe una nueva reglamentación técnica sobre la multiplicación de plantas de vid que recoge las especificaciones de la Unión Europea.

Actualmente el intercambio de plantas entre los países vitícolas es muy importante, siendo frecuente en España la realización de plantaciones con planta de origen italiano, portugués o francés, obteniéndose plantaciones con diferentes resultados.

Los viveros españoles son muy buenos productores de barbado y al pasar al empleo de planta injerto están teniendo algunos problemas, como en todos los países, problemas que se solucionan fácilmente cuidando y vigilando el proceso de producción de planta y llegando a niveles más altos de producción de planta certificada.

En el sector viverístico existen una serie de problemas como son:

- Su fuerte atomización.
- Existencia de viveros intermediarios de planta que complican la trazabilidad de la misma.
- Existencia de muchos casos en los que la planta se injerta a partir de campos de producción que no tienen el mismo control que las cepas madres.
- Distintos criterios de inspección en las diferentes Regiones Autónomas.
- Lentitud Administrativa.
- Falta de viveros seleccionadores que en su nueva redefinición son los que deberían actuar de forma mayoritaria.
- Falta de viveros obtentores que realicen las necesarias selecciones clonales sanitarias.
- Falta de material certificable en muchos de nuestros cultivares.
- Falta de normalización y caracterización sistemática (por las normas UPOV aceptadas por más de 32 países con intereses agrícolas) de los materiales vegetales.

No debemos olvidar que en el mercado existe planta certificada, patrones certificados, plantas en las que sólo el patrón está certificado y que debe ser considerada como estándar y planta estándar o propia, que debe desaparecer a corto plazo del circuito viverístico y que hoy es sólo de circulación zonal o como máximo dentro de un país.

Actualmente los viveros españoles ya han asumido en parte el reto de la modernización, empleando cámaras frigoríficas para la conservación de la madera y cámaras de calor para el forzado del enraizamiento y desarrollo de los callos de soldadura, aunque deben afrontar nuevos retos de producción de planta en contenedores, además de a raíz desnuda, con cepellón y cuidados especiales que mejoren los resultados en la plantación y permitan ampliar el periodo adecuado de su realización.

Se debe considerar que la planta certificada es aquella procedente de selección clonal, garantizada en su autenticidad varietal y estado sanitario por los servicios centrales o periféricos del Instituto de Semillas y Plantas de Vivero, cuyas plantas iniciales han sido testadas oficialmente y cuyas plantas prebase y base son controladas y comprobadas en su estado sanitario respecto a las virosis, otras enfermedades y plagas que exigen las correspondientes reglamentaciones de diferentes países, inspiradas en las normas europeas. También conviene recordar que sin cuarentena oficial no se puede importar plantas de fuera de los países integrantes de la Unión Europea, medida muy lógica para evitar la entrada de nuevas patologías graves en la vid, como puede ser la enfermedad de Pierce, el hongo *Phytophthora omnivorum*, etc.

En un vivero se pueden producir patrones, planta injertada, barbado de patrones o planta en contenedores, macetas o pot, todas ellas leñosas o herbáceas. No es frecuente la producción de plantas herbáceas, aunque si existen viveros que realizan injerto en verde e incluso microinjertos; en estos casos la tecnificación es elevada.

En la producción de plantas de vivero es conveniente que las cepas madres, ya sean de patrones o de yemas para injertar completen bien su lignificación, el nivel de reservas de estas plantas puede y debe controlarse por corte de algún sarmiento o incluso valorando su contenido en almidón con lugol al 1% aplicado al corte recién hecho, el rendimiento de estas cepas madres

debe ser el adecuado pero no迫使arse excesivamente, la selección del calibre de los sarmientos a emplear como patrones es importante.

En las plantaciones del vivero ya sean las cepas madres como la planta joven establecida en las denominadas parcelas de barbado deben evitarse los parásitos y enfermedades de las hojas que dificulten el adecuado agostamiento, deben corregirse las carencias, llevar un buen control de las enfermedades evitar el encharcamiento del suelo y por tanto la asfixia radical, como también deben evitarse la sequía estival y las heladas tempranas que dificulten el adecuado granado o agostado de la madera.

En las nuevas estrategias de vivero muy importante es mantener las plantas en forzado de enraizamiento en las cámaras sin ataques de hongos.

Muchos de estos hongos son saprofíticos pero algunos como la *Botritis cinerea* pueden comprometer el desarrollo de las brotaciones y otros afectar a los callos mal cicatrizados y afectar a la madera de las plantas injerto como es el caso de *Phaemoniella*, *Sphaeracremonium*, *Botriospheria*, etc.; el control del primer grupo de hongos se evita con criptonol, siendo también eficiente el uso de *Trichoderma* (hongo antagonista de la *Botritis* y empleando suspensiones de 10^8 esporas por litro en los tratamientos) no siendo eficientes la aplicación ni del agua caliente ni el alcohol al 20%.

El segundo grupo de hongos, en caso de detectarse, es de más difícil control pero el empleo de mastics con distintos fungicidas evita su penetración por la base de las estaquillas y el empleo de ceras con fungicidas también es recomendable.

En las plantas producidas en los viveros pueden detectarse una serie de inadecuaciones en las actuaciones que conducen a unos patrones y sobre todo a unas plantas injerto no adecuadas, entre estas podemos indicar las siguientes:

- Retraso o insuficiencia en el riego de las plantas en las parcelas de barbado.
- Exceso de abonado nitrogenado que dificulta el agostamiento.
- Falta de reservas en la madera empleada.
- Soldadura incompleta del injerto.
- Rizogénesis inadecuada o escasa.
- Ciclos vegetativos interrumpidos.
- Poda inadecuada de las cepas madre que conduce a calibres bajos.
- Presencia de frutos en las cepas madre de las que se toman los injertos.
- Daños en las raíces y estacas producidos en el arranque.
- Presencia de patógenos del suelo (hongos, insectos, bacterias); el control de estas patologías y la inexistencia de algunas de ellas en la planta de vivero están reguladas por el Reglamento de Producción de Plantas de Vid.
- Las plantas deben estar exentas de las afecciones transmisibles por injerto que exige la legislación.
- No deben existir problemas de incompatibilidad entre los materiales empleados en la construcción de la planta injertada (recordemos que por el momento han sido detectadas la incompatibilidad de algunos clones de Merlot sobre SO4, de Cabernet Sauvignon sobre 5BB, de Merlot y Syrah sobre 110R, de Monsstrell sobre 140 Ru, y algunos otros casos que deben ser confirmados y tomados en consideración).
- Se deben evitar desequilibrios nutritivos que conduzcan a tiliosis (frecuente en el patrón 161-49), caída precoz de hojas (posible en 3309), enrojecimiento de hojas, etc.