

Estrategias de gestión del agua en el viñedo de vinificación

Una estrategia de riego es el conjunto de decisiones que van a determinar la cantidad y momento de aplicación del agua de riego.

Para decidir la estrategia de riego es necesario fijar unos objetivos cuantitativos y cualitativos de la cosecha, así como conocer la respuesta de la planta al exceso/déficit hídrico en cada momento del ciclo.

José Ramón Lissarrague, Pedro Junquera, Patricia Sánchez de Miguel y Pilar Baeza • Grupo de investigación en viticultura. Universidad Politécnica de Madrid.



Objetivos

Los objetivos marcados en un viñedo comercial pueden ser muy variados, tantos como tipos de vino se pretendan elaborar de esa explotación vitícola (tinto joven, blanco fermentado en barrica, blanco para envejecer en barrica, tinto para añejar, etc.). El tipo de vino varía según gustos del mercado, muy influenciado por los críticos, de forma que en 15 años hemos pasado por épocas en las que el público demandaba vino joven, afrutado y ligero, mientras que desde hace unos años se prefieren vinos de mucho cuerpo y extracto y alta graduación alcohólica, que perduren en boca. Las estrategias de riego y demás técnicas de cultivo tendrán que modificarse y adecuarse a cada situación.

Dividiendo el ciclo anual de la vid en tres grandes fases, podemos fijar unos objetivos agronómicos a conseguir en cada etapa:

- a) Objetivos desde brotación a tamaño guisante.
- Conseguir una longitud del entrenudo medio entre 7-10 cm y unas 12-15 hojas por metro lineal de pámpano.

- Tener completamente desarrollada la cubierta vegetal del viñedo hacia tamaño guisante, antes de iniciar la maduración de las bayas.
 - Parar el crecimiento vegetativo antes del envero.
 - Influir sobre el tamaño de las bayas, ya sea favoreciendo un tamaño grande, o por el contrario limitando su tamaño.
 - Atenuar la senescencia foliar.
 - Favorecer la fertilidad de yemas que llevarán la cosecha de la siguiente campaña.
 - Favorecer la renovación de las raíces.
- b) Objetivos de tamaño guisante a vendimia.
- Limitar el desarrollo de hojas nuevas procedentes de la actividad del meristemo terminal del pámpano principal, o de la brotación de anticipados.
 - Alargar la fase adulta de las hojas lo más posible, para mantener niveles altos de fotosíntesis, retrasando su envejecimiento hasta después de vendimia.
 - Limitar el desarrollo del tamaño de la baya.
 - Garantizar la acumulación de azúcares en la baya y la completa maduración de éstas. Limitar la pérdida de superficie foliar por defoliación.
 - Favorecer el agostamiento.
- c) Objetivos de vendimia a caída de hoja.
- Favorecer la acumulación de sustancias de reserva hasta la caída de las hojas.
 - Favorecer la renovación de raíces.

Efectos del riego en la vid

La decisión de cuándo y cuánto se ha de regar requiere un conocimiento de los factores que afectan al estado hídrico de la planta y de su respuesta a través de los efectos cuantitativos y cualitativos. Sólo mediante un conocimiento de los efectos se podrá dirigir y gestionar bien el riego para la obtención de rendimientos uniformes en el tiempo y de las características cualitativas deseadas.

La necesidad del riego aparece cuando la demanda evaporativa de la atmósfera supera a la cantidad de agua que la planta puede absorber por las raíces, provocando respuestas no deseadas en el crecimiento y en la fisiología de la planta frente al déficit hídrico.

Efectos del exceso/defecto de agua desde brotación hasta tamaño guisante

La etapa entre brotación y tamaño guisante se caracteriza porque la planta prioriza desarrollo vegetativo frente a desarrollo fructífero. Durante esta fase no es frecuente la falta de agua, pues las lluvias invernales y primaverales garantizan el llenado del perfil del suelo, de manera que la brotación de la vid y los primeros estados de desarrollo se producen en condiciones de capacidad de campo del suelo. Por otro lado, el desarrollo foliar es aún escaso y la demanda atmosférica es baja; todo ello hace que el consumo sea pequeño y no sea frecuente la falta de agua, salvo esporádicamente. La falta de agua en esta fase es responsable de una brotación irregular, crecimiento muy ralentizado del pámpano e incluso de falta de desarrollo vegetativo. Este escaso desarrollo vegetativo va a condicionar la cantidad de superficie foliar que ha de ser garantía de una completa maduración de las bayas y de la acumulación de sustancias de reservas en las partes permanentes de la planta, cuyo efecto se notará en el ciclo siguiente. El desarrollo vegetativo es muy sensible a la falta de agua en el suelo (**figura 1**) por lo que es necesario mantener contenidos de agua en el suelo próximos a capacidad de campo o lo que es lo mismo, potencial hídrico de hoja a medio día solar superior a -0.7 MPa o potencial hídrico antes de amanecer superior a -0.2 MPa para asegurar el crecimiento vegetativo.

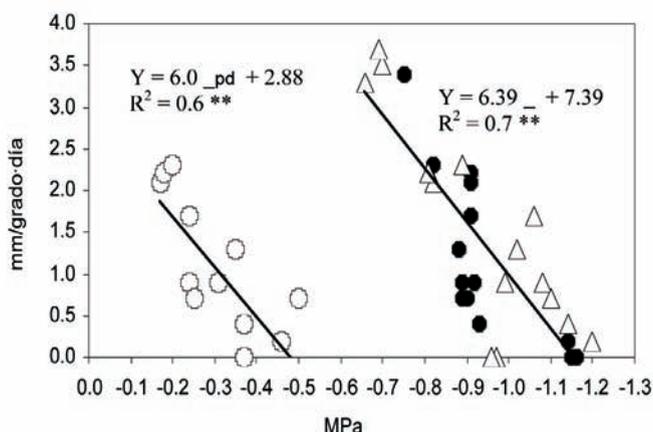
Otro de los efectos del déficit hídrico es la disminución de la actividad fotosintética de las hojas, aunque ésta es menos sensible a la falta de agua que el desarrollo vegetativo (**figura 2**). Esta merma en la capacidad fotosintética provoca una mayor dependencia en el tiempo de los pámpanos por las reservas y si la situación persiste a lo largo del ciclo se produce un debilitamiento de la cepa.

Un déficit hídrico severo afectará al cuajado del año en curso y a la iniciación floral de las yemas de ese año, efecto que se visualizará en la siguiente campaña.

Más frecuentes son los problemas por exceso de agua en esta fase, a los que generalmente no se les ha prestado suficiente importancia, en parte por la mayor espectacularidad de los efectos de la sequía de agua, y en parte, porque sus resultados no se perciben de inmediato, sino en fases muy posteriores, haciendo difícil que se imputen estos efectos a cuanto aconteció en la primavera. Uno de sus efectos más negativos es un crecimiento vegetativo desmesurado que se traduce tanto en rapidez de crecimiento del pámpano como en una fuerte emisión de nietos. La rapidez de crecimiento provoca entrenudos muy largos y hojas grandes; esto implica a su vez, que para una misma longitud total de pámpano, tengamos menos hojas, más grandes y muy similares en cuanto a edad a lo largo del pámpano. El bajo número de hojas por metro lineal de pámpano, así como la falta de escalonamiento de la edad, produce un envejecimiento casi simultáneo de las hojas del sarmiento, resintiéndose la maduración del racimo en sus últimas fases por falta de hojas adultas. La caída de hojas grandes provocan una gran pérdida de superficie foliar durante el proceso de envejecimiento, produ-

Figura 1

Respuesta del crecimiento del pámpano (mm/grado · día) a medida que disminuye la disponibilidad hídrica del suelo expresada a través del potencial hídrico antes de amanecer (O) o durante la mañana (*,Δ). Datos obtenidos en condiciones de campo, durante dos años, de estudio en Cabernet-Sauvignon/SO₄.



ciendo una pérdida proporcionalmente más cuantiosa para la planta, y menos gradual que si la misma superficie foliar estuviera distribuida en hojas más pequeñas.

Por otro lado, el exceso de desarrollo vegetativo produce un mayor consumo de agua del suelo, al haber mayor superficie transpirante, y acentúa el déficit hídrico en épocas en las que ésta es escasa, como durante la maduración de los racimos. También el exceso de desarrollo vegetativo implica mayores costes por despunte. Para paliar los efectos del exceso de agua en primavera se puede recurrir a la regulación del régimen hídrico mediante el manejo de las cubiertas naturales controladas, cubiertas artificiales de autosiembra (*Vulpia myurus*, *Bromas tectorum*, *Bromas hordaceus*, etc.) o bien a las cubiertas temporales (centeno, veza + centeno, veza + avena, etc.). También se

Figura 2

Variación de la tasa de fotosíntesis neta (A μmol CO₂/(m² · s)) en Cabernet-Sauvignon al disminuir la disponibilidad hídrica medida a través del potencial hídrico foliar (MPa) a las 9:00 horas solares

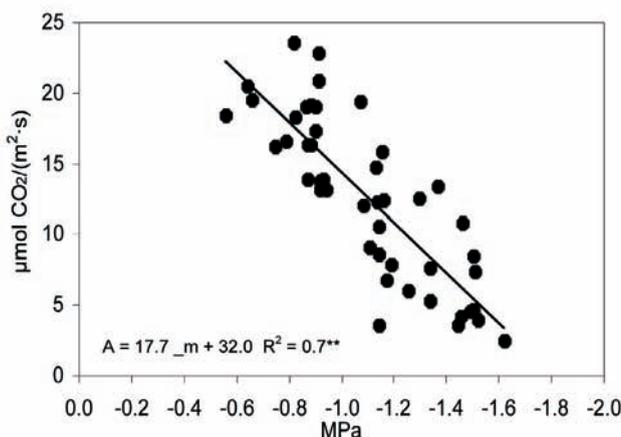
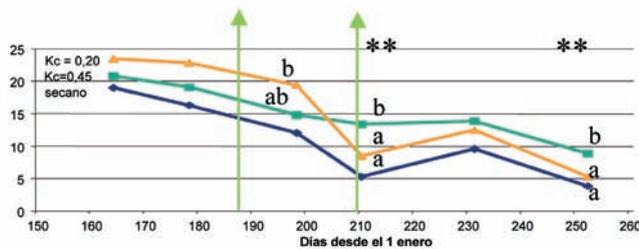


Figura 3

Evolución de la fotosíntesis neta (eje X) en tres regímenes hídricos a lo largo de la estación. La flecha verde de la izquierda marca el inicio del riego y la de la derecha el envero



puede regular el desarrollo vegetativo mediante la carga dejada en la poda (yemas/cepa) ya que el desarrollo de los pámpanos es inversamente proporcional a su número.

Efectos del exceso/defecto de agua entre las fases cuajado y envero

Durante este periodo queda determinado el número de células que van a formar cada baya y la elasticidad o capacidad de agrandamiento de la pared celular, quedando así condicionado el tamaño potencial de la baya y el rendimiento de la cosecha. Algunas estrategias de riego tienen como objetivo conseguir una baya pequeña (1,0 – 1,2 g/baya) particularmente cuando se quiere conseguir un vino tinto con una alta concentración antocianica. Al ser este aspecto menos importante en vinos blancos se recomienda un menor déficit hídrico y una baya más grande en estos últimos, para evitar un sacrificio de cosecha.

Al igual que en la etapa anterior, la disminución de la disponibilidad hídrica afecta a la tasa de fotosíntesis y acelera su envejecimiento (figura 3).

Ojeda *et al.* (2002) obtuvieron que con mayor restricción de agua se produce un menor contenido de proantocianos (PA) quedando inhibida la biosíntesis posterior de antocianos. Análogamente, en un ensayo desarrollado en Colmenar de Oreja con la variedad Cabernet sauvignon en la campaña 2005, se obtuvo un mayor contenido de antocianos extraíbles en los mostos procedentes de cepas regadas frente al procedente de las cepas en seco (tabla 1).

Tabla 1

Composición fenólica de la uva en vendimia (2005)

| | IPT | Antocianos Totales (mg·L ⁻¹) | Antocianos Extraíbles (mg·L ⁻¹) |
|-----------------|-----|--|---|
| T ₀ | 60 | 1401 | 775 b |
| T ₂₀ | 64 | 1472 | 816 b |
| T ₄₅ | 58 | 1473 | 954 a |
| Sig. | ns | ns | * |

T₀: seco, T₂₀: ETc=0.2·ET₀, T₄₅: ETc=0.45·ET₀, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

Durante esta etapa interesa tener controlado el desarrollo vegetativo sin que la fotosíntesis se vea afectada, por lo que será necesario restringir el agua a la planta a niveles de potencial hídrico foliar a medio día solar y antes de amanecer de -1,2 MPa y -0,4 MPa, respectivamente.

El exceso de agua en esta etapa produce un crecimiento vegetativo continuado que compite con los racimos y con la inducción floral de las yemas del año en curso, por lo que puede afectar a la tasa de cuajado y a la fertilidad del año siguiente. Los efectos sobre la fertilidad son debidos a una competencia por los productos de la fotosíntesis y a una falta de iluminación favorecida por un exceso de desarrollo vegetativo.

Efectos del exceso/defecto de agua durante la maduración de las bayas

Durante esta etapa la disponibilidad hídrica es el factor más determinante de la evolución de los componentes del mosto. El déficit hídrico va a ser el responsable de una disminución de las tasas fotosintéticas. La A va a disminuir netamente a medida que se impone el déficit hídrico, y a lo largo del día se ve condicionada por las características del día y la respuesta de los estomas a ella. En un principio se produce una disminución, y si las condiciones de déficit hídrico persisten a lo largo de los días, los estomas permanecerán abiertos sólo por la mañana, cuando la hidratación de la planta, la temperatura y el DPV son los más favorables de todo el día; hacia media mañana se cierran los estomas y no se produce más fotosíntesis (figura 4).

La falta de agua durante la maduración de la baya produce una menor concentración de azúcares en casos de fuerte déficit, un menor peso de la baya, (figura 5), menor acumulación de azúcares por baya y una ralentización de la maduración, aunque no suelen encontrarse diferencias si se expresa por litros de mosto (figura 6).

En general, la acidez total con el riego, debido al incremento de ácido málico, y el pH disminuye.

El contenido de antocianos en el mosto suele ser mayor cuando existe déficit hídrico en maduración (figura 7).

Figura 4

Evolución diaria de la fotosíntesis neta (ψ) y del potencial hídrico en un viñedo en seco de Tempranillo/I 10R en Madrid en dos fechas del ciclo. Se detallan los contenidos volumétricos de agua en el suelo

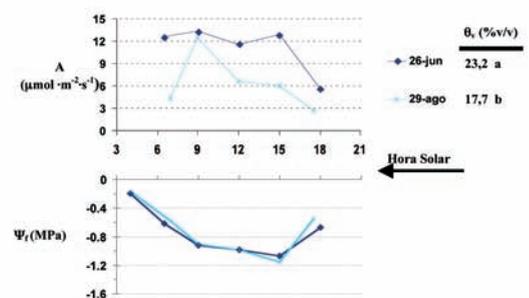


Figura 5

Evolución del peso de la baya desde cuajado hasta vendimia, en un viñedo de cv Tempranillo/I 10R bajo dos regímenes hídricos.

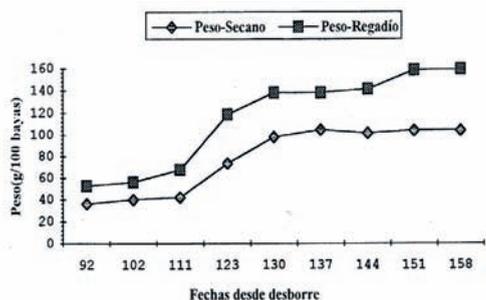


Figura 6

Evolución del contenido de glucosa (arriba) y fructosa (abajo) en g/L de mosto y g/baya, en un viñedo de cv Tempranillo/I 10R en Madrid bajo dos regímenes hídricos (Esteban et al. 1999)

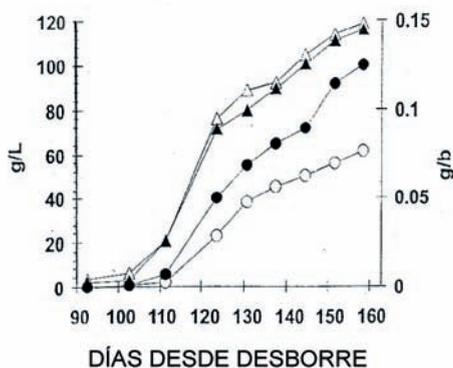
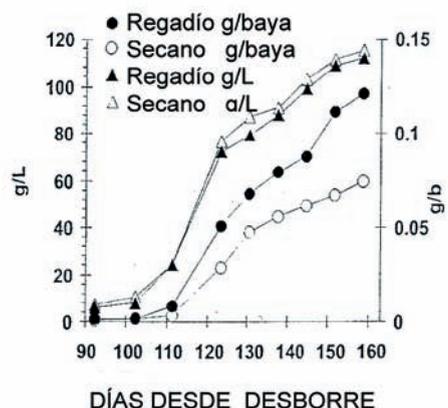
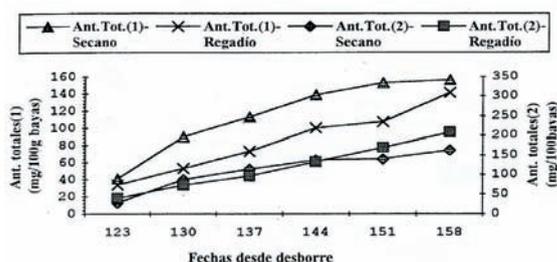


Figura 7

Evolución estacional del contenido de antocianos expresado por peso de baya o por baya en cv tempranillo/I 10R en Madrid



Ojeda et al. (2002) observaron que el estado de desarrollo de la baya en el momento en que se produce el déficit hídrico tiene consecuencias en la posterior evolución del contenido de antocianos y en el grado de polimerización de los flavonoides, y por tanto, en la percepción organoléptica del vino. Encontraron que el grado de polimerización de los precursores de los antocianos se incrementó con el déficit hídrico, y por tanto la deshidratación de la baya pudo afectar a las características sensoriales del vino, disminuyendo su astringencia.

Estrategias de riego

Determinación de la fecha de inicio de riego

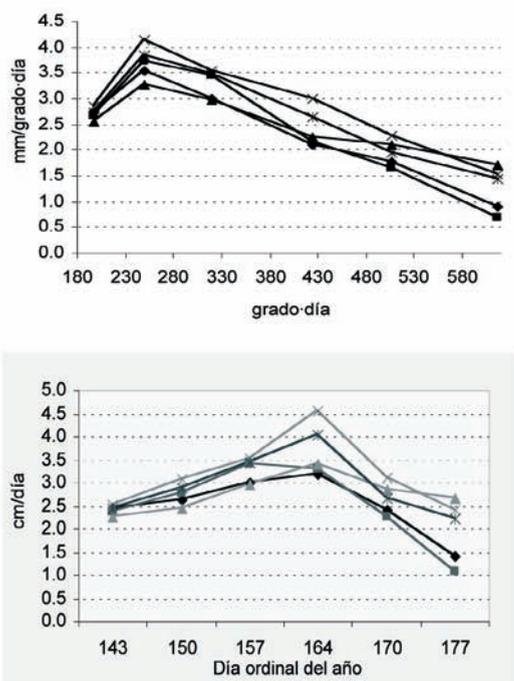
La primera respuesta de la planta ante la mínima señal de agotamiento de agua en el suelo es ralentizar la multiplicación celular. Durante el periodo brotación-floración, la planta prioriza el desarrollo de los pámpanos frente al desarrollo de las estructuras fructíferas. Las reservas de la planta – los aportes de la fotosíntesis actual son negativos o muy pequeños pues las hojas son aún órganos consumidores en formación – se dirigen hacia el crecimiento de los esbozos de tallos y hojas y neoformación de nudos y entrenudos. La falta de agua se reflejará en una ralentización del desarrollo vegetativo, pasando el pámpano de manifestar una extremidad arqueada o combada a mantenerse erguida, con hojas nuevas, pero no tan separadas unas de otras en la extremidad, parada en la emisión de hojas nuevas, ya no hay una gradación en el tamaño de las hojas a medida que están más cerca del ápice y desecación del ápice que aunque presente ya no es funcional que terminará por caerse (foto 1).

Estados de crecimiento del ápice vegetativo en crecimiento activo, inicio de parada, final y caída



En campo, podemos monitorizar este primer síntoma de parada de crecimiento del pámpano con una adaptación de la metodología propuesta por Hardie y Martin (2000). Aproximadamente cuando el pámpano tiene tres hojas desplegadas se marcan en cada parcela objeto de estudio unos 10 pámpanos representativos del comportamiento medio. Semanalmente se mide su longitud con una cinta métrica flexible. La velocidad de crecimiento del pámpano entre dos fechas dadas vendrá dada por el incremento de crecimiento por día entre el número de días del intervalo (cm/día). Se recomienda, siempre que se pueda, expresarlo como incremento de longitud por cada unidad de calor acumulada (mm/grado·día) ya que la temperatura afecta más al crecimiento que la duración del día. Por ejemplo en la **figura 8**, si atendemos a la velocidad expresada en cm/día (derecha) se concluirá erróneamente que la velocidad máxima de crecimiento se produce el día 164 - 13 de junio -, cuando realmente sucede dos semanas antes, el 30 de mayo, habiéndose acumulado 250 grado·día, segunda fecha de control coincidente con el 30 de mayo.

Figura 8
Evolución de la velocidad de crecimiento del pámpano expresada en mm/grado·día (izquierda) y cm/día (derecha). Datos tomados en Cabernet-Sauvignon/SO4 durante 2003. Cada línea representa la media de tres pámpanos y cada punto un día de medida



En el momento en que la velocidad de crecimiento del pámpano decrezca se deberá analizar si está todo el canopy ha completado el desarrollado buscado, en tal caso debemos retrasar el inicio del riego hasta que la velocidad sea nula y se haya detenido el crecimiento del pámpano completamente. Si por el contrario falta por completar el desarrollo total del canopy el comienzo del riego no puede dilatarse más en el tiempo.

Otros parámetros útiles para determinar el comienzo del riego, son las medidas del potencial hídrico foliar antes de amanecer (ψ_{aa}) o durante la mañana (ψ_1), así como mediante el control del potencial matricial del suelo. Cuando ψ_{aa} alcanza -0,48 MPa o cuando ψ_1 alcanza -0,7 MPa se detiene el crecimiento del pámpano (**figura 1**). Hardie y Martin (2000) obtuvieron que a partir de -0.07 MPa (70 cbar) de potencial matricial del suelo (ψ_m) se limita el desarrollo vegetativo. El contenido volumétrico de agua en el suelo ($\theta\%$) también se suele utilizar para decidir la fecha de inicio de riego— técnica TDR o FDR – Se considera que cuando el agua fácilmente utilizable por la planta (AFU o PAW) desciende entre el 40–60 % es momento de iniciar el riego.

En general, en el viñedo español no suele ser frecuente la necesidad de agua antes de floración, salvo excepciones debidas a la climatología de años con inviernos extremadamente secos, o viñedos en suelos poco profundos, o con muy poca disponibilidad hídrica.

Necesidades de agua de la planta

Del total de agua consumida por el viñedo a lo largo de la estación, aproximadamente entre un 9-14% se consume entre brotación y floración, entre un 28-31% entre floración y envero, y entre un 55-63% se consume a lo largo de la maduración (**tabla 2**).

Cuanto mayor es la cantidad de agua disponible y más uniformemente está distribuida en el tiempo, más se desplaza el consumo máximo hacia envero-vendimia, coincidiendo con el máximo desarrollo vegetativo y los máximos de demanda atmosférica (**tabla 2**).

Por lo general, en viñedos situados en zonas de clima mediterráneo, las lluvias del otoño, invierno y gran parte de la primavera son capaces de satisfacer las necesidades de las plantas en estas épocas, por lo que no suele ser frecuente el déficit hídrico desde vendimia hasta final de primavera.

Durante el ciclo anual, el consumo de agua depende del desarrollo de la superficie foliar y de la demanda evaporativa de la atmósfera. (**figura 9**). El riego debe adaptarse a esta demanda creciente teniendo en cuenta la disponibilidad de la reserva hídrica del suelo y los objetivos cuantitativos y cualitativos de la cosecha y la escasez de lluvias.

Una vez determinada la fecha de inicio de riego, el siguiente paso es cuantificar la dosis de agua a aportar, pa-

Tabla 2
Distribución estacional (%) del consumo de agua del viñedo con distintos regímenes hídricos en cv Tempranillo/I 10R en Madrid (datos medios 2002 – 2004)

| | Brotación- Floración | Floración- Envero | Envero- Vendimia |
|-----------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Kc = 0,45 | 9,2 | 27,0 | 63,8 |
| Kc = 0,30 | 13,7 | 27,9 | 58,4 |
| Kc = 0,20 | 13,7 | 29,9 | 56,4 |
| secano | 13,6 | 31,1 | 55,3 |

Figura 9

Evolución del desarrollo de la superficie foliar total del viñedo (m^2/m^2) a lo largo de la estación en dos regímenes hídricos

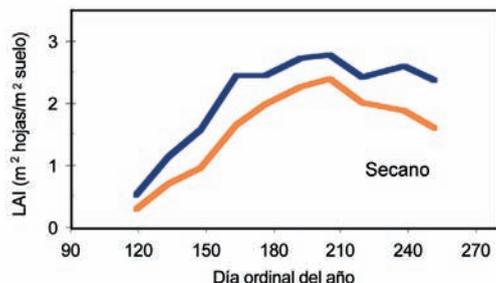


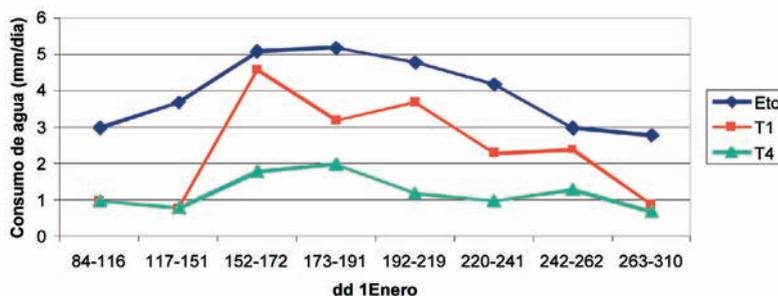
Tabla 3

Evolución estacional del Kc propuesto por Williams (2001) – adaptado del original - para un viñedo en espaldera con diferentes distancias entre líneas de cultivo. La relación utilizada para calcular los Kc para una distancia entre calles de 1,6 m fue: $Kc = 0,87 / (1 + e^{((x - 525) / 301)})$, donde x son los grados · día (°C).

| \sum (grado·día) (°C) brotación | Kc 2,0 m | Kc 2,5 m | Kc 2,8 m |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 100 | 0,15 | 0,12 | 0,10 |
| 200 | 0,19 | 0,15 | 0,13 |
| 300 | 0,24 | 0,19 | 0,17 |
| 400 | 0,30 | 0,23 | 0,21 |
| 500 | 0,36 | 0,28 | 0,25 |
| 600 | 0,42 | 0,33 | 0,29 |
| 700 | 0,48 | 0,37 | 0,33 |
| 800 | 0,53 | 0,41 | 0,37 |
| 900 | 0,58 | 0,45 | 0,40 |
| 1000 | 0,62 | 0,48 | 0,43 |
| 1100 | 0,65 | 0,50 | 0,45 |
| 1200 | 0,67 | 0,52 | 0,47 |
| 1300 | 0,69 | 0,54 | 0,48 |
| 1400 | 0,71 | 0,55 | 0,49 |
| 1500 | 0,71 | 0,55 | 0,49 |

Figura 10

Evolución del consumo de agua del viñedo para dos tratamientos diferentes: T1 ($0,45 \cdot ETo$) y T4 (secano) en 1996 (Cuevas, 2001)



aportes procedentes de las precipitaciones. Las necesidades de riego serán:

$$\text{Necesidades de riego} = (ETo \cdot Kc) - Pe$$

Donde Pe es la precipitación efectiva.

Las lluvias aisladas del verano o las primeras lluvias de fin de verano y principios de otoño son las que generan más dudas sobre la cantidad que realmente queda a disposición del sistema radical, es decir, la eficaz. Cuando el suelo está seco, la conductividad hidráulica es muy baja y parte del agua de lluvia se pierde por escorrentía hasta que las primeras capas de suelo se humedecen. La ETo, el tipo de suelo, la pendiente de la parcela, la presencia/ausencia de vegetación seca o en actividad, la intensidad de la lluvia, etc. son factores que van a influir en la pérdida de agua por escorrentía o evaporación o por el contrario, favorecer su infiltración. Lo más adecuado es decidir tras cada lluvia aislada, o de pequeña intensidad, aquella parte que se ha infiltrado en el suelo y supone un aporte real para la planta.

Parada del riego

La parada del riego se decidirá cuando las necesidades de la planta sean inferiores a las aportaciones de lluvia, es decir, cuando $Pe > ETo \cdot Kc$. En España es frecuente que durante y tras la vendimia, las lluvias satisfa-

ra lo que hay que conocer las necesidades hídricas del viñedo. Para su cálculo se puede recurrir al método del balance de agua. Este método consiste en aplicar una cantidad proporcional (Kc) de la evapotranspiración de referencia (ETo) de modo que garantice la satisfacción de los objetivos cuantitativos y cualitativos de la cosecha.

El coeficiente Kc dependerá de la superficie foliar desarrollada en el viñedo (figuras 10 y tabla 3) – que depende a su vez de la altura de la vegetación y de la distancia entre líneas - variedad, portainjerto, cantidad de cosecha, características cualitativas de la misma, etc.

Williams (2001) propone diferentes Kc en función la distancia entre plantas y del estado de desarrollo del cultivo expresado a través de la integral térmica acumulada desde brotación.

Necesidades de riego

Necesidades de la planta no han de confundirse con necesidades de riego pues hemos de tener en cuenta los



Tabla 4

Rendimiento y sus componentes en cv. Cabernet-Sauvignon/SO₄

| | Rendimiento (kg·ha ⁻¹) | Rac·sar ⁻¹ | P rac (g) | Bayas·rac ⁻¹ | P 100 b (g) |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| T ₀ | 3270 ^c | 1,6 ^b | 42 ^c | 61 ^b | 68 ^c |
| T ₂₀ | 5770 ^b | 1,8 ^a | 70 ^b | 83 ^a | 85 ^b |
| T ₄₅ | 7140 ^a | 1,8 ^a | 83 ^a | 88 ^a | 96 ^a |
| Sig. | ** | * | ** | ** | ** |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

gan las exigencias del cultivo y no sea necesario continuar el riego durante la fase vendimia-caída de hoja. Sin embargo, si fuese necesario habría que proseguir hasta que las precipitaciones reintegren la demanda hídrica del cultivo. Algunos estudios ponen de manifiesto que el déficit hídrico, en esta etapa, afecta al nivel de reservas de la planta y a la brotación del año siguiente.

Estrategias de riego

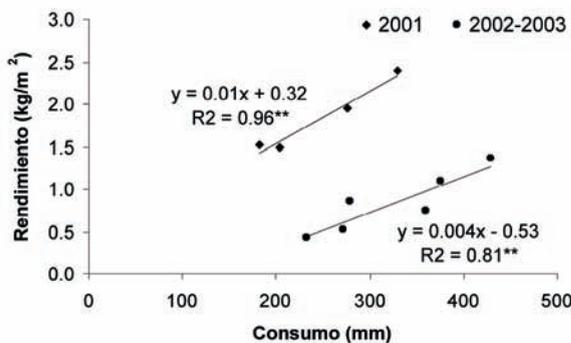
Dosis de riego con coeficientes de cultivo (kc) constantes

Cuando se hablan de los efectos del riego es importante detallar las características del punto de comparación base. Cuando se comparan tratamientos de riego-no riego, en general, el riego incrementa el tamaño de la baya y favorece la fertilidad de las yemas. Cuando se comparan distintas dosis de riego se obtiene un incremento de cosecha a través, principalmente del incremento de peso de la baya (tabla 4).

Hay una relación entre la cantidad de agua consumida por el viñedo y el rendimiento de cosecha para cada situación concreta. Centeno (2005) obtuvo dos relaciones dependiendo del efecto año (figura 11).

Figura 11

Relaciones entre el consumo de agua y el rendimiento en cv Tempranillo/I10R (2,0 x 1,2 m) plantadas en 1990. Cada punto representa pares de datos medios para el conjunto de tratamientos. Nivel de significación ** para P < 0,01. (Centeno, 2004)



En general, el riego influye en el desarrollo vegetativo, bien por favorecer el crecimiento de los pámpanos o bien por favorecer el agostamiento, obteniéndose un mayor peso de madera de poda por hectárea y por sarmiento (tabla 5).

El riego deficitario controlado (RDC), al favorecer el rendimiento controlando el desarrollo vegetativo, favorece la relación entre peso de cosecha y peso de madera de poda (Índice de Ravaz) (tablas 5 a 7). Aunque algunos han dado relaciones óptimas para este equilibrio, el óptimo depende de las condiciones de cultivo – tipo de poda, carga en yemas, riego/no-riego, etc. – de ahí que el rango sea enormemente amplio y sea válido sólo cuando se conocen todos los detalles del tipo de viticultura y poder comparar situaciones semejantes.

Tabla 5

Peso de madera de poda, peso del sarmiento e índice de Ravaz. cv Cabernet-Sauvignon/SO₄

| | Peso madera poda (kg·ha ⁻¹) | Peso sarmiento (g) | Índice de Ravaz |
|-----------------|---|--------------------|------------------|
| T ₀ | 1650 ^b | 33 ^c | 2,2 ^b |
| T ₂₀ | 1740 ^b | 36 ^b | 3,6 ^a |
| T ₄₅ | 2250 ^a | 46 ^a | 3,3 ^a |
| Sig. | ** | ** | ** |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

Tabla 6

Evolución de los parámetros básicos del mosto con la dosis de riego en cv Cabernet-Sauvignon/SO₄

| | SST (Brix) | pH | ATT (gTH ₂ ·L ⁻¹) |
|-----------------|------------|-----|--|
| T ₀ | 24,9 | 3,4 | 6,1 |
| T ₂₀ | 24,1 | 3,3 | 6,7 |
| T ₄₅ | 25,1 | 3,4 | 6,4 |
| Sig. | ns | ns | ns |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

Tabla 7

Composición fenólica de la uva en cv Cabernet-Sauvignon/SO₄ en vendimia (2005)

| | IPT | Antocianos Totales (mg·L ⁻¹) | Antocianos Extraíbles (mg·L ⁻¹) |
|-----------------|-----|--|---|
| T ₀ | 60 | 1401 | 775 ^b |
| T ₂₀ | 64 | 1472 | 816 ^b |
| T ₄₅ | 58 | 1473 | 954 ^a |
| Sig. | ns | ns | * |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.



La evolución del Tempranillo, nuevos clones

*Viveros Provedo lleva 8 años investigando nuevos clones de
Tempranillo de alta calidad enológica.*



Visite nuestros campos de ensayo de clones en Logroño (La Rioja)

Sucursal: CASTILLA LA MANCHA
C/ Alameda, 15
13600 Alcázar de San Juan
Tel.: 926 547 347
Fax: 926 541 611
marcos@provedo.com

Sede Central: LOGROÑO
Barrio Varea · 26006
Logroño (La Rioja)
Tel.: 941 272 777
Fax: 941 272 780
comercial@provedo.com

Sucursal: EXTREMADURA
Autovía de las Vegas Altas Ex
A2, Km 16,5 · 06400 Don Benito
Tef: 924 811 746
Fax: 924 812 593
aliseda@provedo.com

Tabla 8
Rendimiento y sus componentes

| | Rendimiento (kg·ha ⁻¹) | Rac·sar ⁻¹ | P rac (g) | Bayas·rac ⁻¹ | P 100 b (g) |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------|-------------|
| T ₂₀ | 5770 b | 1,8 | 70 | 83 | 85 b |
| T ₄₅ | 7140 a | 1,8 | 83 | 88 | 96 a |
| T ₂₀₋₄₅ | 7330 a | 1,8 | 85 | 94 | 91 a |
| T ₄₅₋₂₀ | 6800 a | 1,9 | 76 | 84 | 91 a |
| Sig. | * | ns | ns | ns | ** |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.



Tabla 9
Peso de madera de poda, peso del sarmiento e índice de Ravaz

| | Peso madera poda (kg·ha ⁻¹) | Peso sarmiento (g) | Índice de Ravaz |
|--------------------|---|--------------------|-----------------|
| T ₂₀ | 1740 b | 36 b | 3,6 |
| T ₄₅ | 2250 a | 46 a | 3,3 |
| T ₂₀₋₄₅ | 2200 a | 44 a | 3,6 |
| T ₄₅₋₂₀ | 1980 a | 39 ab | 3,6 |
| Sig. | ** | * | ns |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

Tabla 10
Composición básica del mosto en vendimia

| | SST (Brix) | pH | ATT (gTH ₂ ·L ⁻¹) |
|--------------------|------------|-----|--|
| T ₀ | 24,1 b | 3,3 | 6,1 |
| T ₂₀ | 25,1 a | 3,4 | 5,9 |
| T ₄₅ | 25,0 a | 3,3 | 5,6 |
| T ₄₅₋₂₀ | 25,1 a | 3,4 | 5,9 |
| Sig. | * | ns | ns |

T₀: secano, T₂₀: ETc=0.2·ETo, T₄₅: ETc=0.45·ETo, IPT: índice de polifenoles totales. ns, *, **: no significativo, significativo para p≤0,05 y significativo para p≤0,01, respectivamente. Separación de medias de los diferentes tratamientos mediante el test de Duncan para p≤0,05.

Estrategia de riego con coeficientes variables a lo largo del ciclo

Una posible estrategia sería modificar los Kc a lo largo del ciclo para adaptarlos a la demanda de la planta, de la atmósfera, la disponibilidad de agua en el suelo y los objetivos de la cosecha.

En la práctica, se suelen hacer tres intervalos que coinciden con cambios fisiológicos importantes en la planta: a) brotación- cuajado o tamaño guisante, b) cuajado – envero, y c) envero- vendimia. En la primera etapa, los coeficientes aconsejados son bajos, en torno a Kc = 0,15 - 0,2 y el riego no suele ser necesario. En la segunda y tercera etapa, los coeficientes variarán dependiendo de los objetivos de cosecha previamente diseñados (tamaño de baya, polifenoles, etc.).

En un ensayo llevado a cabo durante cuatro años en Madrid con Cabernet-Sauvignon/SO₄, se estudió el efecto de

restringir la disponibilidad hídrica entre envero y maduración respecto maduración-envero y respecto al uso de coeficientes constantes. Los resultados muestran que la dosis de agua tuvo un efecto más importante que su distribución en el tiempo (tablas 8-10). La ausencia de diferencias más patentes entre los tratamientos respecto a ensayos previos (Matthews y Anderson 1989, Naor et al 1993, Petrie et al. 2004) puede deberse a varias particularidades del ensayo: 1) en nuestra situación, el periodo de riego cuajado- envero es más corto que envero-maduración, pues el riego comenzó en tamaño guisante, atendiendo al potencial hídrico y velocidad de crecimiento del pámpano. 2) Durante la etapa envero – maduración se limita el riego pero no se llega a situación de no-riego, atenuándose las diferencias entre dosis de riego respecto a no-riego. 3) Las lluvias estivales coincidentes con el final de la maduración tamponan los efectos de la gestión del riego.

Conclusiones

Es necesaria una alta disponibilidad hídrica desde brotación hasta la época de floración para favorecer el desarrollo de la cubierta vegetal del viñedo. Indicadores de alta disponibilidad hídrica serían mantener el potencial hídrico foliar antes de amanecer superior a -0.2 MPa, mantener el potencial hídrico foliar a medio día superior a -1.1 MPa o mantener el contenido de agua útil del suelo superior al 40-60%.

En general, salvo casos particulares, el inicio del riego debe venir condicionado al momento en que los ápices de los pámpanos detengan su actividad.

A partir de floración-cuajado interesa restringir la disponibilidad hídrica para detener el desarrollo vegetativo en beneficio de un buen cuajado y posterior maduración de la baya. Valores del potencial hídrico foliar antes de amanecer entre -0.4 ó -0.5 MPa así como potencial hídrico foliar a mediodía solar entre -1.1 MPa (para variedades blancas) y -1.2 MPa (para variedades tintas) son buenos indicadores del estado hídrico de las cepas en esta etapa. La reserva de agua del suelo no debe descender del 30% del contenido de agua útil.

El riego favorece el incremento del rendimiento y la maduración sacarimétrica de las bayas. En general, la maduración polifenólica se ve favorecida frente al riego, aunque en años muy secos (2005) los mostos de viñedos en seco no pueden resultar claramente desfavorecidos frente al procedente de parcelas con riego deficitario controlado.