
 CONTROLAN LA PRODUCCIÓN, MEJORAN LA CALIDAD DE LAS UVAS Y GENERAN AHORRO DE AGUA



Técnicas de riego deficitario en el cultivo de la vid

■ **A. Martínez Cutillas, P. Romero
y J. I. Fernández.**

Departamento de Viticultura (IMIDA). Murcia.

En las condiciones de escasez de agua en las que se desarrolla gran parte del viñedo español, y muy particularmente el viñedo murciano, tanto el riego deficitario controlado (RDC) como el secado parcial de las raíces (PRD, en sus siglas en inglés) son ejemplos de estrategias de control del riego que, en función del tipo de vino que se quiera elaborar, permiten ahorrar agua, equilibrar el desarrollo vegetativo y la producción y lograr mejoras importantes en la calidad, en especial en las variedades tintas.

De las prácticas culturales que se aplican en el cultivo de la vid, el uso del riego es probablemente la que más influencia tiene sobre el desarrollo vegetativo, la productividad de las cepas y la calidad de las uvas. Esto es especialmente cierto en las viñas cultivadas en zonas de clima mediterráneo, caracterizadas por inviernos fríos y veranos cálidos y secos, que provocan una elevada evapotranspiración que las reservas hídricas del suelo, acumuladas durante el invierno, son incapaces de satisfacer.

Las tierras de secano han sido tradicionalmente usadas para cultivar la vid en España, no sólo porque el artículo 42 del Estatuto de la Viña, el Vino y los Alcoholes (Ley 25/1970) prohibía expresamente el riego en el cultivo de la vid para vinificación, sino porque la mayoría de las viñas están ubicadas en zonas donde no existen recursos hídricos, o los pocos que existen se dedican a otros cultivos. Actualmente, de las 1.142.000 hectáreas que se cultivan en España, 144.000 ha se cultivan en regadío, lo que ha supuesto un incremento importante desde el levantamiento de la prohibición.





SOLA

◀ Foto izquierda. Con el número 5 aparece el tratamiento control, no regado durante el ciclo vegetativo (abril- octubre). Se observa el escaso desarrollo de las cepas.

El uso eficiente del agua, entendida como kilos de uva producidos por unidad de agua aplicada en las viñas, es una exigencia crítica para la expansión y sostenibilidad del riego en viticultura, habida cuenta de la escasez de los recursos hídricos y por tanto de la cada vez mayor competencia en el uso de los mismos. Si dejamos a un lado la posible agua de lluvia que caiga en las viñas, el uso eficiente del agua dependerá principalmente de la eficiencia del sistema de riego, de la eficiencia con que las cepas absorban el agua y de la eficiencia con que las plantas realicen la fotosíntesis, transformando el agua y el dióxido de carbono en azúcares; de aquí que algunos autores, y desde un punto de vista más científico, definan el uso eficiente del agua como la relación entre la materia seca producida por unidad de agua empleada.

Para obtener producciones de calidad, especialmente con variedades tintas, es imprescindible que las plantas sufran un estrés hídrico en determinados momentos de su ciclo reproductivo y que las producciones no superen determinadas cantidades, cambiantes en función de las variedades y de las técnicas de cultivo, por encima de las cuales la calidad cae vertiginosamente. Un buen manejo del riego en zonas áridas con escasa pluviometría permite un buen control del aparato vegetativo y la obtención de racimos de calidad.

En general, existen dos técnicas de manejo del agua, el riego deficitario controlado (RDC, más conocido por sus siglas RDI), del inglés *Regulated Deficit Irrigation*, y el secado parcial de las raíces o PRD, del inglés *Partial Rootzone Drying*, que se han diseñado para limitar el desarrollo de la vegetación y mejorar el uso eficiente del agua en plantas perennes como la vid, cítricos o frutales.

Riego deficitario controlado

El riego deficitario controlado puede definirse como "la práctica de regular y restringir el agua de riego empleada en un cultivo, tratando de aplicarla en los momentos en los que su eficacia sea máxima, de acuerdo con los objetivos del cultivo".



Ensayo PRD realizado en Murcia con las variedades Monastrell, Syrah y Tempranillo.



TAMBIÉN OPCIÓN
SIEMBRA DIRECTA

prosem K

**SEMBRADORA
NEUMÁTICA
MONOGRANO**

Algunos estudios indican que la aplicación de un estrés moderado entre cuajado y envero puede ser una buena estrategia de RDC en vid (principalmente para variedades tintas), produciendo una mejora en la calidad de la uva y en la eficiencia en el uso del agua, sin reducir significativamente la producción (Dry *et al.*, 2000; Dry *et al.*, 2001). Con esta estrategia de RDC se consigue controlar el crecimiento vegetativo y el tamaño de los frutos (McCarthy, 1997), mejorando algunos parámetros de calidad del vino como los °Brix, el contenido en antocianos, la acidez y el índice de polifenoles totales. Esta disminución en el tamaño de la baya es importante ya que algunos compuestos que determinan la calidad del vino, como los antocianos, se localizan principalmente en la piel del fruto y un incremento en la relación piel/pulpa (mayor superficie respecto al volumen de fruto) puede incrementar la concentración de antocianos y mejorar la calidad de la uva y el vino.

Otros trabajos también señalan ventajas a la aplicación de un estrés hídrico después del envero si se quiere incrementar la acumulación de antocianos y compuestos fenólicos en el fruto (Dry *et al.*, 2001), mejorando el color, el aroma y el sabor del vino (Goodwin, 2002); sin embargo, otros autores consideran que la aplicación o la continuación de un estrés hídrico después del envero y durante la fase de maduración, puede reducir la producción (debido a un menor tamaño de fruto) de modo significativo si se produce un excesivo estrés hídrico en esta fase (Kriedemann y Goodwin, 2003). En este sentido, McCarthy (1997) concluyó que la continuación de un estrés hídrico después del envero no implica una maduración más rápida ni

un incremento en el desarrollo del color, y además la acumulación de azúcares (°Brix) puede ser inhibida si el estrés continua después del envero. No obstante, la elección de la estrategia más apropiada de RDC dependerá de los objetivos (en cuanto a calidad y producción) que el viticultor quiera conseguir y de las condiciones edafoclimáticas de sus viñas.

Ensayos realizados

En los años 2000 y 2001 se realizó un ensayo de riego deficitario en la DO Jumilla en una viña de Monastrell, plantada en 1997 a marco de 2,5 x 1,25 m, que incluía dos tratamientos de riego por go-

”
Para obtener producciones de calidad, especialmente con variedades tintas, es imprescindible que las plantas sufran estrés hídrico en determinados momentos de su ciclo reproductivo y que las producciones no superen determinadas cantidades.



En los tratamientos con PRD las filas de plantas llevan dos tuberías portagoteros y mientras una está abierta, la otra permanece cerrada.



Tractores compactos

DK 450L/501-551/901



ISO 9001
NO:954596



ISO 14001
NO:771475



TRACTORES KIOTI
CON TECNOLOGIA LIDER
Y EL MEJOR MECANISMO



La mejor relación prestaciones-calidad-precio



CATRON
INTERNACIONAL

www.catron.es • info@catron.es • Tel. 96 339 03 10 • Fax 96 339 03 15

Cuadro I.

Coefficientes de cultivo (Kc) y cantidades de agua empleadas (m³/ha).

Período	T1		T2	
	Kc	m ³ /ha	Kc	m ³ /ha
15 abril–15 junio	0,1	235	0,2	470
16 junio–15 agosto	0,2	624	0,3	938
16 agosto–1 octubre	0,1	214	0,1	214
Total		1.073		1.622

Cuadro II.

Producción y composición de las uvas.

	2000			2001		
	C	T1	T2	C	T1	T2
Cosecha (kg/cepa)	0,86c	1,90b	3,30a	0,90c	1,82b	2,56a
°Brix	24,5b	23a	22,5a	22,5b	23,8a	24a
Peso de 100 bayas (gr)	52c	91b	127a	88c	109b	132a
Antocianos (mg/kg uvas)	1.080b	880a	920a	1.000b	840a	880a

teo y un control sin riego (de la Hera *et al.*, 2005). En el **cuadro I** aparecen los períodos de riego, los coeficientes de cultivo y las cantidades de agua aplicadas a lo largo del ciclo vegetativo y en el **cuadro II** se presentan los parámetros de producción y composición de las uvas. El tratamiento control, sin riego, muestra valores significativamente diferentes a los de los tratamientos T1 y T2 en los dos años, mientras que, entre ellos, sólo se dan diferencias significativas en la producción y, lógicamente, en uno de los componentes de la misma: el peso de las bayas. En el resto de parámetros, incluidos la acidez total y el pH, no aparecen diferencias. Hay que destacar la mayor riqueza glucométrica alcanzada por los tratamientos T1 y T2 en el año 2001, motivada por la escasez de lluvias en ese año, en el que sólo cayeron 42 mm entre abril y agosto, lo que provocó una parada de la maduración en el tratamiento sin riego, lo que coincide con lo señalado por McCarthy (1997) en Australia, que afirmó que en condiciones de elevado estrés hídrico la maduración de las uvas puede verse dificultada, y por tanto comprometida la calidad.

Secado parcial de las raíces

El PRD emplea la respuesta bioquímica de las plantas sometidas a estrés para lograr un equilibrio entre el desarrollo vegetativo y el productivo, consiguiendo con ello una mayor eficiencia en el uso del agua al aumentar los kg de uva por m³ de agua empleada en el riego.

Investigando los cambios fisiológicos que ocurren en la planta sometida a estrés hídrico, se observó un aumento del ácido abscísico (ABA) producido en las raíces y transportado por la corriente de savia hasta las hojas. Esta es la primera señal que emite la planta para defenderse de la pérdida de agua cuando su nivel en el suelo se sitúa por debajo de un determinado umbral (Loveys *et al.*, 2000).

La presencia del ABA en las hojas provoca el cierre parcial de los estomas, pequeños orificios que existen en el envés de las hojas por donde las plantas realizan la transpiración y la fotosíntesis, siendo el proceso esencial en la vida de las plantas mediante el cual se transforma el CO₂ del aire en hidratos de carbono.

CO₂ + agua + energía solar → hidratos de carbono + oxígeno

En general, existen dos técnicas de manejo del agua, el riego deficitario controlado RDC, y el secado parcial de las raíces o PRD, que se han diseñado para limitar el desarrollo de la vegetación y mejorar el uso eficiente del agua en plantas perennes como la vid, cítricos o frutales.

Cuando todo el sistema radicular de una planta experimenta un déficit de agua, se inicia la síntesis de ABA en las raíces y, a medida que el potencial hídrico disminuye, se sintetiza también en las hojas. El resultado es una alta concentración de ABA debido a una combinación de transporte desde las raíces y síntesis en las hojas. Sin embargo, cuando sólo una parte de las raíces permanece seca, como en el caso de PRD, la acumulación de ABA que se observa en las hojas sólo es influenciada por el transporte que llega desde las raíces. El potencial hídrico foliar no se ve afectado, y por lo tanto la maquinaria que sintetiza ABA en las hojas no es activada.

En los primeros ensayos realizados con vid, se observó que la respuesta de la parte de las raíces sometida a estrés hídrico, era transitoria y que, al cabo de un tiempo, variable sobre todo en función del tipo de suelo, dejaba de producirse. Posteriormente, continuando con los ensayos, se observó que sometiendo las zonas radiculares a tratamientos alternativos de humedad y sequía, se obviaba el problema y la generación de ABA era continua (Dry *et al.*, 1996; Dry y Loveys, 1998).

A diferencia de lo que ocurre cuando se aplica el riego deficitario controlado, que tiende a someter a las plantas a un estrés hídrico próximo a los niveles de reducción de la calidad y volumen de cosecha, el PRD aporta continuamente agua a las plantas, permitiéndoles una autorregulación de su propio estado hídrico.

El PRD requiere que una parte del sistema radicular de las plantas se mantenga seca, mientras que la otra se encuentra con abundante humedad y que este ciclo pueda alternarse cada 10-14 días en función de las características del suelo. En una parcela con riego

A diferencia de lo que ocurre cuando se aplica el riego deficitario controlado, que tiende a someter a las plantas a un estrés hídrico próximo a los niveles de reducción de la calidad y volumen de cosecha, el PRD aporta continuamente agua a las plantas, permitiéndoles una autorregulación de su propio estado hídrico.



Nutrición Vegetal de Especialidad

Soluciones Integrales Nutricionales para Fertirriego

Línea de Productos

Macronutrientes



UltraSol™ Rexene® Ca3
 UltraSol™ Rexene® Mg3
 UltraSol™ Rexene® Mg6

Micronutrientes

UltraSol™ Micro Rexene® FeE6
 UltraSol™ Micro Rexene® FeE7
 UltraSol™ Micro Rexene® FeE8
 UltraSol™ Micro Rexene® FeE13
 UltraSol™ Micro Rexene® FeD3
 UltraSol™ Micro Rexene® FeD6
 UltraSol™ Micro Rexene® FeD7
 UltraSol™ Micro Rexene® FeD12

UltraSol™ Micro Rexene® FeH4.5
 UltraSol™ Micro Rexene® FeH9
 UltraSol™ Micro Rexene® FeH13
 UltraSol™ Micro Rexene® FeQ15
 UltraSol™ Micro Rexene® FeQ40
 UltraSol™ Micro Rexene® FeQ48
 UltraSol™ Micro Rexene® FeM35
 UltraSol™ Micro Rexene® FeM48



UltraSol™ Micro Rexene® Cu8
 UltraSol™ Micro Rexene® Cu9
 UltraSol™ Micro Rexene® Cu15
 UltraSol™ Micro Rexene® Mn6
 UltraSol™ Micro Rexene® Mn13
 UltraSol™ Micro Rexene® Zn9
 UltraSol™ Micro Rexene® Zn15

UltraSol™ Micro Rexene® ABC
 UltraSol™ Micro Rexene® APN
 UltraSol™ Micro Rexene® ATZ
 UltraSol™ Micro Rexene® BLC
 UltraSol™ Micro Rexene® BSP
 UltraSol™ Micro Rexene® CXX
 UltraSol™ Micro Rexene® TFC

Por Etapa



Por Cultivo



UltraSol™



Cuadro III.

Resultados de los ensayos PRD realizados en Australia en Syrah, Cabernet Sauvignon y Riesling.

Variedad localidad	Producción t/ha		Riego m ³ /ha		WUE* kg/ m ³	
	Testigo	PRD	Testigo	PRD	Testigo	PRD
Syrah Adelaide 1997-98	22,6	21,5	1.400	700	16,1	30,7
Cab. Sauv. Adelaide 1997-98	15,2	15,4	1.400	700	10,9	22
Riesling Waikirie 1997-98	30,5	28,7	5.200	2.600	5,9	10,9

Fuente: Dry et al., 2001. *WUE: Eficiencia en el uso del agua.

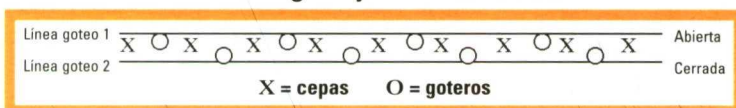
Cuadro IV.

Resultados de los ensayos PRD realizados en Murcia con las variedades Monastrell, Tempranillo y Syrah.

Variedad	Año	Producción en kg/ha		Agua utilizada en m ³ /ha		Eficiencia del agua kg/ m ³		ET ₀ Abr-Oct
		Testigo	PRD	Testigo	PRD	Testigo	PRD	
Syrah	2002	13.677	13.037	1.740	1.574	7,86	8,28	968
Syrah	2003	9.302	7.369	1.800	1.320	5,17	5,58	1.013
Tempranillo	2002	14.285	10.163	1.600	947	8,92	10,73	926
Tempranillo	2003	12.531	9.955	1.600	950	7,83	10,48	959
Monastrell	2002	5.632	5.824	1.600	1.240	3,52	4,7	926
Monastrell	2003	4.356	5.581	2.000	1.340	2,18	4,16	959

Figura 1.

Funcionamiento del riego bajo la técnica PDR



por goteo sería necesario que cada fila de plantas contase con dos tuberías portagoteros y que cada una de ellas regase la mitad del sistema radicular de las plantas (figura 1).

La duración del ciclo de cambio del riego de una tubería a otra varía en función de las condiciones edafoclimáticas y debe controlarse midiendo la humedad del suelo de tal manera que, cuando el contenido en agua del suelo de la parte seca baje de un determinado umbral, siempre por encima del punto de marchitamiento, se debe cambiar el riego a la otra tubería. También es conveniente que el primer día del cambio, se dé un riego de mayor duración para dotar de humedad suficiente a la parte del sistema radicular que ha permanecido seca. Es necesario evitar el desecamiento del suelo en el sector regado, ya que si se produce un déficit hídrico en esta zona, repercutiría negativamente en la producción al deteriorarse el estado hídrico total de la planta. Cuanto más suelto y arenoso sea el suelo, más cortos deben ser los ciclos del PRD y, contrariamente, en suelos más pesados pueden ser más largos.

Ensayos realizados

En ensayos realizados en Australia con diferentes variedades y en distintas zonas se ha observado, en general, un efecto favorable del PRD sobre la calidad de racimos y bayas y, sobre todo, una mayor eficiencia en el uso del agua.

Dry et al. (2001), estudiando la técnica del PRD en las variedades Syrah, Cabernet Sauvignon y Riesling (cuadro III), no encontraron diferencias en cuanto a cosecha obtenida por hectárea entre el tratamiento testigo y el PRD, a pesar de haber empleado en el PRD

el 50% del volumen de agua usada en el testigo. Como consecuencia, el uso eficiente del agua (WUE), expresado como kilos de uva obtenidos por m³ de agua empleada en el riego, fue el doble en los tratamientos PRD.

En ese mismo ensayo, los autores señalan que no encontraron diferencias en cuanto a tamaño de bayas. Estos resultados contrastan con los obtenidos en otros ensayos de riego, donde es normal encontrar disminución en el tamaño de las bayas en respuesta a una reducción significativa en el volumen de agua aplicado, especialmente si el déficit se ha producido entre cuajado y envero, momento en que las bayas son más sensibles al estrés hídrico por encontrarse en la fase de multiplicación celular.

En ensayos realizados en Murcia con las variedades Monastrell, Tempranillo y Syrah (cuadro IV) se obtuvieron valores de la eficiencia en el uso del agua (WUE) mucho más bajos que los obtenidos en Australia, pero siempre mayores para el PRD que para los testigos. Las diferencias en los resultados se explican si tenemos en cuenta que las precipitaciones anuales son mucho mayores en las zonas australianas consideradas y que, en los ensayos de Murcia únicamente se aplicó el PRD durante los meses de julio y agosto, lo que provocó la pequeña diferencia entre los volúmenes de agua empleados en el testigo y en el PRD. Hay que tener en cuenta también la escasa pluviometría de la zona del ensayo, inferior a 300 mm anuales y la alta ET₀ en el período vegetativo de la vid, entre abril y octubre, siempre por encima de 900 mm, con un déficit hídrico en ese período que supera los 830 mm.

En las condiciones de escasez de agua en las que se desarrolla gran parte del viñedo español y muy particularmente el viñedo murciano, tanto el RDC como el PRD son ejemplos de estrategias de control del riego que, si bien provocan una disminución de los rendimientos en comparación con viñedos regados con el 100% de la ET₀, ello va unido a un aumento de los parámetros responsables de la calidad, en especial en las variedades tintas.

En zonas muy secas, con escasas lluvias durante el ciclo vegetativo de la vid, el nivel de producción de las viñas depende básicamente de la cantidad de agua que reciben y de su momento de aplicación, más que del método de riego utilizado. ■

Bibliografía

- De la Hera, A., Martínez Cutillas, J.M., López-Roca y E. Gómez-Plaza 2005. Effect of moderate irrigation on grape composition during ripening. Span. J. Agric. Res 3(3):352-361.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., During, H., Botting, B.G. 1996. Effects of partial root-zone drying on grapevine vigour, yield composition of fruit and use of water. (Stockley, C.S., Sas, A.N., Johnstone, R.S. y Lee, T.H., (Eds.) Proceedings of 9th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, Australia. pp: 128-131.
- Dry, P.R., Loveys, B.R. 1998. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. Aust. J. Grape Wine Res. 4, 140-148.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., Stoll, M., Stewart, D., McCarthy, M.G. 2000a. Partial rootzone drying- an update. Australia Grapegrower and Winemaker Annual Technical Issue, 414a: 108-114.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., During, H. 2000b. Partial drying of the root-zone of grape. 2. Changes in the pattern of root development. Vitis, 39: 9-12.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., McCarthy, M.G., Stoll, M. 2001. Strategic irrigation management in Australian vineyards. J. Int. Sci. Vigne Vin, 35:129-139.
- Goodwin, I. 2002. Managing water stress in grape vines in Greater Victoria. Department of Natural Resources and Environment, Victoria, Australia, 4 pp.
- McCarthy, M.G. 1997. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Syrah (Vitis vinifera L.). Australian Journal of Grape and Wine Research, 3: 102-108.
- Kriedemann, P.E., Goodwin, I. 2003. Regulated deficit irrigation and partial root drying. Irrigation insights nº 3, Currey, A. (Ed.). Land & Water Australia, 102 pp.
- Loveys, B.R., Stoll, M., Dry, P.R., McCarthy, M.G. 2000. Using plant physiology to improve the water use efficiency of horticultural crops. Acta Horticulturae, 537:187-197.