

BIODIVERSIDAD, TECNOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

# Manejo del riego y control de rendimiento del viñedo en un marco de limitación hídrica y cambio climático. Aplicación en la variedad Verdejo (*Vitis vinifera* L.)

Jesús Yuste y Alejandro Vicente (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León. Valladolid. España.  
Email: yusbomje@itacyl.es).

La gestión del riego y el rendimiento son aspectos críticos en el cultivo de la vid para regularizar la producción y la calidad de uva en zonas de clara limitación hídrica, máxime en el escenario existente de cambio climático. En el período 2012-2014 se estudió, en cv. Verdejo, la aplicación de dosis deficitarias de riego con respecto al secano, así como el aclareo de racimos, en la D.O. Rueda. La respuesta fisiológica fue positiva a la cantidad de agua aplicada, aumentando el desarrollo y el rendimiento. Los efectos del riego fueron variables dependiendo de la climatología anual, con un aumento claro de azúcares y una disminución de acidez y potasio en el año de mayor sequía, frente al efecto contrario en los años menos secos. El ácido tartárico tendió a reducirse con el riego y el málico a aumentar. Por otro lado, el aclareo incrementó los azúcares y el potasio, pero redujo la acidez en uva.

PALABRAS CLAVE: acidez, azúcares, fisiología, maduración, secano.

## INTRODUCCIÓN

El agua se ha convertido en el recurso natural más preciado en muchas zonas de España, por lo que es prioritario mejorar la eficiencia de su uso e incrementar su productividad en la agricultura de regadío (Ruiz-Sánchez y col., 2010). Sin embargo, el riego del viñedo se considera necesario en condiciones de clima árido o semiárido, con pluviometría anual inferior a 400 mm, escasa sobre todo en la época estival, para moderar el estrés hídrico que sufre (Jones y col., 2005a; Yuste y col., 2009).

Diversas técnicas de riego han sido planteadas para conseguir el aumento de la eficiencia en el uso del agua, fundamentalmente a partir del concepto de riego deficitario, que consiste en un riego sistemático intencionado por debajo de las necesidades del cultivo (English y Raja 1996). A partir del riego deficitario se han promovido técnicas como el riego deficitario controlado, el riego deficitario sostenido o el desecamiento parcial de raíces. El objetivo fundamental es restringir la cantidad de agua aplicada en ciertos períodos del ciclo en que la producción y la calidad del fruto sean poco afectados, generalmente a través del control del crecimiento vegetativo y de la baya (Kriedemann y Goodwin 2004). Es ampliamente conocido que tanto el crecimiento del viñedo como la producción de uva son muy sensibles al déficit hídrico (Keller y col., 2008, Yuste 2005), pues éste reduce la asimilación neta de carbono. Sin embargo, la cantidad de agua aplicada puede tener un efecto negativo sobre la calidad de la uva, relacionado con bajo contenido en azúcar, desequilibrio en la acidez, deficiencia en el color, etc. (Cifre y col., 2005). Los posibles efectos del riego no sólo dependen de la cantidad de agua aplicada sino que también dependen del material vegetal, de las condiciones y de las técnicas de cultivo empleadas (Albuquerque y col., 2010).

Es también conocida la influencia de diversos factores climáticos, sobre todo la temperatura y la precipitación, en la distribución del viñedo y su desarrollo fenológico (Jones y col., 2005b), por lo que el escenario actual de cambio climático convierte la adaptación del riego y otras técnicas de cultivo del viñedo en herramientas decisivas para la viabilidad económica sostenible de la viticultura, dadas las expectativas existentes de veranos más cálidos y secos en el Sur de Europa (Malheiro y col., 2010).

La limitación hídrica y los condicionantes climáticos en muchas zonas de cultivo conllevan la posible necesidad de regulación del crecimiento vegetativo y, consecuentemente, de la producción de uva, con el objetivo de mantener la calidad de la misma. En este sentido, el aclareo de racimos se presenta como la técnica más directa de control del rendimiento cuando hay una sobrecarga de uva o bajo condiciones climatológicas adversas (Intrigliolo y Castel 2010).

Las variedades blancas han sido menos estudiadas en cuanto a los efectos del riego y el control del rendimiento, probablemente debido a la creencia de que la calidad de su uva era menos dependiente del nivel de rendimiento que en variedades tintas (Alburquerque y Yuste 2011). Por este motivo, Yuste y Vicente (2015) han desarrollado un ensayo sobre el riego deficitario sostenido en cv. Verdejo así como sobre el aclareo de racimos en condiciones de secano (Vicente y Yuste 2015), con el objetivo de valorar su influencia y las posibilidades de manejo del viñedo a través de ambas técnicas de cultivo, que es descrito y evaluado en el presente trabajo.

## Ensayo experimental: material y métodos

El ensayo experimental fue ubicado en viñedos del cv. Verdejo, sobre portainjerto 110R, del Grupo Yllera, en Medina del Campo (Valladolid, España), dentro de la D.O. Rueda, durante el periodo 2012-2014 (Yuste y Vicente 2015). El viñedo, plantado en 2006, presenta un marco de plantación de 2,60 m x 1,25 m (3.077 plantas.ha<sup>-1</sup>) y poda en cordón Royat bilateral con 8 pulgares, de dos yemas cada uno, por cepa. El diseño experimental consiste en 4 bloques al azar, con una parcela elemental de 20 cepas de control dispuestas en 2 filas adyacentes, rodeadas a su vez por una fila de cepas a cada lado para efecto borde.

Se realizaron medidas de potencial hídrico foliar y de intercambio de gases, así como de diversos parámetros de producción, desarrollo vegetativo y calidad de uva, para analizar la influencia del régimen hídrico, que se muestran en las tablas de resultados, según aparece descrito en el trabajo de Yuste y Vicente (2015). De igual modo, dichos parámetros fueron medidos para conocer los efectos del control de producción mediante aclareo de racimos dentro del régimen de secano, según está descrito en el trabajo de Vicente y Yuste (2015).



Ensayo de Verdejo en D.O. Rueda.

### Tratamientos de Régimen hídrico

Los tratamientos experimentales de régimen hídrico fueron: secano (S00), 25% ETo (R25) y 50% ETo (R50) de riego, aplicado por goteo semanalmente desde la parada de crecimiento vegetativo de pámpanos principales hasta la vendimia. En 2012, 2013 y 2014, respectivamente, se registraron los siguientes datos: Fecha de primer riego: 9, 15 y 14 de Julio; Fecha de último riego: 8 de Octubre, 23 y 22 de Septiembre; Cantidad de agua aplicada por goteo (R25/R50): 125/250, 104/208 y 108/216 mm; Pluviometría anual: 140, 407 y 329; Pluviometría entre 1 de abril y 30 de septiembre: 84, 118 y 103 mm (Yuste y Vicente 2015).

### Tratamientos de Control de producción

Los tratamientos experimentales, dentro del régimen de secano, fueron: tratamiento testigo (T) y tratamiento de aclareo de racimos (A). El aclareo se aplicó al inicio del invierno, provocando una reducción del 27% de racimos, o sea que el testigo mantuvo un 36% de racimos más que el tratamiento de aclareo (Vicente y Yuste 2015).

## Resultados y discusión

### Régimen hídrico

**Estado hídrico y fisiología (Tabla 1).** Los valores de potencial hídrico foliar  $\Psi_{aa}$  y  $\Psi_g$  mostraron diferencias significativas entre tratamientos, que aumentaron desde el invierno hasta el final de maduración en la medida en que la dosis de agua aplicada fue mayor, siendo más notables el año más seco, el primero. Las diferencias fueron mayores entre el riego y el secano que entre tratamientos de riego. La fotosíntesis y la conductancia estomática mostraron diferencias significativas a favor del riego con respecto al secano, con valores más altos en R50 que en R25 según avanzó la estación a la par que se incrementaba la diferencia con el S00, presentando una tendencia acorde con la dosis de agua recibida que fue más clara a partir del invierno.

	Fecha	2012			2013			2014		
		S00	R25	R50	S00	R25	R50	S00	R25	R50
$\Psi_{aa}$	2ª q Jul	-0,57 b	-0,33 a	-0,34 a	-0,27	-0,23	-0,25	-0,48	-0,39	-0,32
$\Psi_{aa}$	1ª q Ag	0,76 c	0,42 b	0,31 a	0,50 b	0,42 a	0,37 a	0,09 b	0,49 a	0,41 a
$\Psi_{aa}$	1ª q Se	-1,05 b	-0,23 e	-0,09 a	-0,75 c	-0,46 c	-0,26 a	-0,79	-0,41	-0,34
$\Psi_g$	2ª q Jul	-1,13	-1,24	-1,13	-0,71 b	-0,67 b	-0,61 a	-1,23	-1,08	-1,12
$\Psi_g$	1ª q Ag	1,44 b	1,27 a	0,90 a	1,11 b	1,00 ab	0,78 a	1,41	1,09	0,96
$\Psi_g$	2ª q Ag	-1,71 c	-1,15 b	-0,71 a	-1,39	-1,08	-0,90	-1,53	-1,30	-1,12
$\Psi_g$	1ª q Se	-1,67 c	-1,26 b	-0,87 a	-1,47 c	-1,29 ab	-1,07 a	-1,50 b	-1,24 ab	-1,08 a
$\Psi_g$	2ª q Se				-1,61	-1,45	-1,17			
$\Psi_{aa}$	1ª q Oc				0,59	0,57	0,57			
$G_s$	2ª q Jul	11	46	67	408	477	495	70	130	147
$G_s$	1ª q Ag	45 c	208 b	250 a	95 b	170 ab	198 a	29 c	55 b	66 a
$G_s$	2ª q Ag	36 c	149 b	213 a	81 b	135 a	168 a	26 b	69 ab	94 a
$G_s$	1ª q Se	38 c	157 b	371 a	39 b	67 ab	105 a	77 b	111 ab	76 a
$G_s$	2ª q Se				33	51	68			
$A_g$	2ª q Jul	3,3 b	10,1 a	10,9 a	22,5	23,7	21,5	15,32	18,73	23,32
$A_g$	1ª q Ag	7,1 b	17,6 a	18,7 a	14,7 b	19,5 a	22,1 a	12,82 b	17,68 a	18,3 a
$A_g$	2ª q Ag	6,6 b	15,9 a	18,9 a	10,2	15,3	17,7	7,92 b	15,71 a	18,72 a
$A_g$	1ª q Se	5,8 c	14,4 b	18,5 a	11,5 b	16,2 ab	20,9 a	1,44 b	15,99 a	16,08 a
$A_g$	2ª q Se				11,1	14,3	18,0			

Tabla 1. RÉGIMEN HÍDRICO. Potencial hídrico foliar (MPa) antes de amanecer ( $\Psi_{aa}$ ) y a las 9:00 hs ( $\Psi_g$ ); Conductancia estomática ( $\text{mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )  $G_s$  y Fotosíntesis neta ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )  $A_g$  a las 9:00 hs; en 2012, 2013 y 2014 (fechas en quincenas, q.), de los tratamientos experimentales: S00, R25 y R50. Significación estadística:  $p < 0,05$  (letras distintas corresponden a valores estadísticamente diferentes).

**Producción y desarrollo vegetativo (Tabla 2).** El rendimiento respondió a la dosis de agua recibida, con un aumento del tratamiento más regado, R50, del 44% respecto al secano, mientras que el aumento del tratamiento de mitad de dosis, R25, fue del 18%. Estas diferencias fueron fundamentalmente debidas al peso de racimo, beneficiado por el aumento del peso de baya con el riego, aunque también se observó cierto aumento del número de racimos por cepa con la dosis de agua.

El peso de madera de poda aumentó, de forma correspondiente con el peso del sarmiento, según la cantidad de agua recibida, el 21% en R25 y el 38% en

# La vid y el vino

## La calidad del vino a través de la Gestión Integrada del viñedo



### Tratamiento de riego deficitario en Verdejo.

R50 respecto del secano. El Índice de Ravaz mostró una respuesta variable a la aportación hídrica.

**Composición de la uva (Tabla 2).** El % de sólidos solubles fue significativamente mayor en R50 el año más seco, sin apreciarse diferencias notables los otros dos años, mientras que la acidez total mostró un valor significativamente más alto en secano dicho año. El ácido tartárico disminuyó con el riego, mientras que el málico creció con la dosis de agua. El potasio mostró un aumento en secano el año más seco, pero cierta reducción los otros años.

### Control de producción

**Estado hídrico y fisiología (Tabla 3).** Ni el potencial  $\Psi_s$  ni la conductancia ni la fotosíntesis mostraron diferencias significativas entre el tratamiento de aclareo y el testigo, con valores muy bajos derivados del notable estrés hídrico sufrido por las cepas en secano.

**Producción y desarrollo vegetativo (Tabla 4).** El rendimiento sufrió una notable reducción debido al aclareo, del 22%, a pesar de que el peso del racimo aumentó un 6% respecto al testigo, como consecuencia de un incremento del peso de baya desde 1,36 a 1,43 g. El peso de madera de poda apenas fue modificado por el aclareo, pues ni el número de sarmientos ni el peso de sarmiento se vieron prácticamente afectados. El Índice de Ravaz mostró una clara reducción derivada de la disminución de producción de uva.

**Composición de la uva (Tabla 4).** El % de sólidos solubles aumentó con el aclareo todos los años, destacando la efectividad el año de menor sequía. La acidez total se vio reducida con el aclareo, mayormente el año más seco, en consonancia con el ácido tartárico, mientras que el málico apenas se vio afectado, mostrando valores muy bajos el año más seco. El potasio mostró un claro aumento todos los años con el aclareo, mayor en los menos secos.

### Conclusiones

El potencial hídrico foliar permite discriminar el nivel de estrés hídrico de los tratamientos regados y del secano a medida que avanza la estación, lo que se ve reflejado en un nivel de intercambio gaseoso acorde con la cantidad de agua

	2012			2013			2014		
	S00	R25	R50	S00	R25	R50	S00	R25	R50
Poda	0,500	0,558	0,635	0,750 c	0,988 b	1,148 a	0,706	0,823	0,921
N. Sarm	15,4	16,7	15,6	16,0	16,0	16,0	16,5	16,8	16,2
Chup.	0,76	0,88	0,96	0,56	0,58	0,70	1,61	1,89	1,52
P. Sarm	32,5	34,3	40,6	47,0 c	61,8 b	72,0 a	42,8	49,1	55,7
Ravaz	4,93	5,56	5,91	4,97	4,18	4,52	5,28	5,10	5,75
Rdto.	7,4 b	9,5 ab	11,6 a	11,4 b	12,7 b	15,9 a	9,8 b	11,4 ab	13,6 a
N. Rac	19,8	20,0	21,3	23,1	24,2	25,2	20,5 b	23,1 a	24,8 a
P. Rac	122 c	153 b	176 a	160 b	171 b	205 a	155	160	178
Bayas	108	102	106	112	107	120	102	90	96
P. Baya	1,13 c	1,50 b	1,66 a	1,43 b	1,58 ab	1,73 a	1,52 b	1,78 a	1,86 a
SST	22,3 h	27,6 n	24,4 a	20,7	20,7	20,2	22,5	22,0	22,4
pH	3,45	3,43	3,49	3,34 a	3,78 b	3,76 b	3,40	3,37	3,33
A. Total	5,27 a	4,42 c	4,44 b	5,27 b	5,75 ab	6,30 a	5,50	5,28	5,59
A. Tart.	9,34 a	7,02 c	6,69 b	8,01	7,66	7,66	8,84 a	7,70 b	7,72 b
A. Mal.	0,55 b	0,71 a	0,99 a	1,06 b	1,52 ab	2,18 a	1,03	1,20	1,44
K	1778 a	1475 b	1538 a	1313	1350	1418	1213	1470	1267

**Tabla 2. RÉGIMEN HÍDRICO.** Madera de Poda (kg. cepa<sup>-1</sup>), Número de sarmientos por cepa (N. Sarm), Número de Chupones (Chup.), Peso de sarmiento (P. Sarm) (g) e Índice de Ravaz; Rendimiento (Rdto.) (t.ha<sup>-1</sup>), Número de racimos por cepa (N. Rac), Peso de racimo (P. Rac) (g), Número de bayas por racimo (Bayas) y Peso de baya (P. Baya) (g); Concentración de sólidos solubles totales (SST) (°brix), pH, Acidez titulable (A. Total) (g.L<sup>-1</sup> de ácido tartárico), Ácido tartárico (A. Tart.) (g.L<sup>-1</sup>), Ácido málico (A. Mal.) (g.L<sup>-1</sup>) y Potasio (K) (ppm); en 2012, 2013 y 2014, de los tratamientos experimentales: S00, R25 y R50. Significación estadística: p<0,05 (letras distintas corresponden a valores estadísticamente diferentes).

	Fecha	2012		2013		2014	
		T	A	T	A	T	A
$\Psi_s$	2ª q. Jul	-1,13	-1,24				
$\Psi_s$	1ª q. Ag	-1,44	-1,61			-1,41	-1,43
$\Psi_s$	2ª q. Ag	-1,71	-1,69	-1,39	-1,39	-1,53	-1,57
$\Psi_s$	1ª q. Se	1,67	1,64	1,47	1,53	1,50	1,55
$\Psi_s$	2ª q. Se			-1,61	-1,70		
$\Psi_s$	1ª q. Oc			-0,59	-0,64		
G <sub>s</sub>	2ª q. Jul	11	4				
G <sub>s</sub>	1ª q. Ag	45	43			29	34
G <sub>s</sub>	2ª q. Ag	36	44	83	82	26	24
G <sub>s</sub>	1ª q. Se	38	40	39	42	22	26
G <sub>s</sub>	2ª q. Se			33	43		
A <sub>s</sub>	2ª q. Jul	3,3	3,4				
A <sub>s</sub>	1ª q. Ag	7,1	6,2			12,8	13,4
A <sub>s</sub>	2ª q. Ag	6,6	7,3	10,2	12,5	7,9	7,1
A <sub>s</sub>	1ª q. Se	5,8	6,6	11,5	12,0	7,43	8,3
A <sub>s</sub>	2ª q. Se			11,1	11,5		

**Tabla 3. CONTROL DE PRODUCCIÓN.** Potencial hídrico foliar (MPa) a las 9:00 hs ( $\Psi_s$ ); Conductancia estomática (mmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>) G<sub>s</sub> y Fotosíntesis neta (μmol.m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>) A<sub>s</sub> a las 9:00 hs; en 2012, 2013 y 2014 (fechas en quincenas, q.), de los tratamientos experimentales: T (testigo) y A (aclareo). Significación estadística: p<0,05 (letras distintas corresponden a valores estadísticamente diferentes).

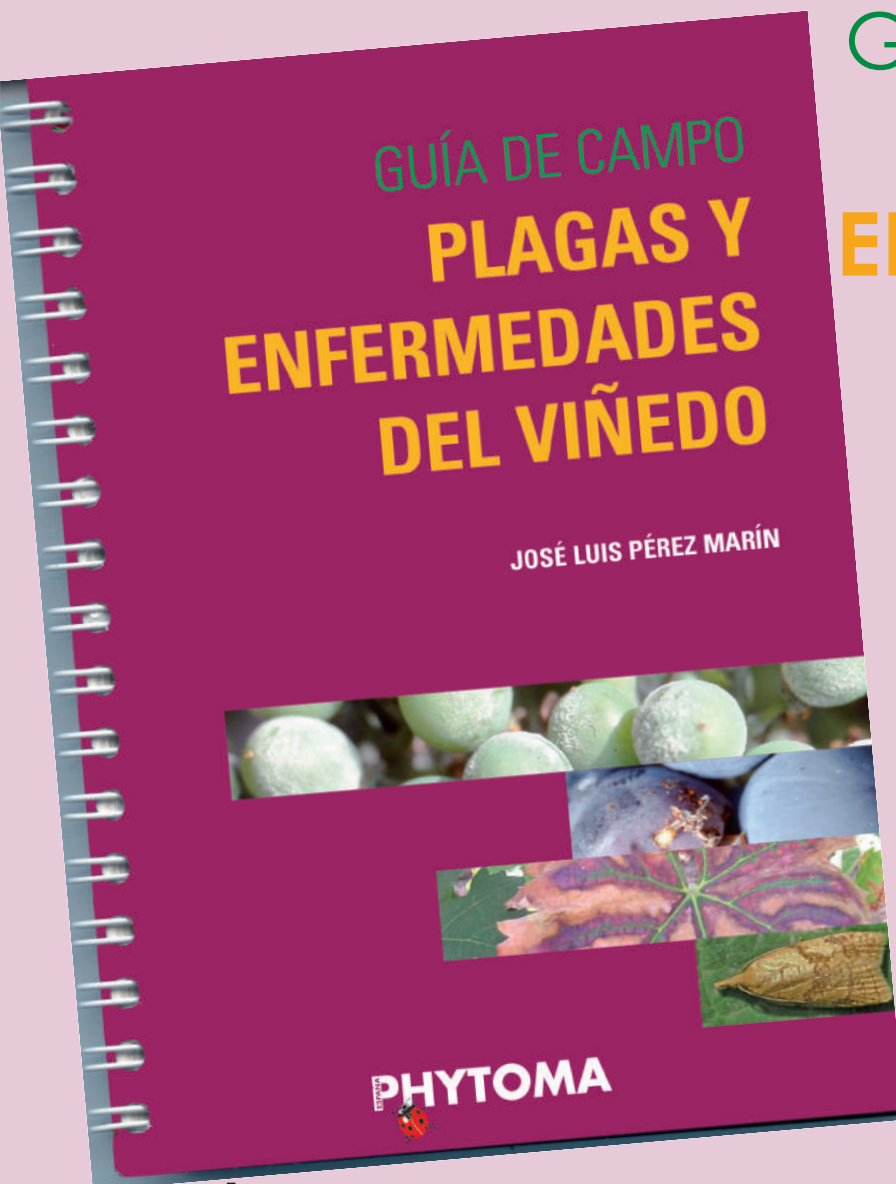
aplicada, con mayor claridad en años de mayor sequía. El rendimiento es proporcional a la cantidad de agua aplicada, debido al aumento de peso del racimo originado por el incremento del peso de baya. El desarrollo vegetativo crece con la dosis de riego, al aumentar el peso de sarmiento.

El riego modifica la composición de la uva de forma variable según las condiciones climáticas del año, incrementando los azúcares y reduciendo la acidez el año notablemente más seco, mientras que aumenta el ácido málico, afectando más irregularmente al tartárico.

El aclareo de racimos no afecta prácticamente al estado hídrico ni a la actividad fisiológica de la planta, ni a su desarrollo vegetativo, pero reduce notablemente el

# GUÍA DE CAMPO PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL VIÑEDO

Por  
**D. José Luís Pérez Marín**



116 Páginas  
Formato 11x15 cm  
P.V.P.: 20€ (Iva incluido)

La “Guía de Campo Plagas y Enfermedades del Viñedo”, aborda, de forma clara y precisa, todas aquellas plagas y enfermedades que atacan a los viñedos.

La larga e intensa experiencia profesional de **D. José Luís Pérez Marín**, autor de esta guía, se plasman en esta obra que, ante todo, tiene la vocación de ser un instrumento práctico para el viticultor. Sus conocimientos actualizados sobre plagas, enfermedades y alteraciones no parasitarias, quedan reflejados en esta obra con un lenguaje sencillo, pero riguroso en sus principios técnico-científicos. Todo ello de una forma muy descriptiva.

Ilustrada con **cerca de 300 fotografías a color**, se muestran aquellos síntomas más característicos de cada uno de ellos. Por otra parte, también se describe de forma sencilla y práctica los órganos de la cepa que pueden llegar a verse afectados, la sensibilidad varietal, ciertos aspectos de su biología, posible confusión con otros parásitos, cuáles son las estrategias de lucha y medios de control. Así mismo, se indica en esta guía el período de actividad o presencia de cada parásito y el momento más adecuado de tratamiento para su control y/o presencia más frecuente de acuerdo con los estados fenológicos.

Por último, la práctica y útil “Guía de Campo Plagas y Enfermedades del Viñedo”, está estructurada en tres bloques que describen **las principales plagas (16)**, **enfermedades (11)** y **alteraciones no parasitarias (19)** que suelen afectar a los viñedos.



[www.phytoma.com](http://www.phytoma.com)

rendimiento a pesar del ligero aumento del peso de baya y de racimo. Asimismo, favorece claramente la concentración de azúcares y de potasio, pero reduce la acidez total en consonancia con el ácido tartárico. Es destacable la posible utilidad del aclareo en añadas anormalmente secas o muy lluviosas en que haya retraso en la maduración, para optimizar la fecha de vendimia y la calidad de la uva, prestando atención a la reducción de acidez y al aumento de potasio en la uva.

En definitiva, la estrategia de aplicación de riego deficitario permite modificar el comportamiento del viñedo y manejarlo, con la aportación de técnicas de cultivo complementarias como el aclareo de racimos, en función de las condiciones climatológicas anuales y de los objetivos productivos y cualitativos que se persigan.

**Abstract:** Irrigation and yield management are critical aspects for vineyard cultivation in order to regularize grape yield and quality in those regions with a clear water limitation, mainly in the present scenery of climate change. In the period 2012-2014, the application of deficit irrigation doses was studied with respect to rainfed crop, as well as the cluster thinning, in the D.O. Rueda. The physiologic response was positive to the amount of water applied, with increase of vegetative growth and yield. The effects of irrigation were variable depending on annual climatology, with clear increase of sugars and reduction of total acidity and potassium the driest year, but it was the contrary in the less dry years. Tartaric acid showed tendency to be reduced with irrigation and malic acid tended to increase. Cluster thinning increased sugars and potassium but reduced acidity in grapes.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del proyecto INIA RTA2011-00100-C05-02, el soporte de la Junta de Castilla y León y la colaboración de técnicos del Grupo Yllera y de compañeros del Grupo de Viticultura y de la Estación Enológica del ITACYL.

	2012		2013		2014	
	T	A	T	A	T	A
Poda	0,500	0,461	0,750	0,741	0,706	0,786
N. Sarm	15,4	15,1	16,0	15,8	16,5	16,5
P. Sarm	32,5	30,7	47,0	46,9	42,8	47,9
Ravaz	4,93	4,05	4,97 a	3,52 b	5,28 a	3,35 b
Rdto.	7,4 a	5,7 b	11,4 a	8,0 b	9,8	8,6
N. Rac	19,8 a	14,0 b	23,1 a	15,8 b	20,5 a	16,8 b
P. Rac	122 b	133 a	160	165	155	166
Bayas	108	113	112	116	102	99
P. Baya	1,13	1,18	1,43	1,43	1,52	1,68
SST	22,3 b	22,9 a	20,7 b	22,0 a	22,5	22,8
pH	3,45	3,50	3,34	3,40	3,40	3,44
A. Total	5,27 a	4,79 b	5,27 a	4,99 b	5,50 a	5,14 b
A. Tart.	9,34 a	8,63 b	8,01	7,88	8,84	8,31
A. Mal.	0,55	0,61	1,06	0,97	1,03	1,01
K	1778	1795	1313 b	1558 a	1213 b	1651 a

**Tabla 4. CONTROL DE PRODUCCIÓN.** Madera de Poda (kg. cepa<sup>-1</sup>), Número de sarmientos por cepa (N. Sarm), Peso de sarmiento (P. Sarm) (g) e Índice de Ravaz; Rendimiento (Rdto.) (t.ha<sup>-1</sup>), Número de racimos por cepa (N. Rac), Peso de racimo (P. Rac) (g), Número de bayas por racimo (Bayas) y Peso de baya (P. Baya) (g); Concentración de sólidos solubles totales (SST) (°brix), pH, Acidez titulable (A. Total) (g.L<sup>-1</sup> de ácido tartárico), Ácido tartárico (A. Tart.) (g.L<sup>-1</sup>), Ácido málico (A. Mal.) (g.L<sup>-1</sup>) y Potasio (K) (ppm); en 2012, 2013 y 2014, de los tratamientos experimentales: T (testigo) y A (aclareo). Significación estadística: p<0,05 (letras distintas corresponden a valores estadísticamente diferentes).

## BIBLIOGRAFÍA

- Albuquerque M.V., Yuste J. 2011. Efectos de la dosis de riego en el estado hídrico, el desarrollo y la calidad de la uva de la variedad Tempranillo en el valle del río Duero. *Enoviticultura* 10, 24-31.
- Albuquerque M.V., Yuste R., Barajas E., Yuste J. 2010. Efectos productivos y cualitativos básicos del aclareo de racimos. Técnica complementaria al riego de la variedad Tempranillo en situaciones diversas. *Vida Rural* 310, 32-37.
- Cifre J., Bota J., Escalona J.M., Medrano H., Flexas J. 2005. Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.): An open gate to improve water-use efficiency? *Agric. Ecos. Environ.* 106, 159-170.
- English M., Raja S.N. 1996. Perspectives on deficit irrigation. *Agric. Water Manage.* 32, 1-14.
- Intrigliolo D.S., Castel J.R. 2010. Response of grapevine cv. 'Tempranillo' to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrig. Sci.* 28, 113-125.
- Jones G.V., White M.A., Cooper O.R., Storchmann K. 2005a. Climate change and global wine quality. *Climate change* 73 (3), 319-343.
- Jones G.V., Duchêne E., Tomasi D., Yuste J., and others. 2005b. Changes in European winegrape phenology and relationships with climate. In: *Proceedings of 14<sup>th</sup> GiESCO Symposium*. Geisenheim (Germany).
- Keller M., Smithyman R.P., Mills L.J. 2008. Interactive effects of deficit irrigation and crop load on Cabernet Sauvignon in an arid climate. *Am. J. Enol. Vitic.* 59, 221-234.
- Kriedemann P.E., Goodwin I. 2004. Regulated deficit irrigation and partial root drying. 102 p. *Land and Water Australia*. Canberra, Australia.
- Malheiro A.C., Santos J.A., Fraga H., Pinto J.G. 2010. Climate change scenarios applied to viticultural zoning in Europe. *Climate Research* 43, 163-177.
- Ruiz-Sánchez M.C., Domingo R., Castel J.R. 2010. Review: deficit irrigation in fruit trees and vines in Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8, 5-20.
- Vicente A., Yuste J. 2015. Cluster thinning in cv. Verdejo rainfed grown: physiologic, agronomic and qualitative effects, in the D.O. Rueda (Spain). In: *Proceedings of 38<sup>th</sup> Vine and Wine World Congress*. Mainz (Germany).
- Yuste J. 1995. Comportamiento fisiológico y agronómico de la vid (*Vitis vinifera* L.) en diferentes sistemas de conducción en secano y regadío. 280 pp. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Yuste J., Rubio J.A., Albuquerque M.V. 2009. Relationship between soil water content and vine water status: use of water indicators to irrigate. In: *Proceedings of 16<sup>th</sup> GiESCO Symposium*. Davis, California (USA). p. 233-238.
- Yuste J., Vicente A. 2015. Irrigation of cv. Verdejo: physiologic, agronomic and qualitative effects in the D.O. Rueda (Spain). In: *Proceedings of 19<sup>th</sup> GiESCO Symposium*. Gruissan (France).