

## Recarga hídrica antes de brotación y/o riego deficitario durante el verano: efectos agronómicos en cv. Tempranillo en la D.O. Ribera del Duero

### *Water recharge before budbreak and/or deficit irrigation during summer: agronomic effects on cv. Tempranillo in the D.O. Ribera del Duero*

Jesús Yuste<sup>1</sup>, Daniel Martínez-Porro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid (Spain)

\*Corresponding author: [yusbomje@itacyl.es](mailto:yusbomje@itacyl.es)

**Resumen.** La disponibilidad de agua en el suelo y el estado hídrico del viñedo están revelándose como factores determinantes para el manejo del cultivo en el contexto actual de variación climática. Por este motivo, resulta muy conveniente conocer el efecto que la gestión hídrica, antes y durante el ciclo vegetativo, ejerce sobre la respuesta agronómica del viñedo y la calidad de la uva para orientar la toma de decisiones de cultivo.

Se plantea un trabajo sobre la respuesta vegetativa, productiva y cualitativa del cv. Tempranillo, injertado sobre 110R, durante el periodo 2021-2023, a la recarga hídrica del suelo antes de brotación y al riego deficitario (30% ETo) durante el verano, con tres tratamientos: recarga y no riego, recarga y riego, no recarga y riego. En un viñedo, ubicado en la D.O. Ribera del Duero y conducido en espaldera, se establecieron 4 bloques al azar, con parcelas elementales de 48 cepas.

Las respuestas observadas muestran una repercusión clara de la aplicación del riego deficitario en verano frente a la recarga hídrica del perfil del suelo antes de la brotación, tanto en el crecimiento vegetativo como en el desarrollo productivo. La influencia del régimen hídrico en la calidad de la uva mostró tendencias anuales variables dependiendo del parámetro químico analizado, con mayor discriminación del tratamiento no regado durante el verano. La valoración de los resultados observados requiere de la ampliación y la profundización del estudio en distintos tipos de suelo.

**Abstract.** The availability of water in the soil and the water status of the vineyard are proving to be determining factors for crop management in the current context of climatic variation. For this reason, it is very useful to know the effect that water management, before and during the vegetative cycle, has on the agronomic response of the vineyard and the quality of grapes in order to guide crop decision-making.

A study is proposed on the vegetative, productive and qualitative response of cv. Tempranillo, grafted onto 110R, during the period 2021-2023, to soil water recharge before budbreak and to deficit irrigation (30% ETo) during the summer, with three treatments: recharge and no irrigation, recharge and irrigation, no recharge and irrigation. In a vineyard located in the D.O. Ribera del Duero and trellis trained, 4 random blocks were established, with elementary plots of 48 vines.

The observed results show a clear impact of the application of deficit irrigation in summer compared to the water recharge of the soil profile before bud break, both on vegetative growth and on productive development. The influence of the water regime on grape quality showed variable annual trends depending on the chemical parameter analysed, with greater discrimination of the treatment not irrigated during the summer. The evaluation of the observed results requires the extension and deepening of the study in different types of soil.

## 1. Introducción

El agua disponible en el suelo y el estado hídrico del viñedo son factores determinantes para el manejo del cultivo en el actual contexto de variación climática. La cantidad de lluvia recogida durante el periodo invernal es muy variable en las diversas zonas vitícolas de España. Por otro lado, las necesidades hídricas de la vid son crecientes a lo largo del ciclo vegetativo, o sea, desde brotación hasta madurez, lo cual puede suponer que el agua disponible en el suelo resulte insuficiente para el desarrollo adecuado del viñedo [1]. Esta insuficiencia hace que, en muchos casos, muy frecuentes en condiciones de clima mediterráneo, el viñedo deba ser regado a medida que avanza el ciclo para lograr un rendimiento y una calidad suficientes, aunque en las primeras fases de crecimiento de los pámpanos, desde el desborre, la exigencia hídrica no sea excesiva para el desarrollo inicial de la cepa, puesto que realmente el déficit hídrico se incrementa de forma progresiva en función del desarrollo de la superficie foliar [2].

Las posibilidades para disponer de agua para el riego del viñedo son mucho mayores generalmente en la época previa a la brotación de la vid que en fases fenológicas posteriores, sobre todo durante el verano, cuando hay una mayor demanda de riego para atender las necesidades hídricas que todos los cultivos agrícolas presentan [3].

Los criterios de aplicación del riego del viñedo en cuanto a la época son dispares, incluyendo aquellos que se basan en la disponibilidad de lluvia de invierno y que asumen que si ésta es abundante el viñedo no necesita ser regado durante la campaña. Sin embargo, la disponibilidad hídrica en el suelo para las cepas depende, durante la primavera y el verano, no sólo de las precipitaciones previas sino también del tipo de suelo y de la lluvia que sea recogida durante dicha parte del ciclo vegetativo [1].

Las condiciones locales y las particularidades del cultivo en cada zona pueden exigir que la gestión hídrica difiera en distintas zonas para evitar la disminución de actividad fisiológica y de producción, así como el perjuicio en la calidad de la uva [4], por lo que la aplicación de riego abundante en prebrotación y/o deficitario durante el verano requiere ser estudiada, ya que el estado hídrico de la vid resulta decisivo en el actual contexto de variación climática.

En definitiva, el efecto hídrico y la repercusión fisiológica que la gestión temporal del agua ejerce en la vid es determinante para el desarrollo del viñedo [5]. Por este motivo, para facilitar la toma de decisiones de cultivo, este trabajo está orientado a cuantificar la respuesta agronómica y

cualitativa del viñedo a la aplicación de riego en dos épocas totalmente distanciadas, antes de brotación y durante el verano, en el cv. Tempranillo en la D.O. Ribera del Duero.

## 2. Material y Métodos

El trabajo se llevó a cabo durante el periodo 2021-2023 en Pesquera de Duero (Valladolid), en un viñedo perteneciente a la bodega De los Ríos Prieto, dentro de la D.O. Ribera del Duero. El material empleado es *Vitis vinifera* L, cv. Tempranillo, sobre portainjerto 110 Richter, plantado en 2006, con un marco de 3,00 m x 1,20 m (2.778 cepas/ha). La orientación de filas es N-S. El sistema de conducción es espaldera vertical, mediante poda en cordón Royat bilateral con 3 pulgares de 2 yemas en cada brazo (12 yemas por cepa). El suelo del ensayo es de textura franco-arenosa, profundo y sin apenas pendiente, con la parte inferior (a partir de 50 cm aprox.) de tipo grava, con bastantes más elementos gruesos que la parte superior, presentando una capacidad de campo estimada en 130 mm/m y buen drenaje en general.

Los tratamientos experimentales aplicados, mediante goteo, consistieron en lo siguiente:

- PS: recarga hídrica del suelo (126 mm) antes de brotación, aplicado hasta saturación de la capacidad de campo, sin aplicación de riego posterior durante el ciclo.
- PV: recarga hídrica del suelo (126 mm) antes de brotación, aplicado hasta capacidad de campo, con aplicación de riego (30% ETo) semanal durante el verano (135 mm) desde el estado de tamaño guisante de la uva.
- SV: sin recarga hídrica del suelo antes de brotación, pero con aplicación de riego deficitario (30% ETo) semanal durante el verano (135 mm), desde el estado de tamaño guisante de la uva.

Se establecieron 4 bloques al azar en el viñedo, con parcelas elementales de 48 cepas (4 filas de 12 cepas), de entre las cuales se tomaron las dos filas centrales 2 para las medidas individualizadas en cada cepa. Se determinaron los componentes del rendimiento, parámetros de crecimiento vegetativo y parámetros de composición química de la uva en vendimia, que se muestran en las correspondientes tablas de resultados, los cuales fueron sometidos a análisis ANOVA mediante el programa SPSS 16.0.

Los datos de temperatura y precipitación mensuales se indican en la tabla 1 y los de cantidad de agua aportada y las fechas de su aplicación se indican en la tabla 2.

**Tabla 1.** Temperatura media, Tm (°C) y precipitación, P (mm) en 2021-2023 en Valbuena de Duero (Valladolid).

		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Anual
<b>Tm</b>	2021	10,7	8,7	5,1	2,4	7,9	8,3	10,3	14,2	18,5	21,2	21,9	17,2	12,2
<b>Tm</b>	2022	12,5	5,1	6,1	2,8	5,5	8,0	9,5	17,1	20,6	24,8	23,5	17,2	12,7
<b>Tm</b>	2023	15,3	8,6	7,5	3,6	3,9	9,5	12,9	14,7	19,6	22,6	22,9	17,6	13,2
<b>P</b>	2021	79	13	54	33	68	5	46	36	40	0	1	33	408
<b>P</b>	2022	36	61	36	12	8	69	37	4	11	8	33	8	323
<b>P</b>	2023	67	67	107	37	12	15	9	22	47	1	1	83	467

**Tabla 2.** Cantidad de agua (mm) y fecha de riego antes de brotación y durante el verano en 2021-2023.

	2021		2022		2023	
	Recarga	Verano	Recarga	Verano	Recarga	Verano
<b>Riego</b>	110	126	132	147	136	133
<b>Fecha</b>	29-31 mar.	6-jul./24-sep.	18-20 abr.	28-jun./27-sep.	10-12 abr.	27-jun./19-sep.

### 3. Resultados

#### 3.1. Producción y componentes del rendimiento

La producción de uva (tabla 3) se vio significativamente aumentada por el riego estival todos los años con respecto al tratamiento de recarga no regado en verano. El aumento medio de rendimiento fue del 137%, de 3,4 a 8 t/ha, debido al incremento tanto del número de racimos como del peso del racimo, que también aumentaron de forma estadísticamente significativa todos los años. El número de racimos por cepa aumentó un 37%, pasando de 10,6 a casi 14,5, mientras que el peso del racimo aumentó un 77%, pasando de 99 a 175 g. Este aumento de peso del racimo se debió al incremento significativo de ambos componentes del mismo, el número de bayas, que creció un 28%, y el peso de baya, que creció un 38%, en la media interanual de PV y SV con respecto a PS. No se observaron diferencias notables entre los tratamientos regados en verano, aunque se apreció una ligera tendencia del PV a mostrar valores ligeramente superiores de peso de racimo y de peso de baya que SV.

**Tabla 3.** Parámetros productivos (valor medio de 2021-2023): Rendimiento (t/ha), Número de racimos por cepa, Peso de racimo (g), Peso de baya (g), Número de bayas por racimo. Significación estadística: \*, p<0,05.

		Rdto.	Nº racimos	Peso racimo	Peso baya	Nº bayas
<b>2021</b>	PS	0,73b	5,1b	51c	1,07b	48c
	PV	1,81a	8,1a	80b	1,48a	54b
	SV	1,87a	7,7a	88a	1,41a	62a
<b>2022</b>	PS	3,11b	11,0c	101b	1,21c	83b
	PV	8,42a	14,4b	211a	1,81a	117a
	SV	8,87a	16,0a	200a	1,63b	123a
<b>2023</b>	PS	6,25b	15,6b	144b	1,31b	111b
	PV	13,76a	20,2a	246a	1,80a	137a
	SV	13,05a	20,8a	226a	1,79a	126a
<b>Media</b>	PS	3,36	10,6	99	1,20	81
	PV	8,00	14,2	179	1,70	103
	SV	7,93	14,8	171	1,61	104

#### 3.2. Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo (tabla 4), estimado como peso de madera de poda, se vio significativamente modificado todos los años por el riego estival con respecto al tratamiento de recarga no regado en verano. El incremento

medio interanual del peso de madera de poda fue del 67%, de 1,64 a 2,74 t/ha, causado por el aumento significativo del peso del sarmiento, que representó una media interanual del 50%, pasando de 46 a 69 g. El número de sarmientos por cepa también se vio favorecido por el riego estival con respecto al de recarga exclusivo, resultando ligeramente más favorecido el tratamiento de ambos riegos, recarga y estival, que el de riego estival exclusivo, a pesar del ajuste de pámpanos en verde en el mes de mayo, de manera que el valor medio interanual cambió de 13,7 en PS a 14,5 en SV y 16,1 en PV.

El índice de Ravaz mostró diferencias estadísticamente significativas favorables al riego estival todos los años, como consecuencia del mayor aumento de rendimiento que de madera de poda en los tratamientos PV y SV con respecto al PS. El aumento medio interanual del índice de Ravaz con respecto al PS fue del 40%.

**Tabla 4.** Parámetros vegetativos (valor medio de 2021-2023): Peso de madera de poda (t/ha), Número de sarmientos por cepa, Peso de sarmiento (g), Índice de Ravaz. Significación estadística: \*, p<0,05.

		Madera Poda	Nº sarm.	Peso sarm.	Índice Ravaz
<b>2021</b>	PS	1,53b	19,0b	29,1c	0,48b
	PV	2,57a	23,2a	40,0b	0,71a
	SV	2,62a	18,8b	50,3a	0,71a
<b>2022</b>	PS	1,67b	10,9	55,5b	1,85b
	PV	2,65a	12,3	78,1a	3,17a
	SV	2,50a	12,2	73,9a	3,55a
<b>2023</b>	PS	1,71b	11,2b	54,7b	3,69b
	PV	3,07a	12,7a	87,1a	4,49a
	SV	3,04a	12,6a	87,3a	4,30a
<b>Media</b>	PS	1,64	13,7	46,4	2,01
	PV	2,76	16,1	68,4	2,79
	SV	2,72	14,5	70,5	2,85

#### 3.3. Composición de la uva

La concentración de sólidos solubles totales (tabla 5) se vio aumentada por el riego estival con respecto al riego exclusivamente de recarga todos los años, con diferencias que resultaron estadísticamente significativas el segundo y el tercer año de estudio. El incremento medio interanual con respecto al tratamiento PS fue de 1,0 °Brix.

El pH del mosto sufrió cierta reducción debida al riego estival, con una escasa diferencia media interanual, de 0,1 unidades, con respecto al tratamiento PS, con una ligera tendencia a estar PV por debajo de SV.

La acidez titulable, aunque en concordancia con la tendencia del pH, mostró escasas diferencias entre tratamientos, que fueron variables según el año, resultando estadísticamente significativas en contra del PS el primer año, en que un evento de granizo, a finales de mayo, destruyó una gran parte de los racimos en ambos tratamientos. El aumento medio interanual con respecto al tratamiento PS fue de casi 0,9 g/L, debido al efecto contundente en el primer año de estudio.

El ácido tartárico se vio ligeramente favorecido por la ausencia de riego durante el verano en PS, mostrando diferencias estadísticamente significativas en el 2º y el 3º año. El aumento medio interanual de dicho tratamiento con respecto a los regados en verano fue de casi 0,5 g/L.

El ácido málico sufrió un claro aumento con el riego estival con respecto al PS, con diferencias estadísticamente significativas desfavorables al PS el primer año y favorables al SV el segundo año. La reducción media interanual del PS fue de 1 g/L.

La concentración de potasio mostró una reducción significativa en el tratamiento PV, excepto el primer año, de producción anómala causada por el granizo, siendo los valores ligeramente más altos en SV que en PS, aunque las diferencias desfavorables para PV solo fueran estadísticamente significativas el 3º año. La diferencia media interanual entre SV y PV fue de 183 mg/L.

#### 4. Discusión y Conclusiones

El riego deficitario aplicado durante el verano produjo un aumento intenso de la producción de uva todos los años, con respecto al tratamiento que fue regado exclusivamente en prebrotación, lo que representó un aumento medio global del 137%, de menos de 3,5 a casi 8 t/ha. El incremento de rendimiento fue debido al aumento tanto del número de racimos como del peso del racimo, que también aumentaron de forma significativa todos los años. Este aumento de peso del racimo se debió al incremento significativo tanto del número de bayas como del peso de baya. No se observaron diferencias notables entre los tratamientos regados en verano, aunque se apreció una ligera tendencia del PV a mostrar valores ligeramente superiores de peso de racimo y de peso de baya que el SV.

El peso de madera de poda se vio significativamente favorecido todos los años por el riego estival con respecto al tratamiento de recarga no regado en verano, con un incremento medio interanual del 67%, de 1,64 a 2,74 t/ha, causado mayormente por el aumento medio del 50% del peso del sarmiento. No se observaron diferencias notables en la madera de poda entre los tratamientos regados en verano. El índice de Ravaz aumentó significativamente con el riego estival, a causa del mayor aumento de rendimiento que de madera de poda, con respecto al tratamiento PS.

La composición de la uva se vio afectada por las alternativas de riego planteadas, con tendencias variables

El contenido de polifenoles totales presentó un efecto significativo de reducción debido al riego estival todos los años. No se observaron diferencias notables entre el tratamiento PV, con recarga en brotación, y el SV, sólo regado durante el verano. El aumento medio interanual del índice IPT en PS respecto a PV y SV fue de 4,2 unidades.

**Tabla 5.** Composición de uva (valor medio 2021-2023): Sólidos solubles totales, S.S.T. (°Brix), pH, Acidez total (g ácido tartárico/L), Ácido tartárico (g/L), Ácido málico (g/L), Potasio, K (mg/L) e Índice de polifenoles totales (I.P.T.). Significación estad.: \*, p<0,05.

		S.S.T.	pH	Acidez total	Ac. tart.	Ac. málico	K	I.P.T.
2021	PS	22,6	3,42a	7,24b	5,04	4,33b	1913	29,6a
	PV	23,0	3,26b	9,87a	5,03	6,73a	1975	25,6b
	SV	22,9	3,31b	10,38a	4,98	7,30a	2140	26,8ab
2022	PS	23,5b	3,85a	4,64	5,77a	1,85b	2080	28,7a
	PV	24,9a	3,75b	4,55	5,17b	1,94b	1943	24,3b
	SV	24,5a	3,79ab	4,52	5,04b	2,20a	2040	23,3b
2023	PS	21,1c	3,76a	5,06	6,06a	2,32	1980a	25,8a
	PV	22,0b	3,60b	4,97	5,48b	2,34	1740b	20,8b
	SV	22,9a	3,70a	4,94	5,42b	2,53	2028a	22,2b
Media	PS	22,4	3,68	5,65	5,62	2,83	1991	28,0
	PV	23,3	3,54	6,46	5,23	3,67	1886	23,6
	SV	23,4	3,60	6,61	5,15	4,01	2069	24,1

según el parámetro analizado. La concentración de azúcares aumentó con el riego estival respecto al riego exclusivamente de recarga todos los años, con un incremento medio interanual de 1,0 °Brix.

El pH del mosto sufrió cierta reducción debida al riego estival, aunque con escasa diferencia media, de 0,1 unidades, con respecto al tratamiento TOP, con una ligera tendencia a estar PV por debajo de SV. La acidez titulable mostró escasas diferencias, que únicamente resultaron significativas en contra del PS el primer año, en circunstancias muy condicionadas por un pedrisco.

El ácido tartárico se vio ligeramente favorecido por la ausencia de riego en verano, mostrando diferencias significativas en el 2º y el 3º año y un aumento medio de dicho tratamiento respecto a los regados de casi 0,5 g/L. Sin embargo, el ácido málico sufrió un claro aumento con el riego estival con respecto al PS y una reducción media interanual de éste de 1 g/L.

La concentración de potasio mostró una reducción significativa en el tratamiento PV, excepto el primer año, situándose el SV con valores ligeramente más altos que el PS en general. La diferencia media interanual entre SV y PV fue de 183 mg/L.

El contenido de polifenoles se vio reducido por el riego estival todos los años, en una magnitud media de 4,2 unidades, sin discriminación notable entre el tratamiento PV, regado en verano pero con recarga en brotación, y el SV, sólo regado durante el verano.

En suma, la aplicación de riego deficitario en verano supone una repercusión clara frente a la recarga hídrica del perfil del suelo antes de la brotación, tanto en el aspecto vegetativo como en el productivo. Asimismo, la calidad de la uva se vio modificada de forma variable por los tratamientos de riego aplicados según el parámetro considerado, con mayor discriminación hacia el tratamiento no regado durante el verano.

La valoración de los resultados observados sugiere la conveniencia de expandir y profundizar esta clase de estudio en distintos tipos de suelo, puesto que en un contexto de necesidad de aprovechamiento eficaz y cualitativo del agua hay que tener muy en cuenta las condiciones de suelo y clima en cada zona de cultivo.

## 5. Referencias

1. M.C. Ramos, J. Yuste. Grapevine phenology of white cultivars in Rueda Designation of Origin (Spain) in response to weather conditions and potential shifts under warmer climate. *Agronomy* **13**(1), **146**: 1-15 (2023)
2. J. Yuste, A. Vicente, D. Martínez-Porro. Estado hídrico y actividad fisiológica del cv. Cabernet Sauvignon en relación con la frecuencia de rehidratación mediante riego por goteo, en el valle del río Duero. *Tierras agricultura* **326**: 60-68 (2024)
3. A. Montoro, F. Mañas, R. López-Urrea. Transpiration and evaporation of grapevine, two components related to irrigation strategy. *Agric. Water Manag.* **177**: 193-200 (2016).
4. M. Vilanova, J.M. Rodríguez-Nogales, J. Vila-Crespo, J. Yuste. Influence of water regime on yield components, must composition and wine volatile compounds of *Vitis Vinifera* cv. Verdejo. *Aust J Grape Wine Res*, **25**: 83-91 (2019)
5. D. Uriarte, A. Montoro, J. Yuste, L.A. Mancha, D. Moreno, D. Martínez-Porro, M. Rodríguez-Febreiro, M. Fandiño, J.J. Cancela. Efecto del riego aplicado en prebrotación sobre el comportamiento bienal de cuatro variedades tintas de vid en cuatro provincias españolas. *Actas de Horticultura* (p. 82) **XVII** Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas (2023)

## 6. Agradecimientos

Al proyecto PID2019-105039RR-C42, financiado por AEI/MICIN, con el apoyo de la bodega De los Ríos Prieto, y a colaboradores del ITACYL a través de los proyectos GO PRERIVID y PID2023-146911OR-C52.