

B-10-2023

Comunicación científico-técnica

Efecto de la frecuencia de riego sobre la disponibilidad hídrica en el viñedo

Effect of irrigation frequency on water availability in vineyard

Cancela, J.I.¹, Rodríguez-Febereiro, M.¹, Fandiño, M.¹, Uriarte, D.², Mancha, L.², Yuste, J.³, Martínez-Porro, D.³, Picazo, H.⁴, Montoro, A.⁴

1 1 GI-1716. Proepla. Depto. Ingeniería Agroforestal. EPSE. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo. javierjose.cancela@usc.es

2 2 Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Guadajira, Badajoz. david.uriarte@juntaex.es

3 3 Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL). Valladolid. yusbomje@itacyl.es

4 4 Instituto Técnico Agronómico Provincial, Albacete. meli.itap@dipualba.es

Resumen:

La carencia de recursos hídricos, bien debido a las escasas precipitaciones, bien a la imposibilidad de regar, motivada por una sequía prolongada, y los efectos del cambio climático, requieren del buen manejo del riego en los viñedos españoles. El viñedo es un cultivo tolerante a la falta de agua, aunque su carencia en determinados momentos del ciclo vegetativo afecta a la producción. La dosis de agua a aplicar y los periodos críticos para el viñedo han sido ampliamente estudiados, al igual que sus efectos sobre la calidad. Por el contrario, los efectos de la aplicación del riego en el viñedo con diferentes frecuencias entre riegos, no son bien conocidos. El ensayo se ha replicado en cuatro localizaciones: Badajoz, Valladolid, Albacete y Lugo. El presente trabajo recoge los resultados de dos campañas (2021 y 2022) en las que se ha aplicado la misma dosis semanal de riego, pero aplicada con diferentes frecuencias: un riego (T07) y dos riegos (T03) semanales. En el viñedo de Lugo se ha incluido un tratamiento con siete riegos (T01) semanales, mientras que en Valladolid y Badajoz se ha incluido un tratamiento que aplica la dosis de riego de dos semanas en un único evento (T15). Los resultados han sido valorados incluyendo la producción final obtenida por hectárea. Las medidas de evolución del contenido de agua en el suelo, determinadas en continuo (Badajoz y Albacete) o en discontinuo (Valladolid y Lugo), han sido claves para evaluar el patrón de extracción de agua por las plantas. Se observa una tendencia a la obtención de mayores producciones con el tratamiento T03, en Albacete y en Lugo, mientras que en Badajoz y Valladolid, las mayores producciones se obtuvieron en el tratamiento T07. Los tratamientos



XXXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



T15 y T01 mostraron resultados diferentes según el año de estudio. Las dinámicas de evolución de agua en el suelo se encuentran directamente relacionadas con el tipo de suelo (textura, etc.), por lo que además de la demanda atmosférica, este aspecto resulta crucial para realizar un manejo adecuado del riego, y por lo tanto de la gestión de los recursos hídricos.

Palabras clave: contenido de agua en el suelo, Garnacha Tinta, Tempranillo, Mencía, Syrah.

Abstract:

The lack of water resources, either due to low rainfall or the impossibility of irrigating, caused by a prolonged drought, and the effects of climate change, require good irrigation management in Spanish vineyards. The vineyard is a crop tolerant of lack of water, although its lack at certain times of the vegetative cycle affects production. The dose of water to apply and the critical periods for the vineyard have been widely studied, as have their effects on quality. On the contrary, the effects of applying irrigation in the vineyard, with different frequencies between irrigations, are not well known. The trial has been replicated in four locations: Badajoz, Valladolid, Albacete and Lugo. This work collects the results of two campaigns (2021 and 2022) in which the same weekly irrigation dose has been applied, but applied with different frequencies: one irrigation (T07) and two weekly irrigations events (T03). In the Lugo vineyard, a treatment with seven weekly irrigations events (T01) has been included. While, in Valladolid and Badajoz, a treatment has been included that applies the two-week irrigation dose, in a single event (T15). The results have been contrasted with the final production obtained per hectare. Measurements of soil water content, determined continuously (Badajoz and Albacete) or discontinuously (Valladolid and Lugo), have been key to evaluating the pattern of water extraction by plants. A tendency to obtain higher productions with the T03 treatment is observed in Albacete and Lugo, while in Badajoz and Valladolid, the highest productions were obtained in the T07 treatment. Treatments T15 and T01 showed different results depending on the year of study. The dynamics of soil water evolution are directly related to the type of soil and texture, so in addition to atmospheric demand, this aspect is crucial for adequate irrigation management, and therefore management. of water resources.

Keywords: irrigation improvement, water management, irrigation evaluation.

1. Introducción

La situación climática actual, la tendencia al aumento de las temperaturas y la irregularidad en el patrón de distribución de las precipitaciones, hacen necesario continuar el estudio del riego en el viñedo, en busca de una mayor sostenibilidad [1]. El riego en el viñedo español fue aceptado en 1996, aunque actualmente el riego está condicionado por los criterios internos de cada Denominación de Origen [2]. Se han realizado numerosos estudios sobre las estrategias de riego, la cantidad de riego a aplicar, en qué periodos de la temporada vegetativa y su influencia en la producción ([3], [4]) y la calidad final de la uva ([5], [6]). Aunque los estudios de frecuencia de aplicación de riego en viñedo han sido muy limitados [7], los resultados han dependido del tipo de suelo (arenoso- arcilla) ([8], [9]).

Por este motivo, es necesario ampliar el conocimiento de los efectos de la frecuencia de riego en el viñedo, evaluando los efectos sobre la dinámica de agua en el suelo y la producción. Para ello, se ha realizado el estudio de la frecuencia de riego en cuatro localizaciones diferentes (es decir, con diferentes tipos de suelo) sobre diferentes variedades tintas de España.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio y diseño experimental

El estudio se realizó en cuatro viñedos de diferentes variedades tintas. Las parcelas experimentales se ubicaron en Badajoz (cv. Garnacha Tinta), Valladolid (cv. Tempranillo), Albacete (cv. Syrah) y Lugo (cv. Mencía) y se estudiaron durante las campañas 2021 y 2022. Las parcelas experimentales incluyen dos tratamientos de frecuencia de riego, con un total de cuatro repeticiones, en bloques aleatorios, para Garnacha (n = 10 cepas por réplica), Tempranillo (n = 24) y Mencía (n = 7), y tres repeticiones para Syrah. (n=8). Tempranillo, Syrah y Mencía tienen una textura de suelo franco-arenosa, sin embargo, Garnacha Tinta tiene una textura arcillosa a franco-arcillosa. El contenido de almacenamiento de agua en el suelo varía según la localización entre 100 y 152 mm m⁻¹. Montoro et al. presentaron una descripción detallada de las características agronómicas y del suelo [10].

La cantidad de riego aplicado fue el 30 % de la evapotranspiración de referencia (ET_o) [11], desde la etapa fenológica de tamaño guisante hasta la cosecha, en los diferentes tratamientos de riego estudiados. Se estudiaron cuatro tratamientos de riego, con idéntica dosis semanal de riego, pero aplicada con diferentes frecuencias: un riego (T07) y dos riegos (T03) semanales. Además, de los tratamientos comunes, en el ensayo de Lugo, se ha incluido un tratamiento con siete riegos (T01) semanales; y en los ensayos de Valladolid y Badajoz, un tratamiento que aplica la dosis de riego de dos semanas, en un único evento (T15).

La demanda evaporativa de la atmósfera y la cantidad de agua recibida, tanto por lluvia como del riego, durante el ciclo del cultivo en las cuatro variedades estudiadas ha sido detallado en [12], en los dos años de estudio.

2.2. Mediciones en campo y laboratorio. Análisis estadístico

Para el seguimiento de los riegos aplicados en cada tratamiento se han llevado a cabo medidas del contenido de agua en el suelo, bien en continuo en Badajoz y Albacete, y semanalmente en Valladolid y Lugo. Las mediciones del contenido de agua en el suelo fueron observadas a 60 cm de profundidad. Una vez alcanzado el nivel de maduración deseado (22-23 °Brix) se evaluó para todas las plantas por repetición y tratamiento, el número de racimos por planta y el rendimiento total, empleando balanzas de precisión. A partir de los parámetros anteriores se obtuvo el peso medio por racimo. Además, se obtuvo una muestra representativa por repetición para determinar los parámetros clave del mosto, incluidos los compuestos aromáticos. Los mostos se analizaron fisicoquímicamente mediante la determinación de sólidos solubles totales (SST, °Brix), pH, acidez titulable (AT) y contenidos de ácido málico y tartárico utilizando los métodos oficiales de la Organización Internacional de la Viña y el Vino [13]. El TSS del mosto se determinó mediante refractometría (PR-101, Series Palette, Atago, Tokio, Japón), mientras que el pH y el TA se midieron con un valorador automático (Metrohm, Herisau, Suiza). El contenido de potasio se determinó mediante ICP-OES. El análisis de resultados se ha basado en el análisis comparativo para cada variable, año de estudio y localización.

3. Resultados y discusión

3.1. Dinámicas del agua en el suelo

El seguimiento del contenido del agua en el suelo ha presentado diferencias significativas para un gran número de días de medición entre los diferentes tratamientos, en especial entre T3 y T7, tratamientos comunes en las cuatro zonas de estudio. Las diferencias han sido mayores en la campaña 2022, debido a las condiciones climáticas severas de este año. Como ejemplo de los resultados de la dinámica se incluye la Figura 1, con el caso de estudio en Lugo, donde se observan valores superiores en T01 toda la campaña, debido a la heterogeneidad del suelo en relación a su capacidad de almacenamiento de agua.

3.2. Evaluación rendimiento productivo y cualitativo

Durante el periodo de riego (tamaño guisante a cosecha) se aplicaron un total de 147-182, 126-135, 112-171 y 36-68,4 mm en los años 2021 y 2022, para Garnacha, Tempranillo, Syrah y Mencía, respectivamente. Las diferentes cantidades de riego entre las ubicaciones de estudio durante la temporada están relacionadas con las diferencias en las condiciones climáticas, debido principalmente a la variación en la demanda atmosférica y la distribución de las precipitaciones.

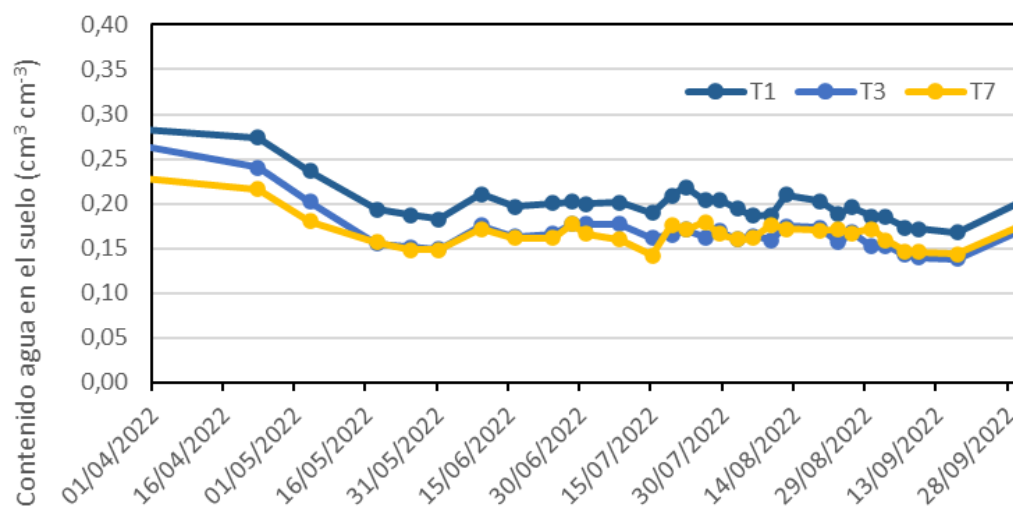


Figura 1. Dinámica del contenido de agua en el suelo en Lugo. Tratamientos: T01, riego diario; T03, dos riegos semanales; T07, un riego semanal

El rendimiento por hectárea no muestra diferencias estadísticas para todas las variedades tintas (Tabla 1). Sin embargo, los parámetros del racimo fueron claramente diferentes para Mencía, aunque otros autores [9] tuvieron resultados similares en suelo arenoso. Garnacha y Mencía presentan mayor peso medio por racimo en el tratamiento T07 (2021-2022), al igual que en Tempranillo en 2021, resultados similares a los encontrados por Selles et al. [14] en un suelo franco arcilloso sobre uva de mesa. Sin embargo, Syrah presenta valores más altos para T03, lo que concuerda con el rendimiento final por hectárea.

Table 1. Comparación de medias de los componentes del rendimiento entre tratamientos para todas las variedades. Los valores corresponden a las medias de los años 2021 y 2022

Variedad	Trat.	Nº racimos	Peso Racimo (g)	Produc. (t ha ⁻¹)	Nº racimos	Peso Racimo (g)	Produc. (t ha ⁻¹)
			2021	2022		2021	2022
Garnacha	T03	27,0	359,6	23,0	31,3	251,0	18,4
	T07	29,0	368,0	25,3	32,8	268,8	21,1
	T15	27,0	336,7	21,9	34,1	258,4	21,0
Tempranillo	T03	-	-	-	16,5	191,9	8,8
	T07	-	-	-	16,0	200,2	8,9
	T15	-	-	-	16,5	181,0	8,3
Syrah	T03	55,0	184,9	26,0	39,7	190,8	20,1
	T07	51,7	177,3	24,6	28,7	172,8	13,2
Mencía	T01	15,0	218,3	8,9	10,0	205,1	5,6
	T03	17,0	199,0	9,4	13,0	224,8	7,9
	T07	13,0	238,6	8,6	10,0	230,1	6,6

Para la variedad Garnacha, con textura de suelo arcilloso/franco arcilloso, se observó una tendencia de disminución del rendimiento al aumentar la frecuencia de riego (T03), de forma similar a lo observado por [7] y [14]. Este aspecto está relacionado con el agua total disponible (TAW) en la parcela de Garnacha. Se observaron tendencias opuestas para Tempranillo, Syrah y Mencía, en viñedos de textura de suelo franco-arenoso, con menor TAW. Goldberg et al. [15], en un suelo arenoso-arcilloso, obtuvieron una mayor eficiencia en el uso del agua con menor frecuencia de riego, similar a todas nuestras variedades, excepto Garnacha.

De manera similar a los parámetros de producción, la calidad del mosto no presenta diferencias entre los tratamientos de frecuencia de riego (Tablas 2 y 3). Se observó una tendencia a una menor acidez total para una menor frecuencia de riego (T07), excepto para Garnacha en 2021. En el año 2022, los valores de acidez total fueron mayores en Syrah y Mencía en T03, frente a la situación en Garnacha y Tempranillo, donde T07 y T15, fueron superiores. En general se han observado diferentes comportamientos según la variedad, con excepción de una tendencia en el contenido de potasio, que ha sido mayor en el tratamiento T03, en las cuatro variedades, en 2021. Sin embargo, en el año más seco (2022), el comportamiento en contenido en potasio fue desigual, con valores superiores para Garnacha y Syrah en T07, mientras que en Tempranillo y Mencía se determinaron valores superiores en T03, respecto a T07. Selles et al. [14] obtuvieron valores mayores de sólidos solubles totales con menor frecuencia de riego, en la línea obtenida para Garnacha, Tempranillo y Syrah en nuestro estudio.

Table 2. Comparación de medias de parámetros tecnológicos del mosto entre tratamientos para todas las variedades. Año 2021

Variedad	Trat.	TSS (° Brix)	pH	Ac. Total (g L-1)	Ac. Málico (g L-1)	Ac. Tartárico (g L-1)	Potasio (mg L-1)
Garnacha	T03	25,0	3,74	5,44	1,26	6,34	2249,8
	T07	25,6	3,70	5,68	1,44	6,58	1975,8
	T15	25,0	3,70	5,53	1,20	6,61	2509,8
Tempranillo	T03	21,9	3,24	10,69	7,80	4,97	2155,0
	T07	22,9	3,31	10,38	7,30	4,98	2140,0
	T15	23,0	3,32	9,73	7,17	5,00	2235,0
Syrah	T03	20,5	3,45	6,40	3,14	5,50	1727,0
	T07	22,7	3,44	5,85	2,43	5,38	1586,3
Mencía	T01	21,8	3,44	3,87	1,00	3,16	1365,2
	T03	22,1	3,37	4,38	1,08	3,57	1486,5
	T07	22,0	3,44	4,33	1,31	2,63	1377,2

Para Syrah, con mayor frecuencia de riego, el ácido málico ha sido mayor que con menor frecuencia de riego, en ambas campañas a estudio. De manera similar, para el ácido tartárico en Mencía se obtiene el mismo efecto (T03 > T07) para 2021, si bien en 2022 los datos fueron

contrarios (Tablas 2 y 3). Estos parámetros del mosto afectan al perfil del vino, por lo que, si las diferencias se mantienen en años sucesivos, se convertirá en un parámetro clave en la gestión del riego. Estudios previos realizados por [7] con Syrah obtuvieron tendencias irregulares para SST, pH y acidez total.

Table 3. Comparación de medias de parámetros tecnológicos del mosto entre tratamientos para todas las variedades. Año 2022

Variedad	Trat.	TSS (° Brix)	pH	Ac. Total (g L-1)	Ac. Málico (g L-1)	Ac. Tartárico (g L-1)	Potasio (mg L-1)
Garnacha	T03	23,3	3,93	3,97	0,87	6,42	1893,7
	T07	21,8	4,00	4,19	0,90	6,49	2016,5
	T15	22,2	3,88	4,23	0,82	6,34	1809,1
Tempranillo	T03	24,7	3,81	4,32	2,07	5,05	2076,7
	T07	24,5	3,79	4,52	2,20	5,04	2040,0
	T15	24,3	3,79	4,65	2,31	5,23	2096,7
Syrah	T03	24,5	3,55	5,03	1,91	5,49	1404,0
	T07	25,1	3,60	4,71	1,48	6,06	1458,3
Mencía	T01	24,3	3,55	3,80	0,64	2,43	1727,4
	T03	23,2	3,53	4,29	0,99	1,98	1818,0
	T07	22,8	3,59	3,71	1,15	2,45	1703,4

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran un comportamiento diferente según la ubicación del viñedo, es decir, con diferente textura del suelo, en el que se realiza cada experimento. Los viñedos en suelos arenosos han mostrado una ligera tendencia a mayores producciones con mayor frecuencia de riego (T03). Por el contrario, en diferente tipo de suelo, Garnacha ha mostrado mayor producción con menor frecuencia de riego (T07), debido principalmente al aumento del peso del racimo (excepto Mencía). En relación a la calidad del mosto, los parámetros básicos muestran un aumento de SST con menor frecuencia de riego para Garnacha, Tempranillo y Syrah. Para Mencía se observa una caída significativa del ácido málico con baja frecuencia de riego (T07). Se necesitan más años de estudio para obtener conclusiones sólidas sobre el efecto de la frecuencia de riego, a pesar de que el tipo de suelo (textura) se considera un parámetro clave en el comportamiento observado durante el primer año de estudio.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida del Proyecto PID2019-105039RR-C41-C42-C43-C44, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación/Agencia Estatal de Investigación/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa.

Referencias

1. Romero, P., Navarro, J.M., and Ordaz, P.B. Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. *Agric. Water Manag.* 259, 2022; 107216.
2. Baeza, P., Lissarrague, J.R., and Sánchez de Miguel, P. Editors. *Fundamentos, aplicación y consecuencias del Riego en la Vid*, Editorial Agrícola Española S.A., 2007.
3. Vilanova, M., Rodríguez Nogales, J., Vila-Crespo, J., and Yuste, J. Influence of water regime on yield components, must composition and wine volatile compounds of *Vitis vinifera* cv. Verdejo. *Aust. J. Grape Wine Res.* 25, 2019; 83–91.
4. Mancha, L.A., Uriarte, D., Valdés, E., Moreno, D., and Prieto, M.D.H. Effects of regulated deficit irrigation and early cluster thinning on production and quality parameters in a vineyard cv. Tempranillo under semi-arid conditions in Southwestern Spain. *Agronomy*, 11(1), 34, 2020.
5. Montoro, A., Valdés, E., Vilanova, M., Moreno, D., Serrano, K., Salinas, R., Mañas, F., Sánchez-Felipe, L., and López-Urrea, R. Different behaviour of two grapevine cultivars under similar irrigation management. *Acta Hort.* 1150, 2017; 477-484.
6. Fandiño, M., Vilanova, M., Rodríguez-Febrero, M., Teijeiro, M.T., Rey, B.J., and Cancela, J.J. Effect of Deficit Irrigation on Yield Components and Chemical Composition of Albariño Grapes Grown in Galicia, NW Spain. *Agriculture*, 12(10), 2022; 1522.
7. Sebastián, B., Baeza, P., Santesteban, L.G., Sánchez de Miguel, P., De La Fuente, M., and Lissarrague, J.R. Response of grapevine cv. Syrah to irrigation frequency and water distribution pattern in a clay soil. *Agric. Water Manag.* 148, 2015; 269279.
8. Freeman, B.M., Blackwell, J., and Garzoli, K.V. Irrigation frequency and total water application with trickle and furrow systems. *Agric. Water Manag.* 1, 1976; 2131.
9. Myburgh, P. A. Comparing irrigation systems and strategies for table grapes in the weathered granite-gneiss soils of the Lower Orange River region. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 33(2), 2012; 184-197.
10. Montoro, A., Yuste, J., Cancela, J.J., Torija, I., Martínez-Porro, D., Rodríguez-Febrero, M., Fandiño, M., Mancha, L.A., and Uriarte, D. Evaluación del estado hídrico de cuatro variedades tintas de vid, según la frecuencia de riego deficitario. *Irrivitis. Acta de Horticultura* 91, 2022; 157-161.
11. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. *Crop Evapotranspiration. Guide- lines for Computing Crop Water Requirements.* FAO Irrig. Drain. Pap. 56, 1998; pp. 300.
12. Montoro, A., Yuste, J., Picazo, H., Moreno, D., Rodríguez-Febrero, M., Martínez-Porro, D., Fandiño, M., Uriarte, D., Cancela, J.J. Riego en prebrotación en el cultivo de la vid en variedades tintas, en 4 regiones de España. XXXIX Congreso Nacional de Riegos, Úbeda. Comunicación B12.
13. OIV. *Compendium of international methods of wine and must analysis.* Paris, France: International Organisation of Vine and Wine, 2020.
14. Selles van Sch, G., Ferreyra, R.E., Contreras, G.W., Ahumada, R.B., Valenzuela, J. and Bravo, R.V. Effect of three irrigation frequencies applied by drip irrigation over table grapes (*Vitis vinifera* cv. Thompson seedless) located in the Aconcagua valley. Chile. *Acta Hort.* 646, 2004; 175-181.
15. Goldberg, S.D., Rinot, M., and Karu, N. Effect of trickle irrigation intervals on distribution and utilization of soil moisture in a vineyard. *Soil Science Society of America Journal*, 35(1), 1971; 127-130.