

Frecuencia de riego en variedades tintas: Repercusión en la producción y la composición de la uva, durante un periodo bienal, en 4 regiones de España

Irrigation frequency in red varieties: Impact on grape production and composition, during a biennial period, in 4 regions of Spain

Jesús Yuste¹, A. Montoro², J.J. Cancela³, D. Martínez-Porro¹, L.A. Mancha⁴, D. Moreno⁴, I. Torija², M. Rodríguez-Febrero³, M. Vilanova⁵ y D. Uriarte⁴

¹Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, 47071 Valladolid, España

²Instituto Técnico Agronómico Provincial, 02007 Albacete, España

³Universidade de Santiago de Compostela - EPSE, 27002 Lugo, España

⁴Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, 06187 Badajoz, España

⁵Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino, 26007 Logroño, España

Resumen. La restricción hídrica es un aspecto limitante del cultivo del viñedo en muchas regiones, por lo que el riego constituye uno de los principales factores determinantes de su desarrollo en muchas zonas, que ha sido estudiado en diferentes ámbitos, pero la frecuencia de aplicación del riego, que afecta a su distribución en el suelo y puede influir en el comportamiento del viñedo, no ha sido suficientemente evaluada, por lo que su estudio resulta de gran interés en diversas condiciones de cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de cuatro frecuencias de riego deficitario del 30% ET₀: 7 riegos por semana (T01), 2 riegos por semana (T03), 1 riego por semana (T07) y 1 riego cada dos semanas (T15), en la producción de uva y la composición de la baya. El experimento se desarrolló durante los años 2021 y 2022, en viñedos de Garnacha Tinta (en Badajoz: T03, T07, T15), Tempranillo (en Valladolid: T03, T07, T15), Syrah (en Albacete: T03 y T07) y Mencía (en Lugo: T01, T03, T07). Tanto la producción como la composición de la uva fueron determinadas en vendimia.

Las diferentes frecuencias de riego han repercutido en el rendimiento y la calidad de la uva de forma variable según la variedad, la localización y el año. La producción de uva y la madera de poda se vieron ligeramente favorecidos por la frecuencia T07 con respecto a T03 en Garnacha y, sólo en la producción, en Tempranillo, mientras que ocurrió lo contrario en Syrah y Mencía. La concentración de azúcares se vio ligeramente favorecida por la frecuencia T07 en Syrah y, parcialmente, en Tempranillo. El pH del mosto no ofreció una respuesta apreciable derivada de la frecuencia de riego. La acidez total mostró valores ligeramente superiores de T07 en Garnacha y Tempranillo, pero algo más altos de T03 en Syrah y Mencía. El ácido tartárico apenas presentó una ligera tendencia favorable a T07 en Garnacha, mientras que el ácido málico mostró una tendencia ligeramente favorable a T07 en Garnacha y Mencía, pero beneficiosa para T03 en Syrah. El contenido de potasio y de polifenoles totales ofreció una clara variabilidad entre frecuencias de riego en general, aunque el primero mostró un ligero aumento del T03 con respecto al T07 en Mencía y el segundo un ligero aumento del T07 frente al T03 en Syrah. En definitiva, los efectos productivos y cualitativos derivados de la frecuencia de riego aplicada han tenido un alcance reducido, que, sin embargo, puede variar moderadamente en función de la variedad y del año.

Abstract. Water restriction is a limiting aspect of vineyard cultivation in many regions, so irrigation is one of the main determining factors of its development in many areas and has been studied in different aspects, but the frequency of application of irrigation, which affects its distribution in the soil and can influence the vine behavior, has not been sufficiently evaluated, so its study is of great interest in various growing conditions. The objective of this work was to evaluate the effects of four deficit irrigation frequencies of 30% ET₀: 7 irrigations per week (T01), 2 irrigations per week (T03), 1 irrigation per week (T07) and 1 irrigation every two weeks (T15), on grape production and berry composition. The experiment was carried out during 2021 and 2022, in vineyards of Garnacha Tinta (in Badajoz: T03, T07, T15), Tempranillo (in Valladolid: T03, T07, T15), Syrah (in Albacete: T03 and T07) and Mencía (in Lugo: T01, T03, T07). Both the yield and the grape composition were determined on the harvest date.

The different irrigation frequencies affected the yield and the grape quality in a variable way according to the variety, the location and the year. Yield and pruning wood were slightly favored by the T07 frequency with respect to T03 in Garnacha and, only in production, in Tempranillo, while the opposite occurred in Syrah and Mencía. The sugar concentration was slightly favored by the T07 frequency in Syrah and, partially, in Tempranillo. The pH of the must did not offer an appreciable response derived from the frequency of irrigation. The total acidity showed slightly higher values of T07 in Garnacha and Tempranillo, but somewhat higher values of T03 in Syrah and Mencía. Tartaric acid barely showed a slight favorable trend for T07 in Garnacha, while malic acid showed a slightly favorable trend for T07 in Garnacha and Mencía, but beneficial for T03 in Syrah. The K content and the total polyphenols offered a clear variability between irrigation frequencies, although the first showed a slight increase in T03 compared to T07 in Mencía and the second showed a slight increase in T07 compared to T03 in Syrah. In short, the productive and qualitative effects derived from the irrigation frequency have shown a limited extend, which, however, can vary moderately depending on variety and year.

1 Introducción

La restricción hídrica es un aspecto limitante del cultivo del viñedo en muchas regiones, por lo que el riego constituye uno de los principales factores determinantes de su desarrollo en muchas zonas productoras de uva. Los efectos de su aplicación han sido estudiados en diferentes ámbitos, pero la frecuencia de aplicación de una determinada dosis de agua de riego, que afecta a la distribución del agua en el suelo y puede influir en el comportamiento hídrico del viñedo [1], no ha sido suficientemente evaluada, por lo que su estudio resulta de gran interés en diversas condiciones de cultivo.

Entre los diversos autores que han realizado experimentos de frecuencia de riego, algunos han encontrado respuestas positivas en la utilización de alta frecuencia de riego [2], mientras que otros, en cambio, no han observado las mismas consecuencias [3], de tal manera que no se encuentra una postura extendida que defina un criterio común en cuanto a la elección de la frecuencia de riego en el viñedo, ya que el resultado depende de diversos factores que afectan al cultivo [4]. Así, el comportamiento del viñedo ante la variación de la frecuencia de riego puede depender de múltiples factores, entre los que se encuentran la variedad vinífera [4] y el efecto que ejerce el medio edafoclimático sobre el desarrollo del cultivo [5].

Por otro lado, las consecuencias productivas y vegetativas no tienen por qué estar en concordancia con la calidad de uva perseguida, ya que el metabolismo de la planta y los racimos depende de la competencia que se establezca con los órganos de reserva y el crecimiento vegetativo, así como de la influencia de diversos factores, entre los que se incluyen clima, suelo, material vegetal y manejo del viñedo [6], por lo que este tema debe ser abordado con el apoyo de la experimentación en cada localización vitícola.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, este trabajo persigue la evaluación de la respuesta de la vid, en cuanto a producción y composición de la uva, a la variación de la frecuencia de riego deficitario, en viñedos, localizados en cuatro regiones de España, de las variedades Garnacha Tinta (Badajoz), Tempranillo (Valladolid), Syrah (Albacete) y Mencía (Lugo).

2 Material y Métodos

El trabajo se llevó a cabo durante las campañas 2021 y 2022, para evaluar los efectos, en la producción y la composición de la uva, de cuatro frecuencias de riego deficitario del 30% ET₀: 1 riego diario (T01), 2 riegos por semana (T03), 1 riego por semana (T07) y 1 riego cada dos semanas (T15).

El desarrollo experimental se realizó en viñedos de cuatro regiones de España, en cada uno de los cuales se trabajó con tratamientos experimentales comunes (T03 y T07) y alguna variante individual (T01 y T15) y con una variedad vinífera tinta en cada caso: Garnacha Tinta (en Badajoz: T03, T07, T15), Tempranillo (en Valladolid: T03, T07, T15), Syrah (en Albacete: T03 y T07) y Mencía (en Lugo: T01, T03, T07).

El diseño experimental se planteó en bloques al azar, con 4 repeticiones por tratamiento y una parcela elemental de entre 10 y 24 cepas de control, según el ensayo, con líneas contiguas a cada lado destinadas al efecto borde. En la (Tabla 1) se muestran las características principales de cada parcela experimental.

El riego deficitario (30% ET₀) fue aplicado desde el estado de tamaño guisante hasta la vendimia, mediante goteo aéreo. El clima es de tipo semiárido mediterráneo en tres de las cuatro localidades y oceánico templado en Lugo. En la (Tabla 2) aparecen reflejados los datos termo-pluviométricos y de riego del periodo 2021-2022 en los ensayos de las cuatro variedades.

Tabla 1. Características de las parcelas experimentales de los ensayos de las 4 variedades tintas.

	Garnacha Tinta	Tempranillo	Syrah	Mencía
Textura	Arc./Franco-arcillosa	Franco-arenosa	Franco-arenosa	Franco-arenosa
Capacidad retención de agua (mm/m)	132	130	100	152
Tipo de poda	Cordón Royat Bilateral	Cordón Royat Bilateral	Cordón Royat Bilateral	Guyot simple
Marco de plantación (m)	3 × 1,40	3 × 1,20	3 × 1,25	3 × 1,20
Plantas por hectárea	2.381	2.778	2.666	2.778

Tabla 2. Precipitación, riego y temperatura en los ensayos de las 4 variedades tintas.

	Garnacha T.		Tempranillo		Syrah		Mencía	
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022
Lluvia en campaña, desde 1-nov (mm)	341	192	298	284	365	335	768	340
Lluvia brotación-vendimia (mm)	111	59	122	62	178	106	193	55
ET ₀ brotación-vendimia (mm)	913	967	746	740	784	861	621	642
Riego brotación-vendimia (mm)	142	182	126	135	112	171	36	66
Agua total recibida en el ciclo (mm)	253	241	248	197	290	277	229	121
Temperatura media campaña (°C)	15,7	16,4	12,4	12,7	14,6	14,7	13,9	14,6
Temperatura media del ciclo (°C)	22,9	22,4	18,3	21,1	21,5	22,3	18,1	19,7
Temperatura media máxima ciclo (°C)	31,5	30,4	26,5	29,8	30,2	31,8	25,8	27,7
Temperatura media mínima ciclo (°C)	14,2	13,9	9,9	11,9	13,1	11,7	11,4	12,6

Se midieron, en vendimia, los parámetros siguientes: peso de uva, número de racimos y peso de baya; peso de madera de poda (en invierno); sólidos solubles totales, pH, acidez total, ácido tartárico, ácido málico, potasio y polifenoles totales de la uva. El análisis estadístico de los resultados de cada campaña se ha realizado mediante análisis simple de varianza.

3 Resultados

3.1 Producción y componentes del rendimiento

La producción de uva (Tablas 3-6) sólo se vio significativamente reducida en Syrah por el tratamiento T07, con respecto al T03, el segundo año. Dicha reducción, del 34%, fue debida a la disminución significativa del número de racimos en T07, a pesar del ligero aumento del peso del racimo, con menos bayas de mayor peso. En Garnacha, la respuesta de los tratamientos fue muy variable con el año, aunque T07 estuvo ligeramente por encima de los otros tratamientos, en correlación tanto con el número de racimos como con el peso del racimo, mayormente correlacionado con un valor más alto de peso de baya. La mayor reducción de rendimiento observada en Garnacha fue de un 13%, el primer año, en el tratamiento T15 con respecto al T07.

En Tempranillo no hubo diferencias apreciables de producción entre tratamientos, ni en el primer año, en que el ensayo fue afectado por un pedrisco muy severo en primavera, ni en el segundo año, en el que T15 mostró valores de los diversos componentes del rendimiento ligeramente inferiores a T03 y T07, siendo la reducción de producción de aproximadamente un 7% en T15 con respecto a T07. En Mencía tampoco hubo diferencias de producción significativas entre tratamientos, aunque T03 mostró valores ligeramente superiores a T07 y T01, debido al número de racimos más alto en el T03, lo que se tradujo en el segundo año en una reducción de rendimiento del 28% en el tratamiento T01 con respecto al T03.

El nivel productivo fue muy diferente en las distintas variedades, destacando Garnacha y Syrah con rendimiento superior a 20 t/ha, excepto en T03 y en T07, ambos el segundo año, respectivamente. Por el contrario, Tempranillo se situó ligeramente por encima de las 8 t/ha, exceptuando el primer año, en que el pedrisco arrasó la cosecha en primavera, mientras que Mencía presentó un rendimiento entre casi 6 t/ha y algo más de 9 t/ha.

3.2 Desarrollo vegetativo

El desarrollo vegetativo, estimado a través del peso de madera de poda (Tablas 3-6), sólo se vio significativamente modificado en Syrah, el segundo año, en detrimento del T07 con respecto al T03, con una reducción del 34%, intensificando la tendencia observada el primer año. En Garnacha, la respuesta de los tratamientos mostró valores más altos en T07 que en T03 y en este más altos que en T15. En Tempranillo y en Mencía la tendencia del peso de madera de poda fue a

una ligera disminución al reducir la frecuencia de riego desde T03 hasta T15 y desde T01 hasta T07 respectivamente, alcanzándose en Mencía una reducción del 25% en T07 con respecto a T01 el primer año.

El índice de Ravaz no mostró diferencias estadísticamente significativas en ningún caso. No obstante, se observó en general que la tendencia entre tratamientos fue inversa a la del peso de madera de poda de cada tratamiento en las distintas variedades, con alguna excepción de poca relevancia.

3.3 Composición de la uva

La concentración de sólidos solubles totales (Tablas 3-6) sólo se vio significativamente reducida en Tempranillo el primer año, en el tratamiento T03 con respecto a T07 y T15, con una cuantía de 1,1 °Brix, pero no el segundo año. En Garnacha apenas se observó una máxima diferencia de 0,7 °Brix entre T07 y los otros dos tratamientos en el primer año, pero sin tendencia definida. En Syrah, la tendencia fue favorable a T07, alcanzando una máxima diferencia de 2,2 °Brix, a su favor con respecto al T03, el primer año, aunque no resultó estadísticamente significativa. En Mencía no se observó una tendencia clara entre tratamientos, pero se alcanzó una diferencia máxima de 1,5 °Brix entre T01 y T07, el segundo año, que tampoco resultó estadísticamente significativa.

El pH del mosto no sufrió ninguna modificación significativa por la frecuencia de riego en ninguna variedad. La mayor diferencia numérica observada fue de 0,12 unidades en Garnacha, el segundo año, entre T07, con pH más alto, y T15, con el más bajo. En Tempranillo y Mencía, la mayor diferencia entre tratamientos fue de 0,08 y 0,07 unidades respectivamente, ambas en el primer año. En Syrah, la mayor diferencia fue de 0,05 unidades, a favor de T07, en el segundo año. Es decir, las diferencias numéricas pH fueron de muy escasa cuantía.

La acidez titulable sólo se vio significativamente aumentada en Tempranillo el segundo año, a favor del tratamiento T15, con una diferencia de 0,33 unidades con respecto al T03, pero no el primer año. En Garnacha, la mayor diferencia fue de 0,31 unidades, el segundo año, entre T15, más alto, y T03, más bajo. En Syrah, la mayor diferencia fue de 0,55 unidades, en el primer año, a favor del tratamiento T03 frente al T07, manteniendo la tendencia el segundo año. En Mencía, la mayor diferencia fue de 0,58 unidades, a favor de T03, frente a T07, en el segundo año. En ninguna de estas tres variedades dichas diferencias resultaron estadísticamente significativas.

El ácido tartárico sólo se vio significativamente aumentado en Mencía, el primer año, a favor del tratamiento T03 con respecto al T07, con una diferencia de 0,94 unidades, pero sin mantener la tendencia el segundo año. En Garnacha, la mayor diferencia numérica observada fue de 0,27 unidades, el primer año, entre T15, más alto, y T03, más bajo. En Tempranillo, la mayor diferencia fue de 0,19 unidades, a favor de T15, en el segundo año. En Syrah, la mayor diferencia fue de 0,57 unidades, en el segundo año, a favor de T07 frente a T03.

En ninguna de estas tres variedades dichas diferencias resultaron estadísticamente significativas.

El ácido málico no sufrió ninguna modificación significativa por la frecuencia de riego en ninguna variedad. En Garnacha, la mayor diferencia numérica fue de 0,22 unidades, en el primer año, entre el tratamiento T07, más alto, y el T15, más bajo. En Tempranillo, la mayor diferencia fue de 0,63 unidades, en el primer año, entre T03, más alto, y T15, más bajo, pero sin tendencia definida. En Syrah, la mayor diferencia fue de 0,71 unidades, a favor de T03, en el primer año. En Mencía, la mayor diferencia fue de 0,51 unidades, a favor de T07, con respecto a T01, en el segundo año.

La concentración de potasio no sufrió ninguna modificación significativa causada por la frecuencia de riego en ninguna variedad, aunque en Garnacha se observó una diferencia de 534 unidades, el primer año, entre el tratamiento T15, el más alto, y el T07, el más bajo, pero sin tendencia definida. Asimismo, en el primer

año, se observaron las siguientes máximas diferencias: en Tempranillo, 80 unidades, entre T15, más alto, y T07, más bajo; en Syrah, 141 unidades, a favor de T03, sin tendencia definida; en Mencía, 122 unidades, a favor de T03, con respecto a T01.

El contenido de polifenoles totales no sufrió ninguna modificación significativa debida a la frecuencia de riego en ninguna variedad, habiéndose observado las siguientes máximas diferencias numéricas: en Garnacha, 380 unidades, el segundo año, entre el tratamiento T15, más alto, y T07, más bajo, sin mantener la tendencia; en Tempranillo, 183 unidades, el segundo año, entre T15, más alto, y T03, más bajo; en Syrah, 342 unidades, el primer año, a favor de T07, manteniendo la tendencia; en Mencía, 437 unidades, el primer año, a favor de T01, con respecto a T03, sin mantener la tendencia.

Tabla 3. Parámetros productivos y de composición de uva de **Garnacha Tinta** (CICYTEX), en 2021 y 2022. Rendimiento (t/ha), Número de racimos, Peso de racimo (g), Peso de baya (g), Número de bayas por racimo; Peso de madera de poda (t/ha), Índice de Ravaz; Sólidos solubles totales (S.S.T., °Brix), pH, Acidez titulable (g ácido tartárico/L), Ácido tartárico (g/L), Ácido málico (g/L), Potasio (K, mg/L) y Polifenoles totales (mg gálico/kg). Nivel de significación estadística: letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05) entre tratamientos por año en cada variedad.

CICYTEX	Rdto.	Nº racimos	Peso racimo	Peso baya	Nº bayas	Madera poda	Índice Ravaz	S.S.T.	pH	Ac. total	Ac. tart.	Ac. málico	K	PPT	
2021	T03	23,0	26,5	360	1,78	199	2,97	7,88	25,0	3,74	5,44	6,34	1,26	2250	3281
	T07	25,3	29,0	368	1,83	201	3,46	7,55	25,7	3,69	5,67	6,58	1,44	1976	3399
	T15	21,9	27,0	337	1,70	198	2,84	7,90	25,0	3,70	5,53	6,61	1,20	2510	3364
2022	T03	18,4	31,3	251	1,29	194	2,40	7,86	22,3	3,93	3,97	6,42	0,87	1894	2889
	T07	21,1	32,8	269	1,50	179	2,78	7,67	21,8	4,00	4,19	6,49	0,90	2016	2682
	T15	21,0	34,1	258	1,42	184	2,16	10,22	22,2	3,88	4,28	6,34	0,82	1809	3062

Tabla 4. Idem tabla anterior, correspondiente a **Tempranillo** (ITACYL).

ITACYL	Rdto.	Nº racimos	Peso racimo	Peso baya	Nº bayas	Madera poda	Índice Ravaz	S.S.T.	pH	Ac. total	Ac. tart.	Ac. málico	K	PPT	
2021	T03	1,93	7,7	89,7	1,36	63,8	2,72	0,71	21,9 b	3,24	10,69	4,97	7,80	2155	-
	T07	1,87	7,7	87,9	1,41	62,3	2,62	0,71	22,9 a	3,31	10,38	4,98	7,30	2140	-
	T15	1,90	7,7	88,1	1,43	61,6	2,57	0,73	23,0 a	3,32	9,73	5,00	7,17	2235	-
2022	T03	8,81	16,5	192	1,59	121	2,51	3,51	24,7	3,81	4,32 c	5,05	2,07	2077	4190
	T07	8,87	16,0	200	1,63	123	2,50	3,55	24,5	3,79	4,52 b	5,04	2,20	2040	4223
	T15	8,28	16,5	181	1,53	116	2,49	3,32	24,3	3,79	4,65 a	5,23	2,31	2097	4373

Tabla 5. Idem tabla anterior, correspondiente a **Syrah** (ITAP).

ITAP	Rdto.	Nº racimos	Peso racimo	Peso baya	Nº bayas	Madera poda	Índice Ravaz	S.S.T.	pH	Ac. total	Ac. tart.	Ac. málico	K	PPT	
2021	T03	26,0	55,0	185	1,48	125	1,97	13,17	20,5	3,45	6,40	5,50	3,14	1727	4455
	T07	24,6	51,7	177	1,82	98	1,53	16,13	22,7	3,44	5,85	5,38	2,43	1586	4797
2022	T03	20,1 a	39,7 a	191	1,07	178	2,06 a	9,76	24,5	3,55	5,03	5,49	1,91	1404	4450
	T07	13,2 b	28,7 b	173	1,20	154	1,35 b	9,78	25,1	3,60	4,71	6,06	1,48	1458	4645

Tabla 6. Idem tabla anterior, correspondiente a **Mencía** (USC).

USC	Rdto.	Nº racimos	Peso racimo	Peso baya	Nº bayas	Madera poda	Índice Ravaz	S.S.T.	pH	Ac. total	Ac. tart.	Ac. málico	K	PPT	
2021	T03	9,36	17,1	199	-	-	1,00	10,20	22,1	3,37	4,38	3,57 a	1,08	1487	3650
	T07	8,56	12,8	239	-	-	0,92	9,73	22,0	3,44	4,33	2,63 b	1,31	1377	3838
	T01	8,91	14,7	218	-	-	1,23	7,42	21,8	3,44	3,87	3,16ab	1,00	1365	4087
2022	T03	7,88	12,5	225	2,20	102	1,36	6,00	23,2	3,53	4,29	1,98	0,99	1818	3733
	T07	6,64	10,3	230	2,14	109	1,28	5,05	22,8	3,59	3,71	2,45	1,15	1703	3743
	T01	5,64	10,1	205	2,05	100	1,59	3,58	24,3	3,55	3,80	2,43	0,64	1727	3642

4 Discusión y Conclusiones

La producción de uva no se vio afectada significativamente por la variación de la frecuencia de riego, en general, en las cuatro variedades. No obstante, se observaron algunas tendencias entre tratamientos en función de la variedad. Así, tanto en Garnacha como en Tempranillo, el tratamiento T07 estuvo en el nivel productivo más alto, mientras que tanto en Syrah como en Mencía se observó lo contrario, una reducción del T07 con respecto al T03, que el segundo año alcanzó un 34% en Syrah y un 16% en Mencía. El componente del rendimiento que más frecuentemente mostró correlación con la variación de la producción fue el número de racimos, aunque la modificación del peso del racimo también contribuyó en algunos casos.

El desarrollo vegetativo tampoco mostró diferencias sustanciales derivadas de la frecuencia de riego, aunque se observaron ciertas tendencias entre tratamientos en función de la variedad. Así, en Garnacha el tratamiento T07 presentó valores de madera de poda ligeramente superiores que el T03, pero en Tempranillo apenas hubo una ligera diferencia favorable al T03. En cambio, tanto en Syrah como en Mencía, la tendencia del peso de madera de poda fue al aumento al incrementarse la frecuencia, resultando valores mayores en T03 que en T07.

La composición de la uva no se vio muy afectada por la frecuencia de riego en general, pero se observaron tendencias que fueron variables según el parámetro y la variedad, como se describe a continuación. La concentración de azúcares presentó valores ligeramente más altos del tratamiento T07 que del T03 en Syrah y, parcialmente, en Tempranillo, sin tendencia definida en Garnacha, y con tendencia favorable a T03 en Mencía. El pH del mosto no ofreció una respuesta definida, con escasa variación de valores entre los diversos tratamientos. La acidez total mostró valores ligeramente más altos del tratamiento T07 que del T03 en Garnacha y, parcialmente, en Tempranillo, mientras que en Syrah y Mencía ocurrió lo contrario. El ácido tartárico presentó valores ligeramente más altos del tratamiento T07 que del T03 en Garnacha, mientras que en Tempranillo no hubo diferencias entre dichos tratamientos y en Syrah y Mencía la tendencia cambió entre ellos cada año. El ácido málico mostró valores ligeramente más altos del tratamiento T07 que del T03 en Garnacha y Mencía, mientras que en

Tempranillo ocurrió esto sólo el segundo año y en Syrah la tendencia fue la contraria. La concentración de potasio presentó clara variación de valores entre tratamientos, de un año a otro, en Garnacha, Tempranillo y Syrah, mostrando la variedad Mencía cierta tendencia al ligero aumento con la frecuencia de T03 con respecto a T07. El contenido de polifenoles mostró también una clara variación de valores entre tratamientos, de un año a otro, excepto en Syrah, en la que T07 obtuvo valores ligeramente superiores a T03 en ambos años.

En definitiva, los efectos productivos y cualitativos derivados de las frecuencias de riego aplicadas parecen tener un alcance reducido, que, sin embargo, puede variar moderadamente en función de la variedad y, en algunos casos, del año, lo cual sugiere una mayor profundización del estudio en cada zona de cultivo para intentar alcanzar resultados más fiables para cada situación del viñedo.

La elaboración de este trabajo ha sido posible a partir del proyecto PID2019-105039RR-C4 y de la colaboración del personal de las distintas instituciones involucradas en los 4 subproyectos del proyecto coordinado.

Referencias

1. F. Wang, Y. Kang, S. Liu. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain. *Agric. Water Manag.* **79**, 248-264 (2006)
2. B.M. Freeman, J. Blackwell, K.V. Garzoli. Irrigation frequency and total water application with trickle and furrow systems. *Agric. Water Manag.* **1**, 21-31 (1976)
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. Keller. *The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology*. Ed. Elsevier. 509 p. (2015)
5. N. Ohana-Levic, D. Ferman Mintz, N. Hagag, Y. Stern, S. Munitz, Y. Friedman-Levi, N. Shacham, J.M. Grünzweig, Y. Netzer. Grapevine responses to site-specific spatiotemporal factors in a Mediterranean climate. *Agric. Water Manag.* **259**, 107226 (2022)
6. J.M. Wisdom, J.A. Considine. Whole-vine resources modify within-vine relationships between growth parameters and metabolites in *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *Oeno One* **56**(3), 205-217 (2022)