

B-12-2023

Comunicación científico-técnica

Riego en prebrotación en el cultivo de la vid en variedades tintas, en 4 regiones de España

Irrigation in pre-sprout in grapevine cultivation of red varieties, in 4 regions of Spain

Montoro, A.¹; Yuste, J.²; Picazo, H.¹; Moreno, D.³; , Rodríguez-Febrero, M.⁴; Martínez-Porro, D.²; Fandiño, M.⁴; Uriarte, D.³; Cancela, J.J.⁴

¹ Instituto Técnico Agronómico Provincial, meli.itap@dipualba.es

² Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, Valladolid.

³ Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Ctra. A-V, Km372, 06187 Guadajira, Badajoz.

⁴ PROePLA. Depto. Ingeniería Agroforestal. EPSE. Universidad de Santiago de Compostela. Lugo.

Resumen:

El trabajo analiza el efecto del riego aplicado en prebrotación en el cultivo de la vid en cuatro variedades tintas (Garnacha Tinta, Tempranillo, Mencía y Syrah), cultivadas en Extremadura, Castilla y León, Galicia y Castilla-La Mancha, respectivamente, durante 2021 y 2022. Para ello se realizó en cada una de las localizaciones un ensayo de campo, en el que en las tres primeras, los tratamientos de riego fueron: a) recarga del perfil del suelo con agua de riego en prebrotación y aplicación de un 30 % de la ET_0 a partir de baya tamaño guisante; b) igual que el anterior excepto que no se realizó el riego en prebrotación y c) únicamente se recargó el suelo en prebrotación y se mantuvo sin riego todo el ciclo del cultivo. En la variedad Syrah sólo se aplicaron los tratamientos a y b. Tras la vendimia, se analizó la madurez tecnológica y fenólica, así como los componentes del rendimiento. Los resultados arrojan diferencias significativas entre años, presentando por regla general y en todas las variedades, mejores resultados en 2021 que en 2022, ya que se obtuvo uva cuyo mosto mostró pH más bajo y de mayor acidez. En cuanto a las diferencias productivas encontradas entre tratamientos, Garnacha Tinta y Tempranillo marcaron las diferencias entre los tratamientos regados a partir del estado tamaño guisante y el no regado. En esta línea, Syrah no mostró diferencias entre tratamientos, ambos regados a partir de tamaño guisante. Llama la atención el caso de la variedad Mencía, que no mostro diferencias entre los tres tratamientos, aunque en 2022, la producción del tratamiento c) fue menor. Por todo ello, se puede concluir que las diferencias no se vieron marcadas por el riego en prebrotación, sí en cambio, por el riego durante el ciclo de cultivo, en Garnacha Tinta, Tempranillo y Syrah. Mencía mostró un patrón diferente según las condiciones del año de



XXXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



estudio, quizá motivado por el mayor contenido en humedad del suelo, al inicio de la brotación, en los tres tratamientos.

Palabras clave: riego recarga, Garnacha Tinta, Tempranillo, Mencía, Syrah

Abstract:

The work analyzes the effect of irrigation applied in pre-sprout in the cultivation of the vine in four red varieties (Garnacha Tinta, Tempranillo, Mencía, and Syrah) cultivated in Extremadura, Castilla y León, Galicia, and Castilla-La Mancha, respectively, during 2021 and 2022. For this, a field test was carried out in each of the locations, in which in the first three, the irrigation treatments were: a) recharge of the soil profile with irrigation water in pre-sprout and application of a 30 % ET_0 from pea size berry; b) the same as the previous one except that irrigation was not carried out in pre-sprouting and c) only the soil was recharged in pre-sprouting and the entire crop cycle was maintained without irrigation. In the Syrah variety, only treatments a and b were applied. After the harvest, the technological and phenolic maturity, as well as the yield components, were analyzed. The results show significant differences between years, presenting, as a general rule and in all varieties, better results in 2021 than in 2022, since grapes were obtained whose must showed a lower pH and higher acidity. Regarding the productive differences found between treatments, Garnacha Tinta and Tempranillo marked the differences between the irrigated treatments from the pea size state and the non-irrigated one. In this line, Syrah did not show differences between treatments, both irrigated from pea size. The case of the Mencía variety is striking, as it did not show differences between the three treatments, although in 2022, the production of treatment c) was lower. For all these reasons, it can be concluded that the differences were not marked by irrigation in pre-sprout, but rather by irrigation during the crop cycle, in Garnacha Tinta, Tempranillo, and Syrah. Mencía showed a different pattern depending on the conditions of the study year, perhaps motivated by the higher soil moisture content, at the beginning of sprouting, in the three treatments.

Keywords: irrigation recharge, Red Garnacha, Tempranillo, Mencía, Syrah

1. Introducción

El riego en el cultivo de la vid (*Vitis vinifera*, L.) durante su ciclo vegetativo (desde brotación hasta vendimia), ha sido ampliamente estudiado, con diferentes resultados dependiendo de la estrategia del riego, el momento de aplicación del agua, las condiciones geográficas, climáticas, varietales y de desarrollo del cultivo [1-8]. En cambio, hay pocos estudios realizados sobre el efecto del agua en parada invernal [9-10].

Según la Agencia Estatal de Meteorología [11], España se encuentra en situación de sequía meteorológica tras el segundo invierno más seco desde 1961, por lo que ante una ausencia de lluvia invernal y de riego, la vid, en periodo de brotación, se encontraría con muy baja disponibilidad hídrica.

Es conocido el efecto del agua sobre el crecimiento radicular. Las raíces crecen en respuesta a la disponibilidad en la entrega de agua, esperándose una limitación en suelos y horizontes de suelo mal drenados [12]. Un simple estrés o la combinación de varios estreses físicos en la planta debido a condiciones del suelo pueden limitar la elongación de las raíces [13]. Asimismo, modificar el momento y la intensidad del estrés hídrico puede alterar el crecimiento de las raíces, viéndose disminuido por un estrés severo y aumentado por un estrés moderado [14]. En este mismo estudio, realizado en Sudáfrica (clima Mediterráneo) mostraron que la formación de nuevas raíces alcanza un máximo en floración y en el período posterior a la cosecha, coincidiendo con los periodos máximos de lluvias en este clima, descritos tradicionalmente. Esto mismo es corroborado por Mullins et al. [15], quienes observaron que al inicio de cada temporada de crecimiento, las raíces que sobreviven el invierno desarrollaban nuevas raíces absorbentes a partir de varios puntos de crecimiento, lo cual producía nuevas raíces absorbentes jóvenes y la expansión radial de las raíces persistentes.

Raíces vigorosas y profundas son el resultado de una continua entrega de agua y nutrientes [16], lo cual permite un óptimo desarrollo del dosel vegetativo, así en un trabajo realizado en Venezuela, cuyo objetivo era estudiar el efecto que diferentes niveles de humedad del suelo producían sobre la velocidad y magnitud de emergencia de los nuevos brotes de la vid, después de la poda, se observó que a mayor grado de humedad en el suelo mayor fue la velocidad de brotación de la vid [17].

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del riego en prebrotación sobre la producción y características de la uva, en cuatro variedades tintas: Garnacha, Tempranillo, Syrah y Mencía, localizados los ensayos en Badajoz, Valladolid, Albacete y Lugo, respectivamente.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en 2021 y 2022 en cuatro explotaciones agrarias de diferentes provincias de España, en las que en cada una de ellas se trabajó con una variedad de uva vinífera tinta: Garnacha Tinta en Badajoz, Tempranillo en Valladolid, Syrah en Albacete y Mencía en Lugo.

El clima es de tipo semiárido mediterráneo en tres de las cuatro localidades y oceánico templado en Lugo. Textura del suelo, profundidad, capacidad de retención de agua, así como las características de las plantaciones, para cada parcela de ensayo, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Demanda evaporativa de la atmósfera, precipitación, riego y agua total recibida en los tratamientos.

	Garnacha tinta	Tempranillo	Syrah	Mencía
Textura	Arcillosa/Franco-arcillosa	Franco-arenosa	Franco-arenosa	Franco-arenosa
Capacidad de 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	3 x 1,40	3 x 1,20	3 x 1,25	3 x 1,20
Plantas por hectárea	2381	2778	2666	2778

Las parcelas experimentales se compusieron de microparcelas elementales, en las que se ensayaron los tratamientos de riego, en cuatro repeticiones, distribuidas en bloques al azar, para las variedades Garnacha Tinta, Tempranillo y Mencía y tres repeticiones para Syrah. Los tratamientos de riego consistieron en a) riego en prebrotación, recargando el perfil del suelo y aplicando un 30 % de la ET_0 a partir de baya tamaño guisante, en un solo riego semanal (T7P), b) igual que el anterior excepto que no se realizó el riego en prebrotación (T07) y c) únicamente se recargó el suelo en prebrotación y se mantuvo sin riego todo el ciclo del cultivo (T0P). En la variedad Syrah sólo se aplicaron los tratamientos a y b. Tras la vendimia, se analizó la madurez tecnológica y fenólica, así como los componentes del rendimiento y se realizó el análisis estadístico de varianza al 95%.

3. Resultados y discusión

La Tabla 2 muestra la demanda evaporativa de la atmósfera y la cantidad de agua recibida, tanto por lluvia como riego, durante el ciclo del cultivo en las cuatro variedades estudiadas, en los dos años de estudio, en la que se puede observar las diferencias climáticas entre las localizaciones donde se han llevado los ensayos de los cuatro cultivares. El agua de riego recibida por cada tratamiento ha estado determinada por dichas condiciones ambientales.

Tabla 2. Demanda evaporativa de la atmósfera, precipitación, riego y agua total recibida en los tratamientos.

	ET0	Lluvia	Riego (mm)			Agua Total (mm)		
	(mm)	(mm)	TOP	T07	T7P	TOP	T07	T7P
2021								
Garnacha								
Inicio - Brotación	407	375	16	0	0	391	375	375
Brotación - Vendimia	913	111	0	151	165	111	262	276
Vendimia - Postvendimia	280	145	51	44	44	196	188	188
Tempranillo								
Inicio - Brotación	342	242	110	0	110	352	242	352
Brotación - Vendimia	746	122	0	126	126	122	248	248
Vendimia - Postvendimia	39	66	0	0	0	66	66	66
Syrah								
Inicio - Brotación	482	187	-	0	26	-	187	213
Brotación - Vendimia	784	178	-	107	107	-	285	285
Vendimia - Postvendimia	222	88	-	21	21	-	109	109
Mencia								
Inicio - Brotación	194	649	4	0	4	653	649	653
Brotación - Vendimia	621	193	0	33	33	193	226	226
Vendimia - Postvendimia	59	74	0	0	0	74	74	74
2022								
Garnacha								
Inicio - Brotación	406	179	93	0	93	271	179	271
Brotación - Vendimia	967	59	0	181	181	59	240	240
Vendimia - Postvendimia	244	45	65	55	55	110	100	100
Tempranillo								
Inicio - Brotación	393	293	132	0	132	425	293	425
Brotación - Vendimia	740	62	0	135	135	62	196	196
Vendimia - Postvendimia	117	71	0	13	13	71	84	84
Syrah								
Inicio - Brotación	451	240	-	0	51	-	240	291
Brotación - Vendimia	861	106	-	171	171	-	276	276
Vendimia - Postvendimia	187	47	-	26	26	-	73	73
Mencia								
Inicio - Brotación	187	390	4	0	4	395	390	395
Brotación - Vendimia	642	55	0	61	61	55	115	115
Vendimia - Postvendimia	66	105	0	0	0	105	105	105

La tabla 3, muestra el resultado del análisis de varianza de los tres tratamientos en los dos años, en los que se puede observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a rendimiento (menor en el tratamiento que únicamente recibió agua de riego en prebrotación), peso de la baya y la relación de ácido tartárico y málico (menor en los tratamientos regados durante el ciclo vegetativo). El resto de parámetros analizados no fueron significativos, por la variabilidad encontrada en cada uno de ellos.

En la tabla 4 se indican los resultados de los mismos parámetros anteriormente citados en la tabla 2, pero analizados por años. En este caso, las diferencias significativas han sido encontradas en el pH, acidez total y antocianos totales, para los dos años del estudio

Tabla 3. Análisis de la varianza entre tratamientos de los componentes del rendimiento, parámetros tecnológicos y fenólicos, de las cuatro variedades en los dos años de estudio.

	T0P	T07	T7P	Significación
Rendimiento (kg/cepa)	2,78 a	5,26 b	5,57 b	**
nº de racimos/cepa	15,51	22,5	23,55	n.s.
Peso del racimo (g)	171,09	220,82	219,46	n.s.
Peso de la baya (g)	1,38 a	2,78 b	1,68 a	**
nº bayas/racimo	98	132	130	n.s.
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)	23,18	23,38	23,55	n.s.
pH	3,62	3,61	3,58	n.s.
Acidez Total (g/l ac. Tart.)	5,13	5,42	5,63	n.s.
Ac. Tartárico (g/l)	5,13	4,89	5,25	n.s.
Tartárico/málico	6,46 b	3,4 a	4,13 a	**
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)	1113	1058	930	n.s.
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)	3864	3841	3450	n.s.

Significación de análisis de varianza estadística: * <0.05 . ** <0.01 , *** <0.001 , n.s.: no significativo

Tabla 4. Análisis de la varianza entre años de los componentes del rendimiento, parámetros tecnológicos y fenólicos, de las cuatro variedades.

	2021	2022	Significación
Rendimiento (kg/cepa)	5,23	4,47	n.s.
nº de racimos/cepa	22	22	n.s.
Peso del racimo (g)	213	202	n.s.
Peso de la baya (g)	1,56	2,13	n.s.
nº bayas/racimo	126	122	n.s.
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)	23	24	n.s.
pH	3,46 a	3,73 b	***
Acidez Total (g/l ac. Tart.)	6,44 b	4,39 a	***
Ac. Tartárico (g/l)	5,06	4,99	n.s.
Tartárico/málico	3,63	4,8	n.s.
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)	890 a	1079 b	**
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)	3797	3686	n.s.

Significación de análisis de varianza estadística: * <0.05 . ** <0.01 , *** <0.001 , n.s.: no significativo

La tabla 5 muestra el mismo análisis, pero por variedad. En general, se han encontrado las mayores diferencias entre el tratamiento que únicamente se riega en prebrotación, con el resto de tratamientos de riego, siendo notables las diferencias en el rendimiento, por lo que el riego en el ciclo vegetativo se presenta como determinante y favorecedor de los componentes del rendimiento. Referente a los años de estudio, la variedad Garnacha mostró mayor producción en 2021, y valores de pH más bajos, acidez total, índice de polifenoles y antocianos mayor para el mismo año, por lo que indica que producción y calidad no son contrapuestas. La variedad Tempranillo, mostró las grandes diferencias en los parámetros de estudio entre años. En cuanto a la variedad Syrah, no se encontraron diferencias entre tratamientos, y cabe destacar que en este caso no se ensayó el tratamiento de no riego durante el ciclo vegetativo, que principalmente es el que en las variedades en las que si se estudió, se diferenciaba del resto de tratamientos. Las diferencias entre años fueron notables, hallándose más producción en 2021 y con mejores características de maduración tecnológica, no en cambio de maduración fenólica. La variedad Mencía no tuvo diferencias entre tratamientos y sólo mostró entre años diferencias en pH, ácido tartárico y antocianos, siguiendo la misma tendencia que en el resto de variedades, aunque esto pudo ser debido a las diferencias de grados Brix a fecha de vendimia, que fueron menores en 2021.

Tabla 5. Análisis de la varianza de los componentes del rendimiento, parámetros tecnológicos y fenólicos, de las cuatro variedades, entre tratamientos y años de estudio.

	TOP	T07	T7P	Significación	2021	2022	Significación
Garnacha							
Rendimiento (kg/cepa)	5,22 a	9,75 b	9,43 b	**	9,44 a	7,11 b	**
nº de racimos/cepa	28,13	30,91	29,64	n.s.	27,55 a	31,23 b	***
Peso del racimo (g)	186,56 a	318,4 b	320,01 b	**	338 a	226 b	***
Peso de la baya (g)	1,38 a	1,67 b	1,73 b	**	1,74 a	1,41 b	**
nº bayas/racimo	131 a	190 b	197 b	**	193 a	158 b	**
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)	23,61	23,7	24,16	n.s.	25 a	25 b	***
pH	3,73	3,84	3,86	n.s.	3,68 a	3,96 b	***
Acidez Total (g/l ac. Tart.)	5,28	4,93	4,79	n.s.	5,61 a	4,24 a	n.s.
Ac. Tartárico (g/l)	6,99 a	6,53 b	6,19 b	**	6,54 a	6,51 a	n.s.
Tartárico/málico	12,62 a	6,06 b	5,8 b	***	7,32 a	8,21 a	n.s.
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)	487	339	314	n.s.	330 a	306 a	n.s.
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)	3790 b	3040 a	2917 a	*	1855 a	1403 a	n.s.
Tempranillo							
Rendimiento (kg/cepa)	0,69	1,93	1,84	n.s.	0,57 a	2,62 b	***
nº de racimos/cepa	8	12	11	n.s.	7,15 a	14,48 b	***
Peso del racimo (g)	76,01 a	144,02 b	145,42 b	*	77,31 a	175,82 b	***
Peso de la baya (g)	1,14 a	1,52 b	1,64 c	***	1,33 a	3,37 b	**
nº bayas/racimo	65,21 ab	92,58 b	85,5 b	**	56,13 a	85,95 b	**
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)	23,05	23,69	23,94	n.s.	22,69 a	24,39 b	***
pH	3,66	3,55	3,5	n.s.	3,25 a	3,77 b	***
Acidez Total (g/l ac. Tart.)	5,94	7,45	7,21	n.s.	9,47 b	4,5 a	***
Ac. Tartárico (g/l)	5,4 a	5,01 b	5,1 b	**	5,01 b	5,26 a	**
Tartárico/málico	1,99	1,49	1,85	n.s.	0,83 a	2,6 b	***
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)	1900	1717	1452	n.s.			n.s.
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)	4370 a	4223 a	3669 b	**			n.s.
Syrah							
Rendimiento (kg/cepa)		7,07	7,73	n.s.	9,23 b	6,4 a	***
nº de racimos/cepa				n.s.	50,67 b	35,11 a	**
Peso del racimo (g)		175,05	190,93	n.s.	187,47	181,73	n.s.
Peso de la baya (g)		1,51	1,45	n.s.	1,63 b	1,19 a	***
nº bayas/racimo		125,83	132,52	n.s.	116,47 a	156,92 b	**
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)		23,87	22,32	n.s.	21,43 a	24,37 b	***
pH		3,52	3,42	n.s.	3,43 a	3,53 b	**
Acidez Total (g/l ac. Tart.)		5,28	5,73	n.s.	6,16 b	4,99 a	***
Ac. Tartárico (g/l)		5,72	5,74	n.s.	5,39 a	5,9 b	**
Tartárico/málico		3,2	3,3	n.s.	1,96 a	3,97 b	***
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)		1303	1197	n.s.	847 a	1204 b	**
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)		4721 b	4064 a	**	4220	3972	n.s.
Mencia							
Rendimiento (kg/cepa)	2,39	2,74	2,1	n.s.	3,02	2,32	n.s.
nº de racimos/cepa	9,58 a	11,53 ab	9,57 b	**	13	10	n.s.
Peso del racimo (g)	262,08	234,36	209,2	n.s.	244,69	218,59	n.s.
Peso de la baya (g)	2	2,13	2,15	n.s.			n.s.
nº bayas/racimo	97	109	101	n.s.			n.s.
Contenido en Sólidos Solubles (°Brix)	22,86	22,4	23,37	n.s.	21,96 a	23,45 b	**
pH	3,45	3,51	3,5	n.s.	3,41 a	3,54 b	**
Acidez Total (g/l ac. Tart.)	4,05	4,02	4	n.s.	4,17	4,07	n.s.
Ac. Tartárico (g/l)	2,7	2,54	2,99	n.s.	3,11 b	2,36 a	**
Tartárico/málico	3,9	2,79	6	n.s.	3,27	3,79	n.s.
Antocianos totales (mg cloruro malvidina/kg uva)	1379	1266	1241	n.s.	1403 b	1099 a	**
Índice de Polifenoles Totales (mg ac. Gálico/kg uva)	3658	3790	3354	n.s.	3814	3523	n.s.

Significación de análisis de varianza estadística: *<0.05, **<0.01, ***<0.001, n.s.: no significativo

Como vemos, se han encontrado diferencias entre variedades, pero al estar cultivadas en diferentes localizaciones, las diferencias también pueden estar motivadas por el diferente Terroir. En una revisión bibliográfica y análisis de la información disponible en distribución vertical y horizontal de especies e híbridos de Vitis creciendo en diversos tipos de suelos, concluyó que las propiedades de suelo, como la presencia de capas de suelo impermeables a la penetración de raíces, la pedregosidad y la presencia de lentejones de grava tienen una

mayor influencia en la penetración en profundidad de las raíces que el genotipo, incluso en suelos profundos y fértiles [18]. Las diferencias entre años, han debido estar motivadas por las diferentes condiciones climáticas de cada uno de ellos. De acuerdo a un trabajo realizado por Van Leeuwen et al. [19], quienes estudiaron simultáneamente los efectos de los principales componentes del terroir en el desarrollo de la vid y la composición de las bayas, la influencia del clima es el que ejerce un mayor efecto en la mayoría de los parámetros estudiados, seguido por el suelo y el cultivar.

4. Conclusiones

Las diferencias encontradas no se vieron marcadas por el riego en prebrotación, sí en cambio, por el riego durante el ciclo de cultivo, en Garnacha Tinta, Tempranillo y Syrah. Mencía mostró un patrón diferente, quizá debido al mayor contenido de humedad en el suelo en todos los tratamientos, al inicio de la brotación.

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. Matthews, M.; Anderson, M.. Fruit ripening in *Vitis vinifera*: Responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1988. 39:313-320.
2. Nadal, M.; Arola, L. Effects of limited irrigation on the composition of must and wine of Cabernet Sauvignon under semi-arid conditions. *Vitis*, 1995. 34:151-154.
3. Dry, P.R.; Loveys, B.R.; McCarthy, M.G.; Stoll, M. Strategic irrigation management in Australian vineyards. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2001. 35:129-139.
4. Ojeda, H.; Andary, C.; Kraeva, E.; Carbonneau, A.; Deloire, A. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *Am. J. Enol. Vitic.*, 2002. 53 (4), 261-267.
5. Intrigliolo, D.S.; Castel, J.R. Response of grapevine cv. Tempranillo to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrig. Sci.*, 2010. 28, 113-125.
6. Buesa, I.; Pérez, D.; Castel, J.; Intrigliolo, D.S.; Castel, J.R. Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria: Effect of seasonal vine water stress on water use. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 2017. 23 (2), 251-259.
7. Medrano, H.; Tomás, M.; Martorell, S.; Escalona, J.M.; Pou, A.; Fuentes, S.; Flexas, J.; Bota, J. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 2015. 35 (2), 499-517.
8. Xiaochi, M.; Feng, M.; Jingui, W.; Yan, M.; Jacoby, P.W. Optimizing crop water productivity and altering root distribution of Chardonnay grapevine (*Vitis vinifera* L.) in a silt loam soil through direct root-zone deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 2023. 277: 108072.
9. Bonada M.; Petrie P.; Edwards E.; McCarthy M. Managing the impacts of climate change rainfall decline on vine balance and root activity. Report Project number 1302. Government of South Australia. 2018.
10. Montoro, A.; Ortiz de Elguea, G.; Picazo, H.; Torija, I. Efecto del riego en estado de parada vegetativa en el cultivo de la vid. *Actas de Horticultura*, 2022. nº91: 194-198.
11. AEMET, 2023. https://www.aemet.es/es/noticias/2022/03/rueda_prensa_estacional_primavera_2022
12. Morlat, R.; Jacquet, A. The soil effects on the grapevine root system in several vineyards of the Loire valley (France). *Vitis*, 1993. 32, 35-42.
13. Bengough, A.G.; Bransby, M.F.; Hans, J.; McKenna, S.J.; Roberts, T.J.; Valentine, T.A. Root responses to soil physical conditions; growth dynamics from field to cell. *Journal of Experimental Botany*, 2006. 57 (2), 437-447.



XXXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



-
14. Van Zyl, J.L. Response of Colombar grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 1984. 5 (1), 19-28.
 15. Mullins, M.G.; Bouquet, A.; Williams, L.E. *Biology of the grapevine*. Ed. Michael G. Mullins. Cambridge University Press: Cambridge, UK. 1992
 16. Gladstones, J. *Viticulture and environment*. Winetitles: Adelaide, 1992.
 17. Pire, R.; Tortolero, E. Efecto de la humedad del suelo sobre la brotación de la vid en condiciones tropicales. *Agronomía Tropical*, 1993. 43(1-2): 75-86.1993.
 18. Smart, D.R; Breazeale, A.; Zufferey, V. Physiological changes in plant hydraulics induced by partial root removal of irrigated grapevine (*Vitis vinifera* cv. Syrah). *Am. J. Enol.*, 2006. 57 (2), 201-209.
 19. Van Leeuwen, C.; Friant, P.; Choné, X.; Tregoat, O.; Kondouras, S.; Dubourdieu, D. Influence of climate, soil and cultivar on Terroir. *Am. J. Enol.*, 2004. 55 (3), 207-217.