



¿Cómo y por qué estudiar el efecto de la escasez de lluvia invernal en la vid?

Á. SÁNCHEZ VIROSTA¹, D. URIARTE², J. YUSTE³, J.J. CANCELA⁴, A. MONTORO¹

(1) Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP). Servicio de Asesoramiento de Riegos. Albacete.

(2) Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX). Badajoz.

(3) Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL). Valladolid.

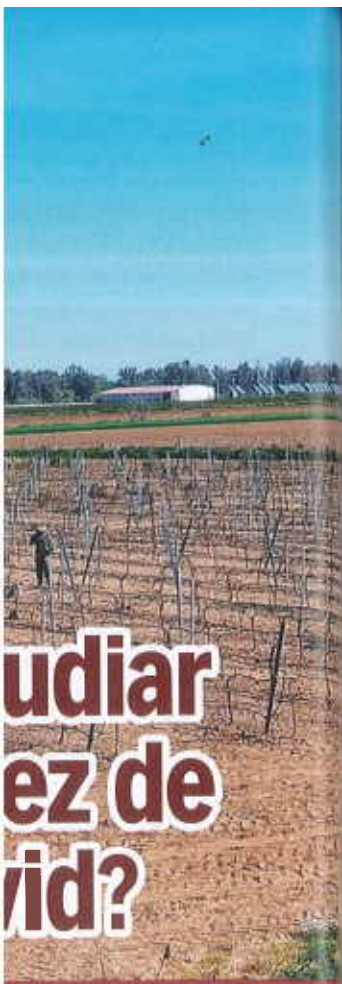
(4) Dep. Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela, Lugo.

Foto 1. Vista general de la parcela de variedad 'Garnacha' donde se realiza el Sub-proyecto del CICYTEX.

Los efectos del cambio climático en las últimas décadas son ya una realidad más que contrastada. El incremento de la temperatura media respecto al período preindustrial se sitúa en torno +1,1°C a nivel mundial (AEMET, 2019), mientras que en España esta subida es todavía mayor, con +1,6°C en ese mismo período (AEMET, 2020). Este aumento tiene efectos significativos sobre la agricultura en general y la vitivinicultura en particular. Entre los efectos más destacables podemos mencionar el adelanto en la fenología, siendo las vendimias cada vez más tempranas, o la reducción de la ef-

ciencia del agua de riego debido a esas altas temperaturas. Esto unido a la escasez hídrica endémica y la variabilidad de las precipitaciones en áreas mediterráneas hace cada vez más necesaria una gestión optimizada de los recursos hídricos y de la distribución del agua de riego a lo largo del año en los viñedos.

En general, el riego en la viña se realiza durante el período vegetativo del cultivo, coincidiendo en el tiempo con las mayores pérdidas de agua desde el suelo a la atmósfera y con las mayores demandas de agua por parte de la planta. Es decir, los riegos se realizan, como la lógica impone, cuando



¿Cuidar la eficiencia de riego de la vid?

Foto 1. Vista general de la parcela de variedad 'Garnacha' donde se realiza el Sub-proyecto del CICYTEX, Albacete.

las tasas de evapotranspiración son las más altas. Sin embargo, hay que tener en cuenta cómo influye la distribución del agua del riego sobre la planta. La frecuencia y cantidad en la que se aplican los riegos están relacionadas con la fracción del agua que se evapora y la que es usada por la planta. Por ello, estudios que arrojen resultados en este sentido deben ser abordados, especialmente en escenarios donde la disponibilidad del agua de riego es limitada, como es el caso de gran parte de las áreas vitivinícolas de España. Algunos estudios, como los llevados a cabo por SEBASTIÁN y col. (2015) han demostrado, que una frecuencia más alta de riego puede conllevar a una reducción en la eficiencia de esos riegos en condiciones de baja disponibilidad hídrica. Por su parte, MONTORO y col. (2016) demostraron, en un estudio llevado a cabo durante cuatro años, que cuanto menor era el volumen de riego aplicado, mayor era la fracción de ese riego que se perdía por evaporación y por tanto menor era el porcentaje de agua de riego que podía ser usada por la planta.

Por otro lado se observan, cada vez con mayor frecuencia en España, episodios de escasez de lluvia invernal. Esto provoca que llegado el momento de la brotación de la vid, exista un déficit hídrico en las reservas de agua del suelo. En este sentido, estudios, como los de BONADA y col. (2018, 2020), llevados a cabo en el sur de Australia, han demostrado cómo la disponibilidad hídrica previa al periodo vegetativo puede afectar significativamente al rendimiento productivo y fisiológico de la planta así como a la calidad del vino. En esta dirección, SMITH y col. (2009) evidenciaron que el rendimiento de la vid dependía de los carbohidratos estructurales de las reservas en el periodo de pre-brotación, especialmente del almidón acumulado en las raíces.

Por tanto, en un escenario en el que en España las restricciones del agua para riego son cada vez mayores, cobran especial importancia aquellos estudios que conduzcan a optimizar la distribución del riego a lo largo de toda la campaña y su posible influencia sobre parámetros productivos y de calidad de la uva. En este artículo se presenta la metodología de un estudio enmarcado dentro de un proyecto nacional coordinado (IRRIVITIS), que analiza la escasez de la llu-

via invernal y el efecto de la frecuencia de riego sobre el cultivo de la vid.

IRRIVITIS, un proyecto coordinado a nivel nacional

IRRIVITIS (PID2019-105039RR) es un proyecto financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través de la convocatoria Retos de la Sociedad, del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020. Este proyecto nacional coordinado pone el foco sobre el uso de los recursos hídricos y el manejo del cultivo en un contexto de cambio climático. Para ello se analizarán de manera común a todos los sub-proyectos la distribución y frecuencia de los riegos en relación a la eficiencia en el uso del agua mediante el estudio de variables fisiológicas, productivas y de calidad de la uva en la vid. Estos parámetros se estudiarán en variedades tintas de uso común en cada una de las regiones donde se desarrollan los sub-proyectos. Esto permitirá transferir de manera directa los resultados tanto a nivel nacional como a nivel regional permitiendo optimizar tanto el riego, como el manejo del cultivo teniendo en cuenta las peculiaridades de las diferentes zonas de estudio. Los sub-proyectos de IRRIVITIS se llevarán a cabo por equipos con dilatada experiencia en el campo de la viticultura y que ya han trabajado en común en proyectos anteriores. Concretamente forman parte de IRRIVITIS el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), como coordinador del proyecto; el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL); la Universidad de Santiago de Compostela (USC) y el Instituto Técnico Agronómico Provincial de Albacete (ITAP). Teniendo en cuenta la procedencia de las instituciones que participan en IRRIVITIS en torno a dos tercios de la superficie nacional de viñedo estaría representada en el proyecto, por lo que tendrá un impacto potencial muy alto. El enfoque concreto de cada uno de los sub-proyectos se detallan a continuación:

- **Sub-proyecto CICYTEX en Extremadura**, institución coordinadora del proyecto, (PID2019-105039RR-C1): *Estudio del comporta-*

debido a esas altas temperaturas y la escasez hídrica endémica, las precipitaciones en cada vez más necesarias. La demanda de los recursos hídricos para el agua de riego a lo largo de la campaña de la vid se realiza durante el cultivo, coincidiendo en las pérdidas de agua desde la planta. Es decir, los cambios climáticos impone, cuando



Foto 2. Vista general de la parcela de variedad 'Tempranillo' donde se realiza el Sub-proyecto del ITACYL.

miento de 'Garnacha' bajo diferentes frecuencias y periodos de riego y manejo de la vegetación en la región semi-árida de Extremadura (Foto 1).

En este sub-proyecto se ensayarán además de diferentes frecuencias de riego en periodo vegetativo y la recarga hídrica del perfil del suelo previa a brotación, la gestión de la vegetación en la espaldera como herramienta para mejorar el microclima de la cepa y los racimos.

– **Sub-proyecto ITACYL en Castilla y León (PID2019-105039RR-C2):** *Regulación del riego deficitario y de la vegetación de 'Tempranillo' en espaldera para disminuir efectos del cambio climático y mejorar su producción y calidad (Foto 2).*

En Castilla y León, se estudiará sobre la variedad 'Tempranillo' las diferentes frecuencias de riego deficitario y el efecto de riego de recarga del suelo en invierno junto con diferentes técnicas de manejo del dosel vegetal en espaldera, mediante el desarrollo de un ensayo

en la D.O. Ribera del Duero. El objetivo final del sub-proyecto es regular la producción, optimizar el microclima de la cepa y aumentar la calidad de la uva.

– **Sub-proyecto ITAP en Castilla-La Mancha (PID2019-105039RR-C3):** *Manejo del Agua de Riego en 'Syrah' para minimizar el efecto de la escasez de lluvia invernal en Castilla-La Mancha. (Foto 3)*

Es objeto de este artículo dar una visión de la justificación y trabajos a realizar en este proyecto, por lo que profundizaremos en él en el resto del artículo.

– **Sub-proyecto USC/CSIC en Galicia (PID2019-105039RR-C4):** *Efecto de la frecuencia de riego y del uso de restos de pizarra en la producción y calidad de Vitis vinifera cv. Mencía: composición aromática (Foto 4).*

Además de la frecuencia de riego y la recarga del suelo ya mencionada, desde Galicia se estu-



diará sobre la variedad 'Mencia' el efecto que tiene el manejo de la cubierta vegetal, basado en la reducción del uso de maquinaria y de productos químicos. Para ello, se evaluará el potencial que pueden tener los restos de pizarra de la industria pizarrera gallega como "mulch"/acolchado de suelo en la línea del viñedo.

Desarrollo del sub-proyecto en Castilla-La Mancha
Diseño experimental

En Castilla-La Mancha, muchos agricultores tienen acotados sus derechos de riego por lo que cobra especial importancia la eficiencia en el uso del agua de riego y su distribución a lo largo del año. Por ello, desde el ITAP mediante el sub-proyecto denominado *WinterVid-IRRIVITIS*, se estudiará el efecto del manejo del agua de riego en 'Syrah'. Concretamente se pretende evaluar: a) los efectos de la escasez de lluvia invernal (mediante cobertizos en pre-brotación) y b) el impacto de dos frecuencias diferentes de rie-

go durante el ciclo vegetativo (una o dos veces por semana) sobre el equilibrio de la vid, el almacenamiento de reservas, la adsorción de nutrientes, y sobre la producción cuantitativa y cualitativa. Con este proyecto se pretende dar una respuesta práctica a los agricultores sobre qué frecuencia de riego sería más idónea durante el ciclo de cultivo, así como poder presentar técnicas de riego tras un invierno con escasez de precipitaciones para poder paliar los efectos negativos de la sequía invernal.

El experimento se lleva a cabo en un viñedo comercial de la localidad de Valdeganga (Albace), en una plantación de la variedad 'Syrah', con un marco de plantación de 3 x 1,25 m y poda Guyot doble curvado. Se realizarán 6 tratamientos de riego diferentes, tres de ellos bajo un cobertizo instalado durante el periodo invernal (desde post-vendimia a brotación) y que consistirán en: T1) recarga del perfil del suelo tras la vendimia; T2) recarga en pre-brotación; T3) sin recarga de riego ni lluvia (al estar bajo techumbre).

El objetivo final de la producción, optimizar y aumentar la cali-

en Castilla-La Mancha (C3): Manejo del Agua para minimizar el efecto de la pizarra en Castilla-La Man-

lo dar una visión de la realidad en este proyecto, realizaremos en él en el resto

C/CSIC en Galicia
Efecto de la frecuencia de riego y la recarga de agua desde Galicia se estudia (foto 4).

de riego y la recarga de agua desde Galicia se estudia



Av. Europa, 1-7
43120 Constantí (Spain)
+34 977 524 650
afepasa@afepasa.com
www.afepasa.com



AZUFRES PALLARÈS
Las mejores soluciones contra el **oídio** en la viña



Foto 3. Vista general de la parcela de variedad 'Syrah' donde se realiza el Sub-proyecto del ITAP.

Cuando la vid inicie la brotación, se retirará la cubierta del cobertizo y se regarán los tres tratamientos de igual forma, con un 30% de la ETo desde parada de crecimiento vegetativo (aproximadamente uva tamaño guisante) hasta vendimia. Los otros tres tratamientos estarán expuestos al agua de lluvia durante todo el ciclo del cultivo, incluida la parada invernal; en dos de ellos estudiaremos el efecto de la frecuencia de riego (30% ETo) durante su ciclo vegetativo: T4) aplicando 2 riegos por semana; T5) aplicando 1 riego por semana. Por último, el T6) será igual que el T5 pero recargando el perfil del suelo antes de la brotación del cultivo (*Figura 1*).

El planteamiento del ensayo consta de un diseño de dos bloques (tratamientos bajo cobertizo y tratamientos al aire libre). Cada uno de los bloques está compuesto de tres tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. En total se trabajará con 18 parcelas elementales y cada parcela consta de 21 cepas como mínimo, distribuidas en 3 líneas, con la finalidad de muestrear siempre las cepas de la línea central. Dentro de

cada bloque se han ubicado los tratamientos con un diseño al azar.

Variables a analizar

Desde inicio a fin del ciclo vegetativo del cultivo se realizará, semanalmente, un seguimiento fenológico. Durante fases específicas del ciclo se analizarán variables que nos darán una visión general del estado fisiológico de la planta y la interacción con los diferentes tratamientos a lo largo de las diferentes fases fenológicas del cultivo. Concretamente se medirán:

Carbohidratos de reserva en raíces y/o tronco

Las reservas de carbohidratos cumplen principalmente dos funciones en la vid. Por un lado, participan en la brotación de las yemas y, por otro lado, contribuyen a regular el crecimiento de la uva en condiciones desfavorables. Por tanto, queremos estudiar el efecto que puedan tener los diferentes tratamientos ensayados en la concentración de esos carbohidratos de reserva

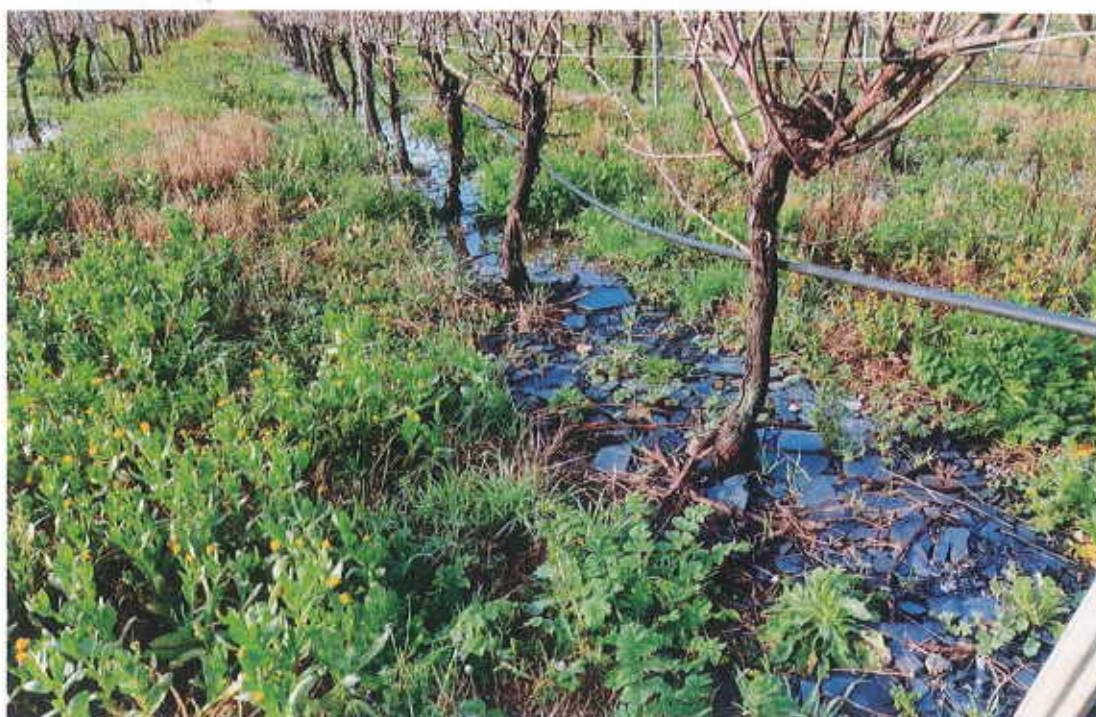


Foto 4. Vista general de la parcela de variedad 'Mencía' donde se realiza el sub-proyecto de la USC/CSIC.

ado los tratamientos

clo vegetativo del cul-
nente, un seguimiento
específicas del ciclo se
nos darán una visión
gico de la planta y la
ntes tratamientos a lo
es fenológicas del cul-
edirán:

a
dratos cumplen prin-
en la vid. Por un lado,
n de las yemas y, por
regular el crecimiento
esfavorables. Por tan-
efecto que puedan te-
mentos ensayados en la
bohidratos de reserva

Brotación ↓

Periodo de reposo invernal	Periodo de desarrollo vegetativo
T1: Riego post-vendimia (*)	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (2/semana)
T2: Riego pre-brotación (*)	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (2/semana)
T3: Sin riego (*)	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (2/semana)
T4: Lluvia	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (2/semana)
T5: Lluvia	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (1/semana)
T6: Lluvia. Riego pre-brotación	Riego 30% ETo desde fin crecimiento veget. a vendimia (1/semana)

Figura 1. Esquema de los tratamientos de riego del ensayo.

(*) Sombreado en gris corresponde a los tratamientos bajo cobertizo.

a lo largo de las sucesivas campañas y su efecto en la producción. La toma de muestras se realizará en inicio de brotación.

Potencial hídrico

Se realizarán medidas semanales de potencial hídrico de tallo, a mediodía solar sobre hoja embolsada como mínimo 30 minutos antes de la medida, con bomba de presión Schölander, tomadas siempre con la misma periodicidad, de

tal manera que todas ellas sean comparables al estar equidistantes en el tiempo con respecto al día de riego.

Área foliar e intercambio gaseoso

Se realizarán medidas en los estados fenológicos de floración, envero y final de maduración, para evaluar los posibles efectos de los diferentes tratamientos sobre el ciclo del cultivo. Esto permitirá evaluar el estado general de cre-

cimiento de las cepas, así como su actividad fotosintética. El área foliar se obtendrá mediante relaciones alométricas de longitud de pámpano y superficie foliar, utilizando las rectas de regresión obtenidas en el primer año de ensayo en la misma parcela. El intercambio gaseoso se realizará mediante Licor 6400 XT.

Índice termográfico

Numerosos estudios han demostrado que la temperatura del dosel vegetal está directamente relacionada con la apertura de estomas por parte de la planta y, por tanto, con la evapotranspiración. Mediante la toma de imágenes térmicas se obtendrán índices como el CWSI (siglas en inglés de *Crop Water Stress Index*), lo que permitirá conocer el nivel de estrés en el que se encuentren las cepas de los diferentes tratamientos de riego. La ventaja de esta técnica, además de la rapidez del muestreo, es que se trata de un índice entre 0 y 1 que puede aplicarse con fiabilidad independientemente de la temperatura ambiental, ya que se usan referencias que simulan plantas a plena capacidad de transpiración (estomas totalmente abiertos) y plantas con niveles de estrés hídrico máximo (estomas cerrados).

Producción y maduración tecnológica, fenólica y aromática

La vendimia se realizará cuando la mayoría de racimos de cada ensayo promedien en torno a 24°Brix. Los racimos recolectados serán debidamente identificados y etiquetados para medir el peso, longitud y anchura de los mismos. Además, se procesarán las muestras para analizar la madurez tecnológica, fenólica y aromática. En concreto se analizarán: los azúcares (en °brix); el pH; la acidez total (g/l ácido tartárico); el contenido de ácido tartárico y ácido málico (g/l) y la proporción entre estos dos (Tartárico/Málico); el contenido en potasio (mg/l); azúcares (en g/l); taninos (g/l); antocianos (mg/l); índice de polifenoles totales; e identificación y cuantificación de compuestos volátiles tanto en su fracción libre como en su fracción glicosilada o precursores aromáticos. Finalmente, se analizará estadísticamente los resultados, estudiando la significa-

ción estadística de los factores ensayados sobre las variables estudiadas.

Resultados previos *Escasez de lluvia invernal y su efecto sobre la movilización de reservas*

Los carbohidratos son sintetizados por las hojas durante la fotosíntesis y entre las funciones que tienen, se encuentra la de formar los componentes orgánicos del almacenaje de energía (ZUFFEREY y col., 2012). En el caso de la vid, los carbohidratos de reserva son almacenados en la madera y en las raíces y tienen un papel fundamental en el potencial de calidad de la cosecha (KELLER, 2010). El desarrollo del área foliar y el crecimiento de los pámpanos hasta la floración está impulsado principalmente por la movilización de las reservas, particularmente del almidón (BATES y col., 2002; ZAPATA y col., 2004). En este sentido, hay que tener en cuenta que la asimilación de C y los carbohidratos no estructurales en la vid están influenciados, entre otros factores, por la restricción de agua (NDUNGU y col., 1997; ROGIERS y col., 2011). En estudios previos se ha demostrado que los carbohidratos solubles se han visto afectados tras diferentes periodos de sequía antes de la brotación y en la temporada posterior al déficit hídrico, a costa de un descenso del almidón (NDUNGU y col., 1997; PETRIE y col., 2004; ROGIERS y col., 2011). Por tanto, parece ser evidente la conexión entre las reservas de las raíces, influenciadas por el estado hídrico de la planta en pre-brotación y el funcionamiento de la planta en etapas posteriores. BONADA y col. (2020) observaron un retraso en la brotación debido a menor disponibilidad hídrica en pre-brotación, así como un menor desarrollo vegetativo. Todos estos estudios evidencian el efecto que puede tener una escasez de lluvia invernal sobre el cultivo de la vid. Sin embargo, este tipo de estudios todavía no ha sido llevado a cabo en profundidad en España, donde los escenarios climáticos presentan, tanto a presente como a futuro, una alta irregularidad en los patrones de precipitación. Por ello, desde el ITAP se pretende dar respuesta a los posibles efectos que tenga esta escasez de lluvia en pre-brotación sobre la producción y calidad de la cosecha en la vid.

tores ensayados sobre

llo invernal y su efecto en las reservas

Los carbohidratos almacenados en la vid son utilizados por las hojas y entre las funciones de la planta de formar los compuestos de almacenamiento de energía en el caso de la vid, los carbohidratos son almacenados en las hojas y tienen un papel fundamental en la calidad de la cosecha. El desarrollo del área foliar depende hasta la floración principalmente por la movilidad de los carbohidratos (ZAPATA y col., 2004). En el caso de la vid, los carbohidratos no estructurados, entre otros factores, influyen en la disponibilidad de agua (NDUNGU y col., 2011). En estudios previos se ha demostrado que los carbohidratos solubles en las hojas influyen en la brotación y en la temporada de crecimiento, a costa de un desarrollo menor (ZAPATA y col., 1997; PETRIE y col., 2011). Por tanto, parece que la disponibilidad de agua influye entre las reservas de agua y el estado hídrico de la planta y en el funcionamiento de las reservas de agua. En el caso de la vid, el estado hídrico de la planta y el funcionamiento de las reservas de agua influyen en la brotación y en la temporada de crecimiento. En el caso de la vid, el estado hídrico de la planta y el funcionamiento de las reservas de agua influyen en la brotación y en la temporada de crecimiento. En el caso de la vid, el estado hídrico de la planta y el funcionamiento de las reservas de agua influyen en la brotación y en la temporada de crecimiento.

Efecto de la frecuencia de riego sobre el cultivo de la vid

La frecuencia de riego y su efecto sobre el cultivo de la vid no es un tema que haya sido investigado de forma profusa en vitivinicultura. Sin embargo, a día de hoy ya encontramos algunos estudios que han experimentado con distintas frecuencias de riego evaluando el impacto sobre la producción de la vid. Mientras que algunos estudios concluyen que una frecuencia de riego menor, con mayores asignaciones de agua por cada riego, son más favorables (MONTORO y col., 2016; SEBASTIÁN y col., 2015; SELLES y col., 2004; BOWEN y col., 2012). Otros estudios recomiendan que la frecuencia de riego sea mayor, reduciendo el tiempo entre un riego y el siguiente, para mejorar la producción (GOLDBERG y col., 1971; MYBURG, 2012). Dada esta disparidad de resultados, entendemos que otros factores asociados a la frecuencia de riego, como la localización y climatología del viñedo, la variedad ensayada o el tipo y textura de suelos, entre otras variables, influyen de manera conjunta a la frecuencia y distribución del riego sobre la producción de la vid. Además, todos los estudios mencionados anteriormente no han tenido en cuenta el efecto que el manejo del riego pueda tener sobre la calidad de las cosechas. En este sentido, mediante el proyecto IRRIVITS, se pretende dar una respuesta a estas incertidumbres, teniendo en cuenta que será llevado a cabo en diferentes zonas de la geografía española, con características climatológicas y de suelo diferenciadas y sobre diferentes variedades. Concretamente, desde el ITAP, localizado en una zona donde los permisos de riego están acotados a una dotación máxima de riego baja, se pretende dar una respuesta práctica e integral a los productores de la zona. En este sentido, se pretende dilucidar qué frecuencia de riego y distribución es la más idónea, teniendo en cuenta un enfoque global que abarque el manejo del riego durante todo el año y sus efectos sobre la cosecha tanto a nivel productivo como de calidad de la uva. •

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación del Proyecto Coordinado PID2019-105039RR-C1-C2-C3-C4 al Ministerio de Ciencia, Innovación y

Universidades, a través de la convocatoria Retos de la Sociedad, del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020.

Bibliografía

- AEMET (2019). Informe sobre el Estado del Clima en España 2019.
- AEMET (2020). http://www.aemet.es/es/noticias/2019/12/Rueda_prensa_invierno_2019 (on line, 26/03/2021).
- BATES, T.R., DUNST, R.M., JOY, P. (2002). Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in "Concord" grapevine roots. *HortScience* 37(2):313-316.
- BONADA M., PETRIE P, EDWARDS E., MCCARTHY M. (2018). Managing the impacts of climate change rainfall decline on vine balance and root activity. Report Project number 1302. Government of South Australia.
- BONADA, M., EDWARDS, E.J., MCCARTHY, M.G., SEPÚLVEDA, G.C., PETRIE, P.R. (2020). Impact of low rainfall during dormancy on vine productivity and development. *Australian Society of Viticulture and Oenology Inc.* doi: 10.1111/ajgw.12445.
- BOWEN, P., BOGDANOFF, C., ESTERGAARD, B. (2012). Effects of Converting from Sprinkler to Drip Irrigation on Water Conservation and the Performance of Merlot Grown on a Loamy Sand. *Am J Enol Vitic.* September 63: 385-393.
- GOLDBERG, S.D., RINOT, M., AND KARU, M. (1971). Effect of Trickle Irrigation Intervals on Distribution and Utilization of Soil Moisture in a Vineyard. *Soil Science Society of America Journal*, 35(1), 127-130.
- KELLER, M. (2010). The science of grapevines: Anatomy and physiology. New York: Academic Press.
- MONTORO, A., MAÑAS, F., LÓPEZ-URREA, R. (2016). Transpiration and evaporation of grapevine, two components related to irrigation strategy. *Agricultural Water Management* 177, 193-200.
- MYBURGH, P.A. (2012). Comparing Irrigation Systems and Strategies for Table Grapes in the Weathered Granite-gneiss Soils of the Lower Orange River Region. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 33 (2), 184-197.
- NDUNGU C. K., SHIMIZU M., OKAMOTO G., HIRANO K. (1997). Abscisic acid, carbohydrates, and nitrogen contents of Kyoho grapevines in relation to budbreak induction by water stress. *Am. J. Enol. Vitic.* 48, 115-120.
- PETRIE P.R., COOLEY N.M., CLINGELEFFER P.R. (2004). The effect of post-veraison water deficit on yield components and maturation of irrigated Shiraz (*Vitis vinifera* L.) in the current and following season. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 10, 203-215.
- ROGERS S. Y., HOLZAPFEL B.P., SMITH J.P. (2011). Sugar accumulation in root of two grape varieties with contrasting response to water stress. *Ann. Appl. Biol.* 159, 399-413.
- SEBASTIÁN, B., BAEZA, P., SANTESTEBAN, L.G., DE MIGUEL, P.S., DE LA FUENTE, M., AND LISSARRAGUE, J. R. (2015). Response of grapevine cv. 'Syrah' to irrigation frequency and water distribution pattern in a clay soil. *Agric Water Manag.*, 148, 269-279.
- SELLES G., FERREYRA, E., CONTRERAS, R.E., AHUMADA, G.W., VALENZUELA, J. AND BRAVO, R.V. (2004). Effect of three irrigation frequencies applied by drip irrigation over table grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Thompson Seedless) located in the Aconcagua Valley (Chile). *ISHS Acta Horticulturae*, 646.
- SMITH J.P., MITH J.P., HOLZAPFEL B.P. (2009). Cumulative responses of Semillon grapevines to late season perturbation of carbohydrate reserve status. *Am. J. Enol. Vitic.* 60, 461-470.
- ZAPATA, C., DELÉNS, E., CHAILLOU, S., MAGNÉ, C. (2004). Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Plant Physiology* 161, 1031-1040.
- ZUFFEREY V., MURISIER F., VIVIN P., BELCHER S., LORENZINI F., SPRING J.L., VIRET O. (2012). Carbohydrate reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L. 'Chasselas'): the influence of the leaf to fruit ratio. *Vitis* 51 (3), 103-110.

Enoviticultura

www.enoviticultura.com

mayo | junio 2021

70

VARIETADES
'Marselan' y 'Cabernet Sauvignon': dos cultivares cercanos que producen vinos de diferente perfil

ELABORACIÓN DEL VINO
Estudio de los factores tecnológicos que influyen en el contenido en resveratrol de los vinos tintos

RIEGO
¿Cómo y por qué estudiar el efecto de la escasez de lluvia invernal en la vid?

Damos voz a los viveros:
Vid

Vinos de Somontano:
excelencia, calidad y prestigio

PILOTVID ha dado respuesta a la estimación precoz de rendimientos y al uso adecuado del riego en vid

Nuevas y atractivas apuestas de enoturismo

Tokaji, el resurgir del vino dulce de uva madura