



Sociedad
Española
de **Ciencias
Hortícolas**

91

Octubre 2022



ACTA DE HORTICULTURA

**Comunicaciones Técnicas
Sociedad Española de
Ciencias Hortícolas**

IV Jornadas del Grupo de Viticultura

Editores:

**Gonzaga Santesteban
Nazareth Torres**

26-28 de octubre 2022, Pamplona/Iruña

Manejo del estado hídrico del viñedo: metaanálisis de sus efectos sobre el rendimiento y la composición de la uva

D. Uriarte¹, J.M. Mirás Avalos², I. Buesa³, J.J. Cancela⁴, J.L. Chacón⁵, J.M. Escalona³, D.S. Intrigliolo⁶, M. Lampreave⁷, A. Montoro⁸, L. Rivacoba⁹, F. Visconti⁶, J. Yuste¹⁰, L.G. Santesteban¹¹ y C. Miranda^{11*}

¹Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX), Instituto de Investigación Agrícola “Finca La Orden-Valdesequera”, Guadajira, Badajoz (Extremadura)

²Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón-CITA, Zaragoza (Aragón)

³Instituto de investigaciones agroalimentarias y de economía del agua. Universidad de las Islas Baleares INAGEA-UIB, Palma (I. Baleares)

⁴Escola Politécnica Superior de Enxeñaría, Universidad de Santiago de Compostela (USC), Dpto. Ingeniería Agroforestal, GI-1716, Projects and Planification, Lugo (Galicia)

⁵Instituto Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario y Forestal de Castilla-La Mancha (IRIAF), Ciudad Real, (Castilla-La Mancha)

⁶ Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC, UVEG, GVA), Moncada (Valencia)

⁷Departament de Bioquímica i Biotecnologia. Facultat d’Enologia de Tarragona. Universitat Rovira i Virgili-URV, Tarragona (Cataluña)

⁸Instituto Técnico Agronómico Provincial (ITAP). Servicio de Asesoramiento de Riegos. Albacete, (Castilla-La Mancha)

⁹Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV) Finca La Grajera, Logroño (La Rioja)

¹⁰Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL), Valladolid (Castilla y León)

¹¹Universidad Pública de Navarra (UPNA), Pamplona, (Navarra)

*C. Miranda: carlos.miranda@unavarra.es

Palabras clave: Viticultura, cambio climático, eficiencia en el uso del agua, estrés hídrico

Resumen

El viñedo mediterráneo se ha cultivado tradicionalmente en secano, pero en las últimas décadas la superficie regada ha aumentado de forma notable, buscando minimizar los efectos adversos que el estrés hídrico severo produce sobre la calidad y la producción. Dada la gran superficie que ocupa el viñedo, y la creciente escasez de recursos hídricos, es preciso desarrollar estrategias de optimización y uso eficiente del agua que reduzcan el riesgo de sobreexplotación. Por medio de un metaanálisis, se pretende poner en valor el conocimiento previo generado en diferentes proyectos de investigación. La base de datos recopila en torno a 1.400 repeticiones pertenecientes a 41 ensayos realizados en España entre 1996 y 2020, que abarcan un amplio rango de condiciones edafoclimáticas y de cultivo, clasificando cada repetición por su nivel de estrés hídrico en severo, alto, moderado, leve e inexistente. Se evaluaron las ratios medias de respuesta y la proporción de cambio producidos por la disminución del estrés hídrico sobre el desarrollo vegetativo, el rendimiento y la composición de la uva. Los cambios fueron siempre significativos,



independientemente del nivel de estrés de partida, aunque los patrones difirieron según los parámetros analizados. Así, el cambio en peso de madera de poda y la producción al disminuir el estrés estuvo entre un +5% y un +35%, y los mayores cambios se produjeron al pasar de estrés alto a moderado. El contenido en sólidos solubles de las bayas varió entre un -0,4% y un -1,5% al disminuir el estrés, excepto cuando se pasó de alto a moderado (+0,75%). En el caso de la acidez titulable, el cambio de pasar de un estrés severo a alto fue del -1,4%, mientras que en el resto de los casos aumentó (entre +2,7% y +5,5%). Los resultados muestran el impacto global del manejo del estado hídrico del viñedo y constituyen una valiosa herramienta para la gestión de este recurso.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la creciente escasez de los recursos hídricos suponen un gran desafío para el desarrollo agrícola, al que la viticultura no es ajena, especialmente desde las últimas décadas en las que se ha incrementado notablemente la superficie regada. Ésta ha aumentado como forma de aliviar los efectos del estrés hídrico severo, que afecta negativamente a la producción y la calidad (Flexas et al., 2010). Sin embargo, dada la gran superficie que ocupa el viñedo en nuestro país, podría aumentar el riesgo de sobreexplotación de los recursos hídricos, lo que produciría impactos económicos y medioambientales indeseables (Pulido-Velázquez et al., 2008). Se precisa por tanto desarrollar estrategias que permitan un uso más racional del agua y garanticen la sostenibilidad ambiental de la viticultura. Ésta no es una tarea sencilla, ya que la respuesta de la vid a la disponibilidad hídrica y la eficiencia en el uso del agua pueden ser muy variables en función de factores genéticos, medioambientales, edáficos y de manejo, así como de sus interacciones (Medrano et al., 2015).

Este trabajo se enmarca en el proyecto WANUGRAPE4.0, que pretende capitalizar el conocimiento previo adquirido en proyectos anteriores por equipos investigadores de todo el país. Se ha realizado un metaanálisis en el que se ha evaluado la influencia del manejo del estado hídrico del viñedo, por medio de la disminución del nivel de estrés durante el ciclo, sobre el desarrollo vegetativo, el rendimiento y la composición de la uva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado un base de datos recopilada durante el proyecto AGL2017-90759-REDT “Nuevos avances en viticultura – RedVitis 2.0”, que se ha ampliado en el seno del proyecto WANUGRAPE4.0, en la que se introdujo información procedente de 41 ensayos realizados entre 1996 y 2020 en nueve Comunidades Autónomas. La base de datos contempla información sobre desarrollo vegetativo, rendimiento, características de la uva y potencial hídrico y recopila en torno a 1.400 repeticiones, que abarcan a 19 variedades (9 blancas y 10 tintas) con un amplio rango de condiciones edafoclimáticas y de cultivo.

Cada repetición se clasificó por su nivel de estrés hídrico de tallo durante el ciclo utilizando los niveles definidos en Baeza (2017): Severo (<-1,2 MPa), Alto (-1,2 a -0,936 MPa), Moderado (-0,936 a -0,674 MPa), Leve (-0,674 a -0,411 MPa) y Sin Estrés (>-0,411 MPa). Dentro de cada ensayo y año se definieron tantas observaciones como niveles de estrés identificadas, calculando la media y la desviación estándar de cada observación para las variables respuesta analizadas (producción, peso de madera de poda, contenido en sólidos solubles (SST) y acidez titulable). Se calcularon las ratios de respuesta (*RR*) para cuantificar el efecto de la disminución del nivel de estrés en cada ensayo y año por medio de la Eq 1:



$$RR = \ln X_{es} - \ln X_{ei} \quad (\text{Eq 1})$$

en la que X_{es} es el valor medio de la variable respuesta para el nivel de estrés superior y X_{ei} es el valor medio para el nivel de estrés inmediatamente inferior. Se calculó el factor de ponderación ω para cada RR a partir de la Eq 2:

$$\omega = \frac{1}{\frac{s_{es}^2}{n_{es} \times X_{es}^2} + \frac{s_{ei}^2}{n_{ei} \times X_{ei}^2}} \quad (\text{Eq 2})$$

donde s es la desviación estándar y n el número de repeticiones de cada observación. La ratio de respuesta media ponderada (RR_p) se calculó por medio de la Eq 3:

$$RR_p = \frac{\sum_{i=1}^j \omega_i \times RR_i}{\sum_{i=1}^j \omega_i} \quad (\text{Eq 3})$$

donde j es el total de RR calculados en el conjunto de ensayos y años, ω_i es el factor de ponderación de la ratio de respuesta RR_i . Se calculó también la proporción de cambio ($C\%$) por medio de la Eq 4:

$$C\% = (e^{RR} - 1) \times 100 \quad (\text{Eq 4})$$

Los resultados fueron representados gráficamente en RStudio por medio del paquete *forestplotter* 0.1.9 (Dayimu, 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de repeticiones que integran el nivel superior y el inferior de cada comparación fue uniforme en todos los casos. El número de repeticiones fue elevado en las comparaciones que involucraron a los niveles de estrés ‘Alto’ y ‘Moderado’, con entre ≈ 100 y ≈ 250 repeticiones.

Para el peso de madera de poda y la producción (Figura 1), la disminución del nivel de estrés tuvo siempre un efecto significativo, ya que los intervalos al 95% de confianza nunca contuvieron el valor cero. El patrón y la intensidad de respuesta en ambos parámetros fueron muy similares, y la disminución del nivel de estrés siempre incrementó la magnitud de estos parámetros. El mayor incremento se observó para el paso de un estrés ‘Alto’ a uno ‘Moderado’, siendo de un $\approx 35\%$ ($\pm 5\%$), mientras que para el resto de los casos comparados fue de entre el $\approx 5\%$ ($\pm 4\%$) y el 15% ($\pm 3\%$), sin que difirieran entre ellos. En el caso del SST, el paso de un estrés ‘Alto’ a ‘Moderado’ incrementó el contenido un $0,75\%$ ($\pm 0,5\%$), lo que supone incrementos medios de entre $0,1$ y $0,3$ °Brix en la mayor parte de casos, mientras que para el resto de los casos evaluados la disminución del nivel de estrés resultó en reducciones del SST de hasta el $1,5\%$, lo que supone hasta $0,5$ °Brix. En el caso de la acidez titulable, el cambio de pasar de un estrés ‘Severo’ a ‘Alto’ fue del $-1,4\%$ ($\pm 1\%$), mientras que en el resto de los casos aumentó entre un $+2,7\%$ y un $+5,5\%$.

Los resultados muestran el impacto global del manejo del estado hídrico sobre la respuesta agronómica del viñedo y constituyen una valiosa herramienta para la gestión del agua en estos agroecosistemas y el desarrollo de sistemas de ayuda a la toma de decisión.

Agradecimientos

Proyectos PDC2021-121210-C21 y PDC2021-121210-C22 financiados por MICIN/AEI 10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next GenerationEU/ PRTR.

Referencias

- Baeza, P. (Coord). 2017. Guía de campo de viticultura. Editorial Agrícola. Madrid.
 Dayimu, A. 2022. Forestplotter v0.19. Create flexible forest plot. R-package.
 Flexas, J., Galmés, J., Gallé, A., Gulías, J., Pou, A., Ribas-Carbo, M., Tomàs, M. and Medrano, H. 2010. Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological



- targets for biotechnological improvement. *Aus. J. Grape Wine Res.* 16: 106-121.
- Medrano, H., Tomás, M., Martorell, S., Escalona, J.M., Pou, A., Fuentes, S., Flexas, J. and Bota, J. 2015. Improving water use efficiency of vineyards in semi-arid regions. A review. *Agron. Sustain. Develop.* 35(2): 499-517.
- Pulido-Velázquez, M., Andreu, J., Sahuquillo, A. and Pulido-Velázquez, D. 2008. Hydro-economic river basin modelling: The application of a holistic surface-groundwater model to assess opportunity costs of water use in Spain. *Ecol. Econom.* 66(1): 51-65.

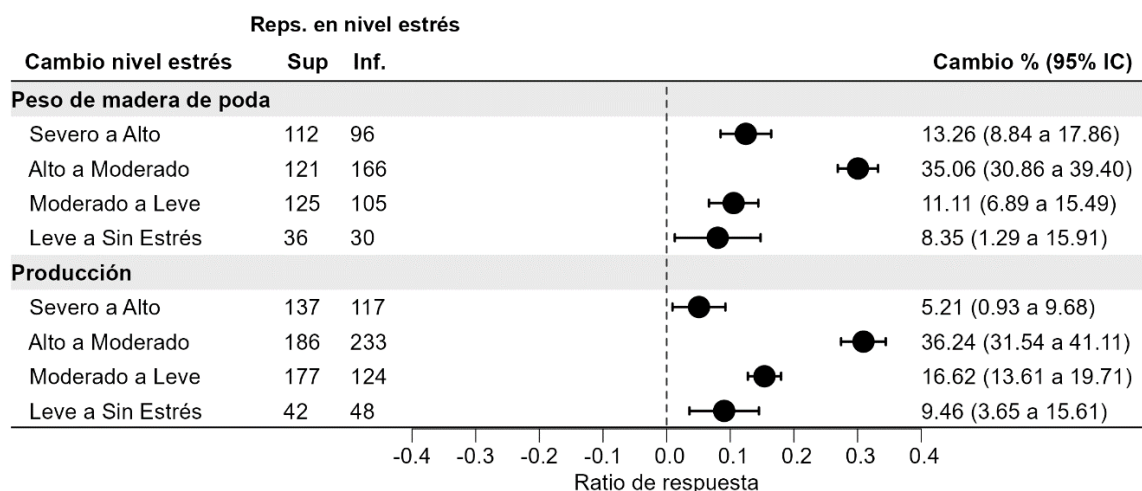


Fig. 1. Efectos de la disminución del nivel de estrés hídrico sobre el peso de madera de poda y la producción del viñedo. Se indica el valor medio y el intervalo para el 95% de confianza. El efecto es significativo si el intervalo de confianza no contiene el valor 0.

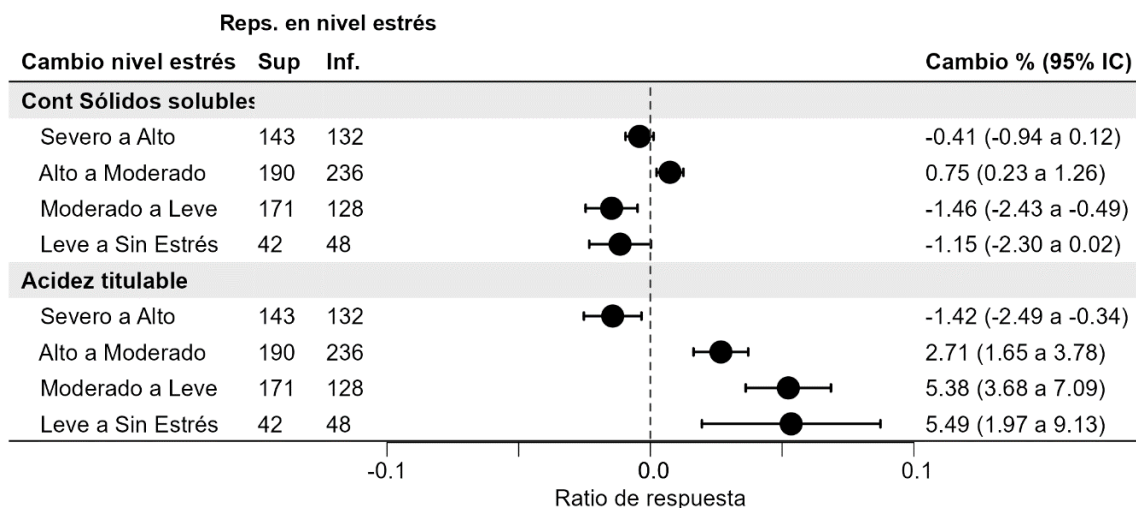


Fig. 2. Efectos de la disminución del nivel de estrés hídrico sobre el contenido en sólidos solubles y la acidez titulable de las bayas. Se indica el valor medio y el intervalo para el 95% de confianza. El efecto es significativo si el intervalo de confianza no contiene el valor 0.