



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

Sistema de apoyo a la decisión para la elección del portainjerto y el régimen de riego y nitrógeno en la vid para vinificación: WANUGRAPE4.0

F. Visconti^{1*}, I. Buesa², M. de la Fuente³, J.M. Escalona², H. Medrano², C. Miranda⁴, J.M. Mirás Avalos⁵, J. Palacios⁶, J.G. Pérez Pérez⁷, J.M. Ramírez-Cuesta¹, P. Romero⁸, L.G. Santesteban⁴, N. Torres⁴ y D.S. Intrigliolo¹

¹ Centro de Investigaciones sobre Desertificación-CIDE (CSIC, UVEG, GVA), Moncada (Valencia)

² Instituto de Investigaciones Agroalimentarias y de Economía del Agua, Universidad de las Islas Baleares INAGEA-UIB, Palma (Baleares)

³ Plataforma Tecnológica del Vino-PTV, Madrid

⁴ Universidad Pública de Navarra-UPNA, Pamplona (Navarra)

⁵ Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón-CITA, Zaragoza (Aragón)

⁶ Viticultura Viva, San Martín de Unx (Navarra)

⁷ Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias-IVIA (GVA), Moncada (Valencia)

⁸ Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medio Ambiental-IMIDA, La Alberca (Murcia)

*F. Visconti: fernando.visconti@uv.es

Resumen

En las últimas décadas, el cultivo de la vid en España ha experimentado un incremento de producción a pesar de la reducción de la superficie cultivada gracias, en parte, a su transformación al regadío. No obstante, en el actual escenario de cambio climático y creciente competencia por recursos hídricos de calidad, la eficiencia en el uso del agua en la agricultura, de la cual la viticultura es una parte de singular importancia socioeconómica en nuestro país, debe incrementarse. Para abordar este desafío, se planteó el proyecto WANUGRAPE4.0 con el objetivo de desarrollar y transferir al sector vitivinícola un Sistema de Apoyo a la Decisión (SAD) que, integrado en un Sistema de Información Geográfica, ayude a los viticultores en: i) la selección del portainjerto más adecuado dados unos condicionantes agroecológicos y unos objetivos enológicos; y ii) la programación del riego y la fertilización nitrogenada más adecuadas de acuerdo con ellos. En el actual estado de desarrollo del proyecto se ha conseguido: i) definir la estructura modular y flujo de información del SAD; ii) formular los algoritmos principales del módulo de balance hídrico, parte central del SAD; iii) iniciar los ensayos de campo para la validación de este módulo; iv) relacionar el estado hídrico de la vid con su producción y calidad de cosecha para la vinificación; v) establecer umbrales de abonado nitrogenado de la vid que maximicen la eficiencia de uso del nitrógeno; y vi) recopilar información de ensayos de portainjertos y definir y codificar su módulo de selección. El proyecto WANUGRAPE4.0 continúa su curso para ofrecer al sector vitivinícola un SAD a la altura de los retos a los que se enfrenta en el siglo XXI.



Palabras clave: Viticultura, fertilización, cambio climático, eficiencia en el uso del agua, agricultura de precisión.

INTRODUCCIÓN

La vid (*Vitis vinifera* L.) ha sido tradicionalmente cultivada en secano y, en consecuencia, su producción y calidad han fluctuado siguiendo la meteorología de cada año. La introducción del riego proporciona al viticultor una herramienta para mitigar los efectos de la variabilidad climática. Por lo tanto, se han podido alcanzar niveles de producción y calidad de uva relativamente constantes y predecibles (Flexas et al., 2010) y, en consecuencia, adecuados para la industrialización del sector vitivinícola. En la actualidad, sin embargo, la sostenibilidad del regadío en la viticultura española se enfrenta al reto de la notable extensión de viñedo susceptible de regarse (López-Urrea et al. 2012), en combinación con la creciente competencia por agua de calidad para diversos usos (Ferrer et al., 2011), y la aridificación del clima proyectada para el suroeste de Europa como consecuencia del calentamiento global (Resco et al., 2016). Por si esto fuera poco, el manejo del riego en la viticultura condiciona la fertilización nitrogenada y viceversa.

Para responder al desafío de gestionar eficazmente el riego de la vid se deberá aumentar la eficiencia en el uso del agua (EUA). Sin embargo, en viticultura, el aumento de la EUA dista de ser trivial debido a la notable diversidad que presentan los viñedos españoles en términos genotípicos y agroecológicos. Es por lo tanto fundamental explorar las diferentes vías de mejora de la EUA (Medrano et al., 2015). Además, la EUA está fuertemente asociada con la eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) (Quemada y Gabriel, 2016), por lo que una no puede ser modificada sin afectar a la otra. Para hacer frente a estas dificultades se han desarrollado importantes investigaciones durante los últimos años, revisadas en parte por Mirás-Avalos e Intrigliolo (2017). No obstante, la interpretación de estas investigaciones para tomar decisiones lo más acertadas posible en cada lugar dependiendo de sus condicionantes agroecológicos y objetivos enológicos es compleja.

Para apoyar a viticultores y técnicos vitícolas en la toma de decisiones de manejo del viñedo es interesante disponer de sistemas de ayuda a la decisión (SAD) accesibles a través de internet. Los SAD utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para relacionar datos de diferente origen, generando información concisa y adaptada que orienta al usuario acerca de las acciones más adecuadas que le permitan afrontar una situación dificultosa. Los SAD agrícolas, concretamente, relacionan las características genotípicas de cultivares, y portainjertos en su caso, con las características agroecológicas del territorio y las explotaciones. Como estas características agroecológicas cambian a través del paisaje, los SAD agrícolas suelen estar vinculados a información georreferenciada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para la agricultura española se han desarrollado diferentes SAD orientados a cultivos específicos o prácticas de manejo concretas. Sin embargo, para la viticultura hay todavía pocos, aunque destacados, ejemplos de SAD ejecutables *on-line*. En todo caso, no existe un SAD en internet para la elección del material vegetal vitícola, y el manejo de su riego y fertilización nitrogenada.

Para dar respuesta a los retos futuros que la viticultura en España enfrenta, se planteó el proyecto WANUGRAPE4.0 con los objetivos científico-técnicos de desarrollar un SAD accesible a través de internet que permita i) seleccionar el portainjerto más adecuado dados unos condicionantes agroecológicos y unos objetivos enológicos, y ii) programar el riego y la fertilización nitrogenada más adecuadas de acuerdo con ellos. En este trabajo se presenta



sucintamente el estado actual de desarrollo del proyecto, algunos de cuyos detalles se pueden encontrar en otras comunicaciones presentadas en el marco de las IV Jornadas de Grupo de Viticultura de la SECH.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto WANUGRAPE4.0 es un proyecto de la Convocatoria de Pruebas de Concepto del MICIN aprobado para el bienio 2022-2023 en el que participan 7 entidades (CSIC, UIB, UPNA, IVIA, CITA, IMIDA y PTV) coordinándose a través de 2 subproyectos. Actualmente, el proyecto está avanzando mediante el desarrollo simultáneo de los paquetes de trabajo primero y segundo: modelización del balance de agua del viñedo; y metaanálisis de resultados previos sobre los efectos del riego, la fertilización nitrogenada y el portainjerto sobre la producción y la calidad de la uva; así como del cuarto: diseminación y capitalización de los resultados obtenidos, tanto científicos como técnicos. Una vez completados los dos primeros paquetes de trabajo, se continuará avanzando con el tercero: desarrollo del SAD y el portal web donde estará alojado y, en paralelo, el cuarto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la modelización del balance de agua diario de los viñedos se ha partido del algoritmo de Lebon et al. (2003) que se ha codificado en un libro de MS Excel®. Además, se han añadido ecuaciones empíricas para calcular el potencial hídrico de tallo al mediodía (Ψ_{tallo}) a partir de la fracción de agua del suelo fácilmente disponible (FTSW). Este modelo ha sido probado en varias condiciones obteniéndose estimaciones de Ψ_{tallo} aceptables. Por otra parte, el modelo se ha sometido a un análisis de sensibilidad y, a partir de ahora, se continuará la calibración y validación de sus predicciones con datos de ensayos ya finalizados, así como de otros ensayos en desarrollo dentro de este proyecto.

Para la realización del metaanálisis del efecto del riego de la vid se ha partido de una recopilación de datos de ensayos realizada en el marco de la RedVitis 2.0 ampliada con aún más datos. En total se han reunido 41 ensayos realizados entre 1996 y 2020 en una amplia variedad de condiciones agroecológicas y genotípicas características de la viticultura española. Esta recopilación incluye datos de Ψ_{tallo} , así como de producción, desarrollo vegetativo y calidad de uva. Se ha constatado el efecto del estrés hídrico sobre el rendimiento, el peso de madera de poda y la madurez tecnológica.

Para la realización del metaanálisis de la fertilización nitrogenada se ha realizado una recopilación de datos de 95 publicaciones científicas de alcance global. En total se dispone de 374 ensayos realizados entre 1981 y 2020 que incluyen datos de dosificación de fertilizantes nitrogenados inorgánicos y orgánicos, y de vías de aplicación, a saber: suelo, fertirrigación y foliar, así como de producción, concentración foliar de nitrógeno y calidad de uva. Se han logrado estimar las dosis de nitrógeno que maximizan la eficiencia de uso de nitrógeno de la vid dependiendo de la vía de aplicación del fertilizante.

Para la realización del metaanálisis del efecto del portainjerto en la vid se han recopilado datos de 48 ensayos realizados en España bajo diferentes condiciones edafoclimáticas. Se han visto los efectos del portainjerto y los parentales sobre la producción, el peso de poda y los sólidos solubles totales. Además, se ha realizado una primera selección de portainjertos adecuados para la viticultura española y se ha codificado una primera versión de la herramienta de selección de portainjertos que se incluirá en el SAD (Fig. 1).

El proyecto WANUGRAPE 4.0 continúa adelante para ofrecer al sector vitivinícola español una herramienta útil para hacer frente a los desafíos que le plantea este S. XXI.



WANUGRAPE 4.0

Herramienta de selección de portainjertos de vid WANUGRAPE 4.0

¿Necesita un portainjertos tolerante a los nematodos para su tipo de suelo?

Desconocido Sí No

¿Cuál es el pH de su suelo?

Desconocido Neutro Ligeramente alcalino Fuertemente alcalino

¿Cómo describiría el clima de su área y de cuánta agua de riego podría disponer?

Clima fresco Klima moderado Klima caluroso

Riego no limitado (> 1000 m³/ha) A B C

Riego limitado (< 1000 m³/ha) D E F

Secano G H I

¿Cuál es el nivel de vigor deseado para la vid?

Desconocido Bajo Moderado Alto

¿Cuál es la salinidad de su suelo o agua de riego?

Desconocida No salino Ligeramente salino Moderadamente salino Fuertemente salino

18

Fercal
Escuela de Montpellier 333
Millardet 41-B
Ruggeri 140
Couderc 161-49
Millardet 420-A
SO4
Paulsen 1103
Richter 99
Richter 110
Rupestris du Lot
Gravesac
Couderc 3309
Millardet 101-14
Castel 196-17
Riparia Gloria de Montpellier
Couderc 1616
Teleki 5-BB (Kober 5BB)

Fig. 1. Interfaz gráfica de usuario tentativa para la selección de portainjertos.

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

- Fereres, E., Orgaz, F., and Gonzalez-Dugo, V. 2011. Reflections on food security under water scarcity. *J. Exp. Bot.* 62:4079-4086.
- 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. *Aust. J. Grape Wine Res.* 16:106-121.
- Lebon, E., Dumas, V., Pieri, P., and Schultz, H.R. 2003. Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Funct. Plant Biol.* 30:699-710.
- López-Urrea, R., Montoro, A., Mañas, F., López-Fuster, P., and Fereres, E. 2012. Evapotranspiration and crop coefficients from lysimeter measurements of mature ‘Tempranillo’ wine grapes. *Agric. Water Manage.* 112:13-20.
- Medrano, H., Tomàs, 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.* 35:449-517.
- Mirás-Avalos, J.M., and Intrigliolo, D.S. 2017. Grape composition under abiotic constrains: water stress and salinity. *Front. Plant Sci.* 8:851
- Quemada, M., and Gabriel, J.L. 2016. Approaches for increasing nitrogen and water use efficiency simultaneously. *Global Food Secur.* 9:29-35.
- Resco, P., Iglesias, A., Bardají, I. and Sotés, V. 2016. Exploring adaptation choices for grapevine regions in Spain. *Reg. Environ. Change.* 16:979-993

