



Hacia una viticultura más sostenible: híbridos descendientes de 'Monastrell' con elevado grado de resistencia a oídio y mildiu

D.J. FERNÁNDEZ-LÓPEZ¹, S.I. BLANCO², M.M. HERNÁNDEZ², C. MENÉNDEZ², L. RUIZ-GARCÍA¹

(1) Equipo de Mejora Genética Molecular del IMIDA. La Alberca, Murcia.

(2) Departamento de Viticultura, ICVV (UR-CSIC Gobierno de La Rioja), Finca La Grajera, Logroño, La Rioja.

RESUMEN

Una de las líneas del programa de mejora genética de uva de vinificación del IMIDA persigue el desarrollo de nuevas variedades tolerantes al oídio y al mildiu, enfermedades causadas por *Erysiphe necator* y *Plasmopara viticola*, respectivamente. Con este fin, se realizaron cruzamientos de la variedad local 'Monastrell' con otras variedades donadoras de *loci* de resistencia a oídio (*Ren*) y mildiu (*Rpv*). En este trabajo se muestra el grado de resistencia a oídio y mildiu en condiciones controladas de laboratorio de 27 híbridos. Cinco híbridos (MRomS1, MRomS16, MRomK9, MRomK24 y MRomK28) mostraron una resistencia elevada a ambos patógenos, superando en algunos casos a la de los parentales utilizados como fuente de resistencia: 'Regent', 'Solaris' y 'Kishmish vatkana'. Los resultados obtenidos indican que la introgresión de *loci Ren* y *Rpv* permite desarrollar variedades más sostenibles y menos dependientes de fungicidas que contribuirán a los objetivos del Pacto Verde Europeo.

Palabras clave: Resistencia, Introgresión, Viticultura sostenible, *Erysiphe necator*, *Plasmopara viticola*.

ABSTRACT

Towards sustainable viticulture: development of Monastrell-derived hybrids exhibiting high resistance to powdery and downy mildew. One of the objectives of IMIDA's wine grape breeding program is to develop new varieties resistant to powdery mildew and downy mildew, caused by *Erysiphe necator* and *Plasmopara viticola*, respectively. To achieve this, the local 'Monastrell' variety was crossed with other varieties carrying resistance *loci*: *Ren* for powdery mildew and *Rpv* for downy mildew. This study evaluates the level of resistance under controlled laboratory conditions to both diseases of 27 hybrids. Five hybrids (MRomS1, MRomS16, MRomK9, MRomK24, and MRomK28) exhibited high resistance to both pathogens, in some cases exceeding that of the resistant parent varieties: 'Regent', 'Solaris', and 'Kishmish vatkana'. The results indicate that introgression of the *Ren* and *Rpv loci* can facilitate the development of more sustainable and less fungicide-dependent grapevine varieties, contributing to the objectives of the European Green Deal.

Key words: Resistance, Introgression, Sustainable viticulture, *Erysiphe necator*, *Plasmopara viticola*.

Introducción

La viticultura enfrenta numerosos desafíos derivados de enfermedades fúngicas que afectan tanto al rendimiento como a la calidad de la producción. Entre las patologías más relevantes se encuentran el oídio y el mildiu, dos enfermedades ampliamente distribuidas que afectan al cultivo de *Vitis vinifera* en la mayoría de regiones vitícolas del mundo. En condiciones climáticas favorables y en ausencia de medidas de protección eficaces, estas enfermedades pueden ocasionar pérdidas de rendimiento que alcanzan hasta el 75–100% en años de alta presión de inóculo, así como una marcada reducción de la calidad enológica del mosto y del vino (SAMBUCCI *et al.*, 2019; FERMAUD *et al.*, 2016). Ambos patógenos, *Erysiphe necator* en el caso del oídio y *Plasmopara viticola* en el del mildiu, son biotrofos obligados y presentan ciclos de vida policíclicos, lo que significa que pueden producir múltiples generaciones a lo largo del mismo ciclo vegetativo. Este comportamiento, junto con su capacidad de infectar todos los órganos verdes de la planta, hace que la presión de infección sea constante y difícil de controlar sin una protección continua (GESSLER *et al.*, 2011). El oídio se manifiesta por la presencia de un micelio superficial de aspecto algodonoso sobre hojas, brotes y racimos, afectando negativamente la fotosíntesis y provocando daños directos en las bayas que pueden llegar a agrietarse y caer prematuramente (Figura 1). Su desarrollo se ve favorecido por condiciones de humedad relativa entre el 50–85%, y unas temperaturas comprendidas entre 15 y 30°C, especialmente con noches frescas (PERTOT *et al.*, 2001). El mildiu, por su parte, provoca manchas cloróticas o aceitosas en el haz fo-



Figura 1. Síntomas de oídio en campo.

liar, seguidas por una esporulación blanca en el envés (Figura 2). Su desarrollo se ve favorecido por condiciones de humedad relativa superiores al 95% y temperaturas comprendidas entre los 18 y 25°C (GESSLER *et al.*, 2011).

El control de estas enfermedades se basa mayoritariamente en la aplicación preventiva y repetida de productos fitosanitarios, especialmente fungicidas sistémicos o de contacto, lo que comporta un incremento elevado de los costes de producción en una viticultura convencional. Además, estas aplicaciones químicas reiteradas conllevan implicaciones ambientales y sanitarias negativas, incluyendo la acumulación de residuos en suelo y aguas, la alteración de la biodiversidad microbiológica y la exposición de trabajadores y consumidores a compuestos potencialmente tóxicos. Por otro lado, el uso intensivo y repetido de fungicidas favorece la aparición de cepas resistentes en las poblaciones

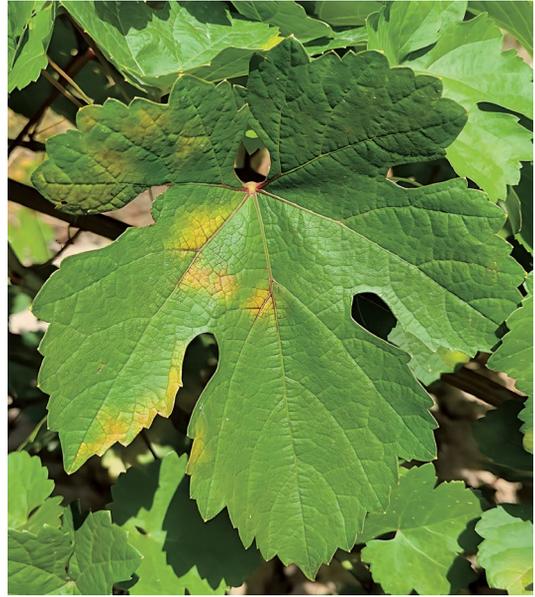


Figura 2. Síntomas de mildiu en campo.

patógenas, reduciendo progresivamente la eficacia de los tratamientos (CASANOVA-GASCÓN *et al.*, 2019). En muchos casos, los tratamientos se aplican siguiendo calendarios preestablecidos, sin considerar si las condiciones meteorológicas son realmente favorables para el desarrollo de las enfermedades. Estas aplicaciones innecesarias reducen la eficiencia del control fitosanitario, especialmente en un contexto de creciente exigencia ambiental y presión normativa (CHEN *et al.*, 2020; LU *et al.*, 2020).

La mayoría de las variedades de la especie *V. vinifera*, base de la viticultura de calidad en Europa, presenta una alta susceptibilidad tanto al oídio como al mildiu, en contraste con diversas especies americanas y asiáticas de vid que han coevolucionado con estos patógenos y presentan distintos niveles de resistencia (DRY *et al.*, 2010). Esta situación ha impulsado durante las últimas décadas numerosos programas de mejora genética dirigidos a obtener nuevas variedades de vid que combinen resistencia genética con una adecuada calidad enológica. La obtención de estos genotipos se basa en cruzamientos entre *V. vinifera* y especies donantes de *loci* de resistencia, con el fin de conservar los rasgos organolépticos deseables de las variedades tradicionales e introducir *loci*



LA NUEVA GENERACIÓN
FUNGICIDA
PARA UNA PRODUCCIÓN
DE ALTA CALIDAD



- Excelente eficacia
- Con mayor flexibilidad en las aplicaciones
- Rápida penetración en la planta
- Suave con el cultivo
- Compatible con fauna auxiliar
- Plazo de seguridad de 1 día

**CONTRA BOTRITIS EN HORTÍCOLAS DE INVERNADERO,
FRESA Y VID, Y CONTRA MONILIA EN FRUTAL DE HUESO**



Prolectus®

de resistencia frente al oídio y al mildiu (VILLANO y AVERSANO, 2020; FORIA *et al.*, 2022).

Actualmente, la transición hacia una viticultura más sostenible se vuelve ineludible. La Unión Europea, a través del Pacto Verde y la estrategia “De la granja a la mesa”, ha fijado objetivos ambiciosos para reducir en un 50% el uso de pesticidas químicos y aumentar hasta el 25% la superficie agrícola dedicada a producción ecológica de aquí a 2030 (https://ec.europa.eu/food/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en, consultada el 22 de mayo de 2025). Esta meta plantea un gran reto al sector vitivinícola, tradicionalmente dependiente de productos fitosanitarios, y exige la implementación de estrategias integradas que combinen innovación tecnológica, manejo integrado racional y mejora genética.

La introgresión de *loci* de resistencia en variedades adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y productivas del sureste español se presenta como una vía prometedora para compatibilizar los requisitos ambientales actuales con la competitividad del sector vitivinícola. En este contexto, el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Medioambiental (IMIDA) inició en 2012 una línea de mejora genética de uva de vinificación centrada en la obtención de nuevas variedades de gran calidad agronómica y enológica que, además, presenten una elevada tolerancia a oídio y mildiu (RUIZ-GARCÍA *et al.*, 2021). Este trabajo, cofinanciado por fondos FEDER y regionales de la CARM, se articula en torno al uso de la variedad autóctona ‘Monastrell’, ampliamente cultivada en el sureste español y altamente valorada por sus características enológicas. ‘Monastrell’ se utilizó en cruzamientos con variedades donadoras de *loci* de resistencia al oídio (*Ren*) y/o al mildiu (*Rpv*), tales como ‘Regent’ (*Ren3*, *Ren9*, *Rpv3.1*), ‘Solaris’ (*Ren3*, *Ren9*, *Rpv3.3*, *Rpv10*) y ‘Kishmish vatkana’ (*Ren1*) (MENÉNDEZ *et al.*, 2023). ‘Regent’ y ‘Solaris’ se obtuvieron en Alemania, y actualmente están registradas como *V. vinifera* en el catálogo internacional y europeo de variedades; ‘Kishmish vatkana’ es una *V. vinifera* originaria de Uzbekistán y registrada en el catálogo internacional de variedades (RÖCKEL, *et al.* 2020). Tras la germinación de las semillas procedentes de los distintos cruzamientos, se identificaron

mediante PCR los híbridos que habían heredado los respectivos *loci* de resistencia (RUIZ-GARCÍA *et al.*, en preparación), utilizando marcadores moleculares estrechamente asociados a dichos *loci* (RÖCKEL *et al.*, 2020). Una vez identificados dichos híbridos, se establecieron en campo para continuar su estudio y el programa de mejora.

El objetivo del presente trabajo, realizado dentro del proyecto SHIELD4GRAPE (HORIZON-CL6-2023-BIODIV-01-14_NUMBER 101135088; <https://shield4grape.eu/>), fue evaluar fenotípicamente el grado de resistencia a oídio y mildiu de híbridos de uva de vinificación portadores de los mencionados *loci* de resistencia. El objetivo final de esta línea de mejora es desarrollar nuevas variedades que reduzcan la dependencia de fungicidas sin comprometer la productividad ni la calidad sensorial de los vinos resultantes.

Material y métodos

Material vegetal

El material de estudio incluyó 27 híbridos (13 MRomK y 14 MRomS) obtenidos mediante cruzamientos de ‘Monastrell’ con ‘Regent’ (MRom), que a su vez se cruzaron por ‘Kishmish vatkana’ (MRomK) y por ‘Solaris’ (MRomS). Como controles se utilizaron las variedades parentales implicadas en los cruzamientos (Figura 3). Como se muestra en la Figura 3, los híbridos MRomK se caracterizan por la presencia de los *loci* de resistencia *Ren1*, *Ren3*, *Ren9* y *Rpv3*, y los híbridos MRomS por la presencia de *Ren3*, *Ren9*, *Rpv3* y *Rpv10*.

Inóculo de oídio y mildiu

El inóculo de oídio se obtuvo a partir de la recolección de hojas frescas completamente infectadas de conidias en viñedos de La Rioja, por parte del equipo de Genética y Mejora de la Vid: Breedvitis del Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (ICVV). El inóculo de mildiu se obtuvo a partir de hojas completamente infectadas en viñedos de Vitoria y fue facilitado por el equipo de Protección y Producción Vegetal de NEIKER.

Preparación del material vegetal

Se recogieron cuatro hojas entre la tercera y quinta posición nodal desde el ápice, por genotipo y patógeno. Estas hojas fueron esterilizadas

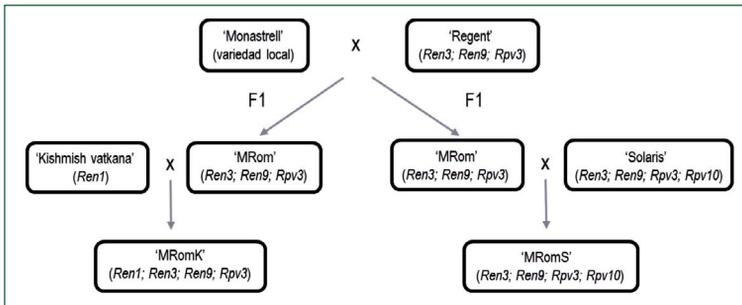


Figura 3. Esquema de los cruzamientos realizados.

sumergiéndolas durante 1 minuto en una solución de hipoclorito al 3% y enjuagándolas tres veces con agua destilada estéril. Seguidamente, después de secar las hojas con papel de filtro estéril, se colocaron en placas Petri de 90 mm con agar al 0,8%, todo ello en condiciones estériles en cabina de flujo laminar horizontal. En el caso del oídio, las hojas se colocaron en las placas Petri con el envés hacia abajo, y en el caso del mildiu con el envés hacia arriba.

Evaluación de la resistencia al oídio

La inoculación del oídio fue realizada por el equipo de Genética y Mejora de la Vid, (Breedvitis) del ICVV de La Rioja. Se realizó una inoculación masiva sobre hoja entera en una torre de vacío, para asegurar la uniformidad del ensayo, y las placas se mantuvieron a 20°C durante 14 días. La evaluación del desarrollo del oídio se realizó a los 7 y 14 días post inoculación (dpi), teniendo en cuenta tanto la extensión de las manchas como la fructificación del hongo según describe RIAZ *et al.* (2020). El grado de resistencia a oídio se estimó utilizando el descriptor oficial de la OIV 455-1 (Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, 2009).

Evaluación de la resistencia al mildiu

En cuanto al mildiu, evaluado en el IMIDA por el equipo de Mejora Genética Molecular, se preparó una suspensión de esporas a partir de esporangióforos, ajustando la concentración a 20.000 esporas/mL mediante una cámara de conteo Neubauer. Las hojas se inocularon con gotas de 40 µL, con una concentración de 1.000 esporas por gota. Tras la inoculación, las placas se incubaron en una cámara de crecimiento bajo un

fotoperiodo de 16 horas de luz y 8 horas de oscuridad, a 22°C y con una humedad relativa del 95% dentro de las placas. La incidencia y densidad de esporulación del mildiu se cuantificó a los 7 y 10 dpi en discos de hojas, siguiendo la escala del descriptor OIV452-1 y el protocolo descrito por SCHWANDER *et al.* (2012).

Resultados

En el *Cuadro 1* se presentan los valores medios y la desviación estándar (DE) del grado de resistencia fenotípica frente a *E. necator* (oídio) y *P. viticola* (mildiu), evaluados a los 14 y 10 dpi, respectivamente. Los datos obtenidos evidencian una variabilidad en el nivel de resistencia entre los distintos híbridos analizados.

Para *E. necator*, el grado de resistencia observado en los parentales varió desde niveles muy bajos (OIV455-1 = 1) en 'Monastrell', hasta niveles elevados (OIV455-1 = 7) en 'Kishmish vatkana', donador del *locus* de resistencia a oídio *Ren1*. Este resultado respalda estudios previos (DRY *et al.*, 2019) que indican una mayor eficacia del *locus Ren1* en comparación con los *loci Ren3* y *Ren9*, presentes en 'Regent' y 'Solaris' (ambas variedades con un grado de resistencia a oídio medio, OIV455-1 = 5). Los híbridos del cruce MRomS, que habían heredado los *loci Ren3* y *Ren9*, mostraron en general un grado de resistencia inferior en comparación con los híbridos MRomK, herederos de los *loci Ren1*, *Ren3* y *Ren9*. No obstante, genotipos como MRomS1 y MRomS16 alcanzaron niveles de resistencia a oídio superiores a los observados en 'Regent' y 'Solaris', mientras que ninguno de los híbridos MRomK superó el nivel de resistencia a oídio observada en 'Kishmish vatkana' (*Cuadro 1*).

Cuadro 1. Grado de resistencia siguiendo la escala del descriptor OIV455–1 para oídio y la escala del descriptor OIV452–1 para mildiu.

Genotipo	<i>Erysiphe necator</i> (14 dpi)			<i>Plasmopara viticola</i> (10 dpi)		
	OIV 455–1	DE	Grado de resistencia	OIV 452–1	DE	Grado de resistencia
'Monastrell'	1	0,35	muy bajo	3	0,11	bajo
'Regent'	5	0,85	medio	7	0,25	elevado
'Solaris'	5	0,41	medio	7	0,42	elevado
'Kishmish v.'	7	1,00	elevado	1	0,15	muy bajo
MRomS1	7	0,76	elevado	9	0,00	muy elevado o total
MRomS2	3	0,85	bajo	7	0,28	elevado
MRomS3	3	0,48	medio	7	0,75	elevado
MRomS5	5	1,49	medio	9	0,39	muy elevado o total
MRomS6	3	1,41	bajo	9	0,55	muy elevado o total
MRomS7	5	0,25	medio	9	0,25	muy elevado o total
MRomS8	3	0,87	bajo	7	0,00	elevado
MRomS11	5	1,26	medio	7	0,34	elevado
MRomS15	3	1,00	bajo	7	0,54	elevado
MRomS16	7	0,71	elevado	9	0,58	muy elevado o total
MRomS17	5	0,29	medio	9	0,25	muy elevado o total
MRomS19	5	0,00	medio	7	0,41	elevado
MRomS21	5	1,04	medio	7	0,16	elevado
MRomS22	5	0,75	medio	9	0,47	muy elevado o total
MRomK5	7	0,96	elevado	3	0,54	bajo
MRomK7	5	0,10	medio	5	0,48	medio
MRomK8	7	0,50	elevado	5	0,20	medio
MRomK9	7	1,00	elevado	7	0,00	elevado
MRomK10	5	0,85	medio	7	0,71	elevado
MRomK13	5	0,50	medio	7	0,41	elevado
MRomK17	5	0,76	medio	5	0,35	medio
MRomK18	5	1,03	medio	7	0,17	elevado
MRomK19	5	1,25	medio	5	0,42	medio
MRomK20	7	1,11	elevado	5	0,85	medio
MRomK22	5	0,50	medio	5	0,14	medio
MRomK24	7	0,91	elevado	7	0,30	elevado
MRomK28	7	0,58	elevado	7	0,17	elevado

DE = desviación estándar.

En cuanto a la resistencia frente a *P. viticola*, tanto 'Regent' (donador del locus *Rpv3*) como 'Solaris' (donador de los loci *Rpv3* y *Rpv10*) mostraron un grado de resistencia elevada a mildiu (OIV452–

1 = 7). En contraste, los parentales no portadores de estos loci, como 'Monastrell' y 'Kishmish vatkana', presentaron niveles de resistencia a mildiu bajos y muy bajos (OIV452–1 = 3 y 1, respecti-



El momento de la recogida de la uva puede cambiar, pero su plan no tiene por qué hacerlo

La recogida de la uva es fundamental y cada vez más impredecible. Los cambios climáticos y las condiciones meteorológicas extremas dificultan la planificación y la gestión del momento adecuado. El almacenamiento refrigerado temporal le ofrece la flexibilidad necesaria para adaptarse con facilidad



Asegure hoy mismo su almacenamiento refrigerado y afronte la vendimia con tranquilidad



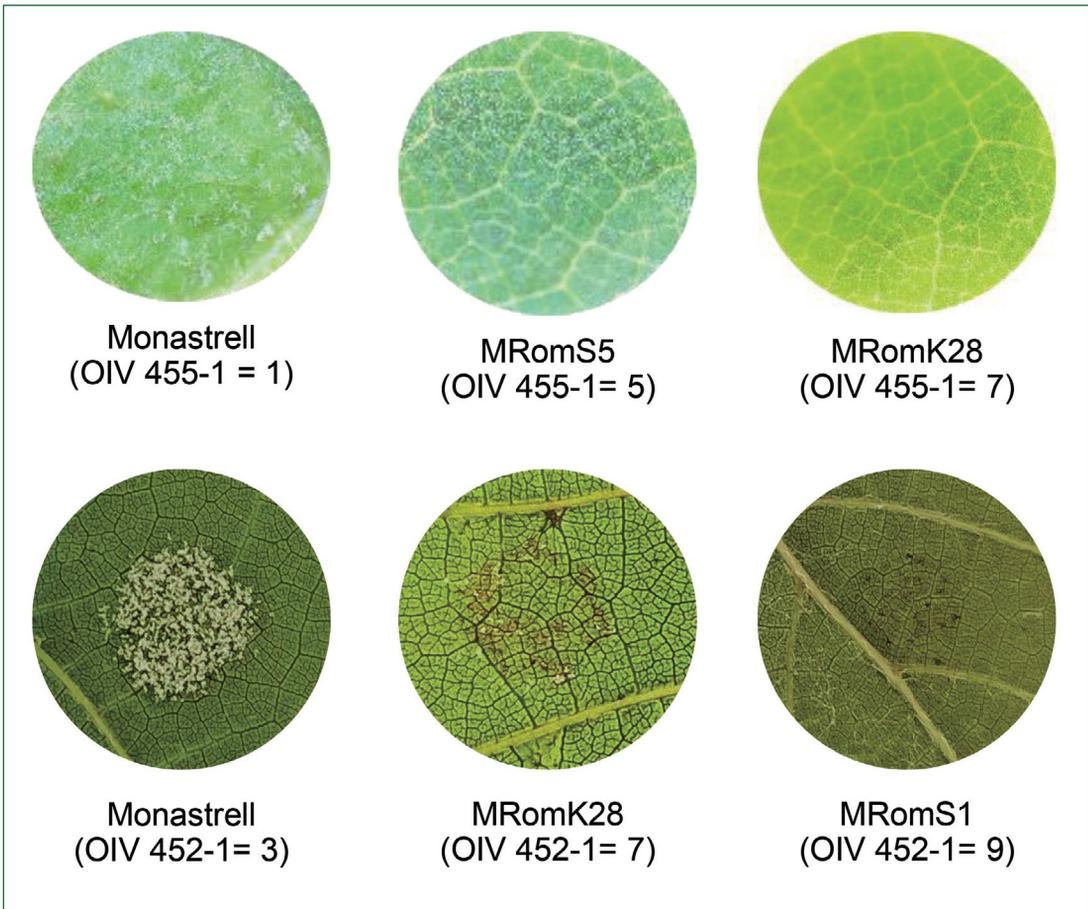


Figura 4. Grado de resistencia a oidio (14 dpi) (arriba) y mildiu (10 dpi) (abajo) en condiciones controladas.

vamente). El hecho de que 'Solaris' (*Rpv3*, *Rpv10*) no supere en resistencia a 'Regent' (*Rpv3*) sugiere que el locus *Rpv10* no aporta un incremento del grado de resistencia a mildiu. Por su parte, los híbridos MRomS (*Rpv3* y *Rpv10*) mostraron niveles de resistencia elevados (OIV452-1 = 7) e incluso muy elevados (OIV452-1 = 9), lo cual indica una posible interacción con otros factores genéticos que se han heredado en dichos híbridos. En contraste, los híbridos MRomK (solo *Rpv3*) presentaron un grado de resistencia a mildiu en general menor, destacando el caso de MRomK5 que mostró un grado de resistencia bajo (OIV452-1 = 3), lo que sugiere la posibilidad de la detección de un falso positivo por PCR de los loci de resistencia. En la Figura 4 se muestran algunos ejemplos de los resultados obtenidos.

Estos resultados nos han permitido identificar varios híbridos con un alto grado de resistencia a oidio y mildiu, destacando MRomS1 y MRomS16, con una resistencia muy elevada a mildiu (OIV452-1 = 9) y elevada a oidio (OIV455-1 = 7). Por otro lado, los híbridos MRomK9, MRomK24 y MRomK28 mostraron resistencia elevada a ambos patógenos (OIV452-1 y OIV455-1 = 7). Estos genotipos representan un material de alto valor para continuar con su estudio y con el programa de mejora genética.

Discusión

Los resultados fenotípicos obtenidos tienen una gran relevancia para la viticultura sostenible y la mejora genética. La identificación de híbridos con resistencia elevada a oidio y mildiu (MRomS1,

MRomS16, MRomK9, MRomK24, MRomK28) confirma que la introgresión dirigida de genes de resistencia es eficaz. Una vez confirmada la resistencia de estos híbridos a oídio y mildiu en condiciones de campo, y su calidad agronómica y enológica, se solicitará su incorporación al listado de variedades comerciales. Se permitirá así reducir significativamente el uso de agroquímicos, y contribuir a una viticultura con menor huella ambiental alineada con los objetivos del Pacto Verde Europeo. Además, la evidencia de interacción entre los *loci* estudiados y otros factores genéticos resalta la necesidad de un enfoque integral en los programas de mejora: no basta con detectar marcadores moleculares de *loci* ligados a la resistencia, sino que es crítico validar la resistencia en condiciones de invernadero y campo.

Si bien la acumulación de genes de resistencia no implica necesariamente un aumento lineal del grado de resistencia observado, sí se espera que refuerce la estabilidad y durabilidad de la resistencia en el tiempo (HEYMAN *et al.*, 2021).

Conclusiones

La introgresión de *loci Ren* y *Rpv* ha permitido, a partir de una variedad autóctona, obtener híbridos de uva de vinificación con resistencia elevada a oídio y mildiu, acorde con las metas de reducción de pesticidas del Pacto Verde Europeo. Los resultados evidencian una notable diversidad en la respuesta de los genotipos frente a *E. necator* y *P. viticola*, lo que subraya la relevancia de la mejora genética en el desarrollo de variedades con resistencia a estos patógenos. Además, se resalta la importancia de combinar técnicas moleculares con el análisis fenotípico en la selección de las nuevas variedades. El siguiente paso será realizar estudios adicionales en condiciones de campo para confirmar el grado de resistencia y su estabilidad en el tiempo. Asimismo, la evaluación más completa de estos híbridos nos permitirá seleccionar y registrar nuevas variedades resistentes a oídio y mildiu de gran calidad agronómica y enológica. •

Agradecimientos

Los autores agradecen su trabajo al personal técnico: Ana Fuentes-Denia, Christina Pease, Adrián Yepes-Hita, José A. Martínez-Jiménez. Y el

asesoramiento y suministro de inóculo de mildiu a Ana Díez y Helene Sánchez (NEIKER, Arkaute). Los híbridos se han obtenido dentro del programa de mejora financiado por fondos FEDER y regionales de la CARM. La evaluación fenotípica ha sido financiada por el proyecto europeo SHIELD-4GRAPE (HORIZON-CL6-2023-BIODIV-01-14, nº 101135088).

Bibliografía

- CASANOVA-GASCÓN, J.; FERRER-MARTÍN, C.; BERNAD-EUSTAQUIO, A.; EL-BAILE-MUR, A.; AYUSO-RODRÍGUEZ, J.M.; TORRES-SÁNCHEZ, S.; JARNE-CASASÚS, A.; MARTÍN-RAMOS, P. (2019). Behavior of vine varieties resistant to fungal diseases in the somontano region. *Agronomy* 9, 738.
- CHEN, M.; BRUN, F.O.; RAYNAL, M.; MAKOWSKI, D. (2020). Forecasting severe grape downy mildew attacks using machine learning. *PLoS ONE*, 15, e0230254.
- DRY, I. B.; FEECHAN, A.; ANDERSON, C.; JERMAKOW, A. M.; BOUQUET, A.; ADAM-BLONDON, A. F.; THOMAS, M. R. (2010). Molecular strategies to enhance the genetic resistance of grapevines to powdery mildew. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 94-105.
- FERMAUD, M.; SMITS, N.; MEROT, A.; ROUDET, J.; THIERY, D.; WÉRY, J.; DELBAC, L. (2016). New multipest damage indicator to assess protection strategies in grapevine cropping systems. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22, 450-461.
- FORIA, S.; MAGRIS, G.; JURMAN, I.; SCHWOPE, R.; DE CANDIDO, M.; DE LUCA, L.; IVANIŠEVIĆ, D.; MORGANTE, M.; DI GASPARO, G. (2022). Extent of wild to crop interspecific introgression in grapevine (*Vitis vinifera*) as a consequence of resistance breeding and implications for the crop species definition. *Horticulture Research*, 9, 1-12.
- GESSLER, C.; PERTOT, I.; PERAZZOLLI, M. (2011). *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea*, 50(1), 3-44.
- HEYMAN, L.; HÖFLE, R.; KICHERER, A.; TRAPP, O.; AIT BARKA, E.; TÖPFER, R.; HÖFTE, M. (2021). The durability of quantitative host resistance and variability in pathogen virulence in the interaction between European grapevine cultivars and *Plasmopara viticola*. *Frontiers in Agronomy*, 3, 684023.
- LU, W.; NEWLANDS, N.K.; CARISSE, O.; ATKINSON, D.E.; CANNON, A.J. (2020). Disease risk forecasting with Bayesian learning networks: Application to grape powdery mildew (*Erysiphe necator*) in vineyards. *Agronomy*, 10, 622.
- MENÉNDEZ, C.; HERNÁNDEZ, M.M.; RUIZ-GARCÍA, L. (2023). PIWI: una herramienta para mejorar la sostenibilidad del viñedo. *Fitopatología*, 9, 32-39.
- PERTOT, I.; FADANELLI, L.; CHIESTE, C.; ROPELATO, E. (2001). Oidio della fragola in coltura autunnale sotto tunnel. *Informatore Agrario*, 57, 51-53.
- RIAZ, S.; MENÉNDEZ, C.; TENSCHER, A.; PAP, D.; WALKER, M. A. (2020). Genetic mapping and survey of powdery mildew resistance in the wild Central Asian ancestor of cultivated grapevines. *Horticulture Research*, 7, 104.
- RÖCKEL, F.; MAUL, E.; TÖPFER, R. (2020). *Vitis* International Variety Catalogue. Consultado en febrero de 2020.
- RUIZ-GARCÍA, L.; GAGO, P.; MARTÍNEZ-MORA, C.; SANTIAGO, J. L.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, D. J.; MARTÍNEZ, M. D. C.; BOSCO, S. (2021). Evaluation and pre-selection of new grapevine genotypes resistant to downy and powdery mildew, obtained by cross-breeding programs in Spain. *Frontiers in Plant Science*, 12, 674510.
- SAMBUCCI, O.; ALSTON, J.M.; FULLER, K.B.; LUSK, J. (2019). The pecuniary and nonpecuniary costs of powdery mildew and the potential value of resistant grape varieties in California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 70(2), 177-187.
- SCHWANDER, F.; EIBACH, R.; FECHTER, I.; HAUSMANN, L.; ZYPRIAN, E.; TÖPFER, R. (2012). Rpv10: a new locus from the Asian *Vitis* gene pool for pyramiding downy mildew resistance loci in grapevine. *Theoretical and Applied Genetics*, 124, 163-176.
- VILLANO, C.; AVERSAÑO, R. (2020). Towards grapevine mildew resistance: classical and new breeding technologies. *Italus Hortus*, 27, 1-17.